

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ДИНАМИКИ СИСТЕМ И ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ
ИМ. В.М. МАТРОСОВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИДСТУ СО РАН)**

УДК 556.18:51-7; 556.18:007;
626/627:51-7; 626/627:007



УТВЕРЖДАЮ

**Директор ИДСТУ СО РАН
академик РАН**

И.В. Бычков

«29» апреля 2022 г.

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе по теме:

**«Влияние изменения уровня воды в озере Байкал на состояние экосистемы озера,
определение ущерба объектам экономики и инфраструктуры прибрежной
территории Республики Бурятия, Иркутской области в зависимости от уровней
озера и сбросов Иркутской ГЭС»**

Шифр научной темы FWEW-2021-0009

**«Формирование информационно-аналитической базы в целях: определения
влияния изменения уровня озера Байкал на экосистему его мелководной зоны и
прибрежных территорий, включая экономические и социальные факторы; анализ
методического обеспечения мониторинга уровня озера Байкал»**

(отчет 1 этапа)

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

ФГБУН «Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова» (ИДСТУ) СО РАН (реферат, введение, заключение, общая редакция, разделы 1.4.2, 1.4.4);

ФГБУН «Лимнологический институт» (ЛИН) СО РАН (разделы 1.1.1, 1.2.2);

ФГБУН «Институт географии им. В.Б. Сочавы» (ИГ) СО РАН (разделы 1.2.1, 1.3.1, 1.4.4, Приложения Б.1–Б.10);

ФГБУН «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева» (ИСЭМ) СО РАН (разделы 1.3.3, 1.4.1, 1.4.2, 2.1.1, 2.1.2, 2.2, 2.3, Приложения В.1–В.8);

ФГБУН «Байкальский институт природопользования» (БИП) СО РАН (разделы 1.3.2, 1.3.4, 1.4.3, 2.1.2.2, 2.1.2.3);

ФГБУ «Государственный гидрологический институт» (ГГИ) Росгидромета (разделы 2.1.1, 2.1.2, 2.2, 2.3);

ФГБУН «Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии» Байкальский филиал (БайкалНИРО) Росрыболовства (разделы 1.1.3, 1.1.4, Приложения А.1, А.2);

ФГБУН «Институт общей и экспериментальной биологии (ИОЭБ) СО РАН (раздел 1.1.5);

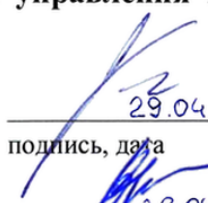
ФГБУН «Геологический институт» (ГИН) СО РАН (раздел 1.1.6);

ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет» (ИГУ) Минобрнауки (раздел 1.1.2).

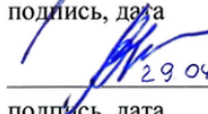
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ПО ИНСТИТУТАМ

ФГБУН «Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова» (ИДСТУ) СО РАН


Директор ИДСТУ СО РАН, академик РАН,
научный руководитель работы


29.04.2022 И.В. Бычков
подпись, дата

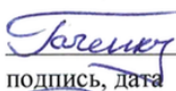
Главный научный сотрудник, д.т.н.,
отв. исполнитель


29.04.2022 В.М. Никитин
подпись, дата


Первый зам. директора по информатизации, к.т.н.


29.04.2022 А.Е. Хмельнов
подпись, дата


Старший научный сотрудник,
к.т.н.


29.04.2022 А.С. Гаченко
подпись, дата

Ученый секретарь,
к.т.н.


29.04.2022 Е.С. Ферферов
подпись, дата

Старший научный сотрудник,
д.э.н.


29.04.2022 И.И. Орлова
подпись, дата

ФГБУН «Лимнологический институт» (ЛИН) СО РАН

Директор ЛИН СО РАН, д.г.-м.н., руководитель работы
(разделов)

А.П. Федотов

Г.н.с., д.б.н.

О.А. Тимошкин

Г.н.с., д.г.н.

Т.В. Ходжер

Г.н.с., д.б.н.

Н.А. Бондаренко

С.н.с., к.ф.-м.н.

И.А. Асламов

С.н.с., зав. лаб., к.б.н.

Е.В. Дзюба

С.н.с., к.г.н.

В.М. Домышева

С.н.с., к.г.н.

Н.А. Онищук

С.н.с., к.г.н.

Т.Г. Потемкина

С.н.с., к.г.н.

И.В. Томберг

С.н.с., к.г.н.

Л.М. Сороковинова

С.н.с., к.г.н.

В.Н. Синюкович

С.н.с., рук. группы

И.В. Ханаев

С.н.с., к.б.н.

А.И. Широкая

С.н.с., к.б.н.

Н.Г. Шевелева

С.н.с., к.б.н.

М.Ю. Суслowa

Н.с., к.б.н.

В.В. Мальник

Н.с.

П.Н. Аношко

Гл. специалист

Е.М. Тимошкина

Нормоконтролер

Н.В. Максимова

ФГБУН «Институт географии им. В.Б. Сочавы» (ИГ) СО РАН

Директор ИГ СО РАН, д. г.н, руководитель работы (разделов)	И.Н. Владимиров
Гл. науч. сотр., докт. геогр. наук	Л.М. Корытный
Зав. лаб., вед.н. с., канд. геогр. наук, отв. исполнитель НИР	О.В. Гагарина
Зав. лаб., вед.н. с., канд. геогр. наук	И.А. Белозерцева
Зав. лаб., вед.н. с., канд. геогр. наук	Д.В. Кобылкин
Зав. лаб., вед. науч. сотр., докт. геогр. наук	Т.И. Заборцева
Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	Г.Б. Дугарова
Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	О.В. Евстропьева
Уч секретарь, ст.науч.сотр., канд. геогр. наук	Н.В. Емельянова
Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	Е.А. Ильичева
Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	Е.Л. Макаренко
Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	М.Ю. Опекунова
Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	В.А. Преловский
Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	А.А. Сороковой
Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	А.П. Софронов
Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	Ц.Б. Дашпилов
Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	М.В. Цыганкова
Ведущий инженер	И.Ю. Амосова
Ведущий инженер	И.О. Андреева
Ведущий инженер	А.В. Бардаш
Ведущий инженер	О.А. Игнатова
Ведущий инженер	В.В. Захаров
Ведущий инженер	М.В. Павлов
Ведущий инженер	А.А. Черенев
Инженер	Ю.К. Ланкин

ФГБУН «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева» (ИСЭМ) СО РАН

Зав. лабораторией гидроэнергетических и водохозяйственных систем ИСЭМ СО РАН, д.т.н., руководитель работы (разделов)	В.М. Никитин
Старший научный сотрудник, к.т.н.	Н.В. Абасов
Научный сотрудник, к.т.н.	Е.Н. Осипчук
Ведущий специалист, к.г.н.	Т.В. Бережных
Старший инженер	М.М. Каленикова
Инженер-исследователь	В.М. Бердников
Инженер-исследователь	В.А. Петрухина

ФГБУН «Байкальский институт природопользования» (БИП) СО РАН

Руководитель НИР, научный руководитель БИП СО РАН, д-р геогр. наук, акад. РАН	А.К. Тулохонов
Директор, зав. лаб., д-р геогр. наук, чл.-корр. РАН	Е.Ж. Гармаев
Зав. лаб., ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	В.С. Батомункуев
Зав. лаб., гл. науч. сотр., д-р экон. наук	А.С. Михеева
Вед. науч. сотр., д-р экон. наук	Т.Б. Бардаханова
Ст. науч. сотр., д-р экон. наук	Л.Б-Ж. Максанова
Ст. науч. сотр., канд. техн. наук	А.А. Аюржанаев
Ст. науч. сотр., канд. хим. наук	С.Г. Доржиева
Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	Д.Ц.-Д. Жамьянов
Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	Э.Д. Санжеев
Ст. науч. сотр., канд. техн. наук	Б.З. Цыдыпов
Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук	С.Г. Андреев
Науч. сотр., канд. экон. наук	С.Н. Аюшеева
Науч. сотр., канд. экон. наук	Д.А. Дарбалаева
Науч. сотр., канд. геогр. наук	М.А. Жарникова
Науч. сотр., канд. экон. наук	Н.Б. Лубсанова
Науч. сотр., канд. геогр. наук	П.В. Осодоев
Науч. сотр., канд. геогр. наук	И.Д. Ульзетуева
Науч. сотр., канд. биол. наук	Ж.Б. Алымбаева
Науч. сотр., канд. геогр. наук	А.Л. Волошин
Мл. науч. сотр.	Т.Ш. Рыгзынов
Мл. науч. сотр.	Б.В. Содномов
Мл. науч. сотр.	В.Э. Цыдыпов
Мл. науч. сотр.	В.Н. Черных
Ведущий инженер	З.Е. Банзаракцаев
Ведущий инженер	Д.Б. Дабаева
Ведущий инженер	Ю.Б. Жамьянова
Инженер 1 кат.	Н.Б. Ботоева

ФГБУ «Государственный гидрологический институт» (ГГИ)

Ответственный исполнитель, зав. отделом водных ресурсов, д-р геогр. наук	В.Ю.Георгиевский
Вед. научн. сотр., д-р геогр. наук	А.В.Измайлова
Ст. научн. сотр.	Т.В.Фуксова
Вед. инженер-программист	Т.Г.Молчанова
Мл.научн.сотр.	Е.В.Акилов
Вед. инженер	Е.А.Грек
Мл.научн.сотр.	Е.Н.Грек
Вед. инженер	О.М.Кузнецова
Вед. инженер	Н.И. Чистякова
Нормоконтролер	О.М.Кузнецова

ФГБУН «Институт общей и экспериментальной биологии» (ИОЭБ) СО РАН

Директор ИОЭБ СО РАН, д-р. биол. наук, проф., руководитель работы (разделов)	Л.Л.Убугунов
Ст. науч. сотр., канд. биол. наук	С.В. Зайцева
Зав. лаб, канд. биол. наук	Д.Р. Балданова
Г.н.с., д-р. биол. наук	А.Б. Гынинова
Зав. лаб., д-р. биол. наук	О.А. Аненхонов
Ст. науч. сотр., д-р биол. наук	А.А. Ананин
Зав. лаб., канд. биол. наук	Н.Г. Борисова
Ст. науч. сотр., д-р биол. наук	Л.Д. Балсанова
Нормоконтролер	А.И. Старков

ФГБУН «Геологический институт» (ГИН) СО РАН

Зав. лабораторией, д.г.-м.н., руководитель работы (разделов)	А.М. Плюснин
Научный сотрудник, к.г.н.	Е.Г. Перязева
Научный сотрудник, к.г.-м.н.	А.В. Украинцев
Научный сотрудник, к.г.н.	М.К. Чернявский
Младший научный сотрудник	Н.А. Ангахаева
Аспирант	Т.В. Чередова

ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет» (ИГУ) Минобрнауки

Декан биолого-почвенного факультета, зав.кафедрой зоологии позвоночных и экологии, зав.кафедрой Водных ресурсов ЮНЕСКО при ИГУ, д.б.н., профессор, руководитель работ (раздела)	А.Н. Матвеев
к.б.н., доцент	В.П. Самусенок
к.б.н., доцент	А.И. Вокин
к.б.н., доцент	А.Л. Юрьев
к.б.н., доцент	Е.А. Мишарина
к.б.н., доцент	Е.Б. Говорухина

ФГБУН «Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии» Байкальский филиал (БайкалНИРО) Росрыболовства

Научный сотрудник, к.б.н., отв. исполнитель раздела	Д.В. Матафонов
Старший научный сотрудник, к.б.н., отв. исполнитель раздела	А.В. Базов
Старший специалист	К.М. Кожемякин
Специалист	Е.С. Колпакова
Младший специалист	С.С. Убонов
Младший специалист	К.В. Слугина

РЕФЕРАТ

Отчет: 484 страницы, 59 рисунков, 71 таблица, 572 источника, 20 приложений.

ОЗЕРО БАЙКАЛ, ЭКОСИСТЕМА, УРОВЕННЫЕ РЕЖИМЫ, МОНИТОРИНГ, ВОДНАЯ СРЕДА, ОХРАНА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ, СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, РЕЖИМЫ ГЭС, ПРАВИЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.

Отчет состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы, приложений.

Во **введении** обозначена постановка проблемы, цели и задачи работы.

В 1-й главе отчета «Аналитическое обеспечение определения влияния изменения уровня озера Байкал на экосистему его мелководной зоны и прибрежных территорий» представлены следующие разделы.

1.1. Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на состояние водной среды, гидробионтов, прибрежных ландшафтов и экосистем. Критический анализ наиболее «уязвимых» звеньев экосистем Байкала и сопредельных территорий от изменчивости его уровня.

Проведен анализ влияния колебаний уровня Байкала на сезонные экологические характеристики ихтиофауны. Установлены взаимосвязи в системе уровень Байкала-изменчивость гидролого-химических характеристик нагульных акваторий молоди байкальской ихтиофауны и качество созревания молоди.

Выполнен анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на миграционный комплекс гидробионтов, качественные и количественные показатели зообентоса, структуру популяций и биологические показатели, питание рыб, населяющих литоральную и прибрежно-соровую зону оз. Байкал.

Проведены анализ и оценки качественных и количественных показателей зоопланктона и зообентоса прибрежно-соровой зоны Северного Байкала, Селенгинского мелководья, Посольского сора и залива-сора Провал.

Проведен анализ воздействия изменения уровня озера Байкал на сроки и динамику нерестового хода омуля в притоки озера. Представлены данные по срокам и динамике ската личинок омуля из основных нерестовых рек.

Проведен анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на микробные сообщества воды и донных осадков; паразитофауну гидробионтов; почвенный покров; растительный покров; животный мир мелководных и прибрежных экосистем озера Байкал на территории Республики Бурятия.

Проведены оценки влияния колебаний уровня оз. Байкал на береговую линию и прибрежные ландшафты.

1.2. Характеристика природных условий и ресурсов прибрежной зоны оз. Байкал. Анализ современных проблем в состоянии водных биологических ресурсов озера и возможных сценариев дальнейшего их развития.

Изложен анализ методологических основ и рассмотрены основные подходы и методы исследований процессов трансформации компонентов природной среды побережья при колебаниях уровня оз. Байкал. Представлен покомпонентный анализ прибрежных ландшафтов, содержащий аналитическую физико-географическую информацию для оценки экологических потерь при затоплении/подтоплении территории. Дана расширенная гидролого-геоморфологическая характеристика побережья, рассмотрены факторы и динамика современной и потенциально возможной трансформации береговых зон водоемов, в том числе устьевых систем притоков. Выделен ряд ключевых участков, наиболее уязвимых к колебаниям уровня водоемов.

Приведены характеристики водных биологических ресурсов: характеристика прибрежной зоны озера Байкал до и после строительства Иркутской ГЭС, санитарно-микробиологическая оценка качества вод, особенности сезонной и межгодовой динамики гидрохимических показателей интерстициальных, приурезовых, поверхностных и придонных вод прибрежной зоны Байкала в современный период, состояние запасов пелагического комплекса коттоидных рыб (голомянки, желтокрылки) в условиях депрессии численности байкальского омуля и высокой численности байкальского тюленя.

Проведен анализ современных проблем в состоянии водных биологических ресурсов озера Байкал и возможных сценариев дальнейшего их развития.

1.3. Анализ материалов о влиянии колебания уровня озера Байкал на состояние социально-хозяйственных систем прибрежных территорий. Оценка обеспеченности населения водой, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям в многоводные и маловодные периоды в населенных пунктах прибрежной зоны озера Байкал, Иркутского водохранилища и нижнего бьефа Иркутской ГЭС.

Дано описание современного состояния социально-хозяйственных систем прибрежных территорий озера Байкал в границах Иркутской области и Иркутского водохранилища, подверженных влиянию колебания уровня Байкала: жилищной инфраструктуры, хозяйственной деятельности, дорожно-транспортной инфраструктуры, социальных объектов, земельного фонда и др.

Проведен анализ материалов о влиянии колебания уровня озера Байкал на состояние социально-хозяйственных систем прибрежных территорий в пределах административных границ Республики Бурятия.

Представлены оценки обеспеченности населения водой, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям, в многоводные и маловодные периоды в населенных пунктах прибрежной зоны озера Байкал в границах Иркутской области (включая Иркутское водохранилище и нижний бьеф Иркутской ГЭС) и Республики Бурятия.

1.4. Анализ нормативно-правовой базы и материалов в области использования и охраны природных ресурсов и социально-экономических рисков при изменениях уровня воды оз. Байкал.

Приводится исторический обзор разработки и функционирования правил ПИВР Иркутского водохранилища (оз. Байкал) с учетом действующего законодательства, а также современной методики управления водными ресурсами водохранилищ с помощью диспетчерских графиков. Рассмотрены проблемы и противоречия действующих ПИВР. Сделан вывод, что основная до сих пор нерешенная проблема заключается в обосновании допустимых границ диапазона колебаний уровня воды в озере и правил регулирования уровня режима исходя из компромисса противоречивых интересов различных водопользователей и требований экосистемы в условиях значительной изменчивости притока. При этом главным фактором, влияющим на диапазон колебаний уровня, является приток воды в озеро, имеющий случайный, природно обусловленный характер.

Отмечено, что современные проблемы управления водными ресурсами Иркутского водохранилища (озера Байкал) с учетом экологических, социально-экономических, климатических и других факторов остаются нерешенными. Также проблемой обозначено то, что в настоящее время научно обоснованные экологические требования, подкрепленные фактическими данными мониторинга (сопряженного уровня и экологического) и имеющие возможность практического использования в правилах регулирования уровня режима оз. Байкал, отсутствуют.

Рассмотрены социально-экономические риски в нижнем бьефе Иркутской ГЭС при регулировании уровня озера Байкал и расходов Иркутской ГЭС в маловодные (при низких расходах через ГЭС) и многоводные (при повышенных расходах через ГЭС) периоды.

Проведен анализ нормативно-правовой базы и материалов по оценке социально-экономических рисков при изменениях уровня воды оз. Байкал в Республике Бурятия, нормативно-правовых документов, регулирующих экологические и социально-экономические риски на Байкальской природной территории.

Во 2-й главе отчета «Аналитическое обеспечение оценки изменения водного баланса озера Байкал» представлены следующие разделы.

2.1. Анализ многолетней динамики притока речных вод в озеро, осадков на его поверхность и испарения с акватории.

Представлено описание современной системы гидрометеорологического мониторинга озера. Проведен обзор работ по исследованию водного баланса Байкала.

Представлены количественные показатели динамики изменения составляющих водного баланса Байкала за многолетний период (изменения осадков на поверхность, объемов стока через Иркутскую ГЭС, испарения с поверхности озера, полезного притока).

Проведен анализ водного стока на монгольской части водосборной территории оз. Байкал с целью выявления синхронности формирования высокой водности на сопредельных территориях.

Приведенный материал показывает значительные колебания всех составляющих водного баланса озера с продолжительными циклическими их изменениями. Проблемой остается точность их определения, особенно полезного притока.

2.2. Оценка изменения основных параметров естественных составляющих водного баланса озера Байкал в условиях современных климатических изменений и антропогенного воздействия.

Рассмотрены климатические изменения в бассейне водосбора озера. Отмечено, что период 1996-2020 гг. характеризуется значительными изменениями основных метеорологических характеристик в бассейне водосбора озера по сравнению с периодом 1956-1995 гг. Проводится сравнение средних значений составляющих водного баланса для различных периодов времени. Сделан вывод, что основными факторами, определившими изменения составляющих водного баланса в современный период, являются региональные климатические изменения в бассейне озера, которые проявились в уменьшении поверхностного притока в озеро и увеличении испарения в предзимний период.

2.3. Анализ действующей методики мониторинга уровня озера Байкал.

Представлена характеристика сети наблюдений за уровнем Байкала. Показана схема расположения гидрологических постов. Рассмотрена методика расчета среднего уровня Байкала. Проведен анализ среднесуточных характеристик изменения уровня озера на гидрологических постах за разные периоды времени. Сделаны выводы по многолетней изменчивости составляющих водного баланса озера.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	18
1 АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ НА ЭКОСИСТЕМУ ЕГО МЕЛКОВОДНОЙ ЗОНЫ И ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ	23
1.1 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на состояние водной среды, гидробионтов, прибрежных ландшафтов и экосистем. Критический анализ наиболее «уязвимых» звеньев экосистем Байкала и сопредельных территорий от изменчивости его уровня	23
1.1.1 Анализ влияния колебаний уровня Байкала на сезонные экологические характеристики ихтиофауны. Взаимосвязи в системе уровень Байкала-изменчивость гидролого-химических характеристик нагульных акваторий молоди байкальской ихтиофауны и качество созревания молоди	23
1.1.1.1 Байкальский омуль	24
1.1.1.2 Анализ влияния уровня озера Байкал на нерестилища желтокрылки	28
1.1.2 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на миграционный комплекс гидробионтов, качественные и количественные показатели зообентоса, структуру популяций и биологические показатели, питание рыб, населяющих литоральную и прибрежно-соровую зону оз. Байкал	36
1.1.2.1 Влияние изменения уровня на миграционный комплекс гидробионтов в литоральной зоне оз. Байкал	36
1.1.2.2 Влияние изменения уровня на качественные и количественные показатели зообентоса в литоральной зоне пролива Малое Море	41
1.1.2.3 Влияние изменения уровня на структуру рыбного населения литоральной зоны оз. Байкал; структуру популяций и биологические показатели бычка желтокрылки, особенности использования нерестилищ в различные фазы водного режима оз. Байкал; структуру популяций, биологические особенности и питание рыб, населяющих литоральную и прибрежно-соровую зону оз. Байкал	49
1.1.3 Анализ качественных и количественных показателей зоопланктона и зообентоса прибрежно-соровой зоны Северного Байкала, Селенгинского мелководья, Посольского сора и залива-сора Провал	56
1.1.3.1 Влияние колебаний уровня озера Байкал на качественные и количественные показатели зоопланктона прибрежно-соровой зоны.....	57
1.1.3.2 Влияние колебаний уровня озера Байкал на качественные и количественные показатели зообентоса прибрежно-соровой зоны	69
1.1.4 Анализ воздействия изменения уровня озера Байкал на сроки и динамику нерестового хода омуля в притоки озера. Данные по срокам и динамике ската личинок омуля из основных нерестовых рек.....	78
1.1.5 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на микробные сообщества воды и донных осадков; паразитофауну гидробионтов; почвенный покров; растительный покров; животный мир (насекомые, птицы, мелкие млекопитающие) мелководных и прибрежных экосистем озера Байкал на территории Республики Бурятия	86

1.1.5.1 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на микробные сообщества воды и донных осадков	86
1.1.5.2 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на паразитофауну гидробионтов	89
1.1.5.3 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на почвенный покров	90
1.1.5.4 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на состояние растительного покрова	93
1.1.5.5 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на наземных животных	96
1.1.6 Анализ влияния колебаний уровня на береговую линию и прибрежные ландшафты	104
1.1.6.1 Анализ фондовых и опубликованных данных о развитии абразионных, суффозионных, оползневых процессов в населенных пунктах, расположенных на побережье озера Байкал в границах Республики Бурятия	105
1.1.6.2 Анализ данных о современном состоянии песчаных островов Ярки, островов в Ангарском Соре в северном Байкале, острова Карга-Бабыя, п-ова Карга, островов в дельте Селенги в Центральном Байкале, подверженных размыву	112
1.2 Характеристика природных условий и ресурсов прибрежной зоны оз. Байкал. Анализ современных проблем в состоянии водных биологических ресурсов озера и возможных сценариев дальнейшего их развития	121
1.2.1 Характеристика природных условий и ресурсов прибрежных территорий	121
1.2.1.1 Побережье озера Байкал	121
1.2.1.2 Побережье Иркутского водохранилища, р. Ангары ниже Иркутской ГЭС	130
1.2.1.3 Поверхностные воды, устьевые системы притоков озера Байкала	135
1.2.1.4 Подземные воды, гидрогеологические подразделения побережий озера Байкал и Иркутского водохранилища	144
1.2.1.5 Ландшафты прибрежных территорий	147
1.2.1.6 Почвенный покров	155
1.2.1.7 Растительность прибрежной зоны озера Байкал	161
1.2.1.8 Животный мир	174
1.2.1.9 Ключевые участки побережья, наиболее уязвимые к колебаниям уровня воды в оз. Байкал	179
1.2.2 Характеристика водных биологических ресурсов	183
1.2.2.1 Междисциплинарная характеристика прибрежной зоны озера Байкал до и после строительства Иркутской ГЭС	183
1.2.2.2 Санитарно-микробиологическая оценка качества вод	203
1.2.2.3 Особенности сезонной и межгодовой динамики гидрохимических показателей интерстициальных, приурезовых, поверхностных и придонных вод прибрежной зоны Байкала в современный период	206
1.2.2.4 Состояние запасов пелагического комплекса коттоидных рыб (голомянки, желтокрылки) в условиях депрессии численности байкальского омуля и высокой численности байкальского тюленя	213
1.2.2.5 Анализ современных проблем в состоянии водных биологических ресурсов озера и возможных сценариев дальнейшего их развития	220

1.3 Анализ материалов о влиянии колебания уровня озера Байкал на состояние социально-хозяйственных систем прибрежных территорий. Оценка обеспеченности населения водой, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям в многоводные и маловодные периоды в населенных пунктах прибрежной зоны озера Байкал, Иркутского водохранилища и нижнего бьефа Иркутской ГЭС	227
1.3.1 Современное состояние социально-хозяйственных систем прибрежных территорий озера Байкал (в границах Иркутской области) и Иркутского водохранилища, подверженных влиянию колебания уровня	227
1.3.1.1 Жилищная инфраструктура	228
1.3.1.2 Хозяйственная деятельность	230
1.3.1.3 Дорожно-транспортная инфраструктура	230
1.3.1.4 Социальные и некоммерческие объекты	231
1.3.1.5 Рекреационная деятельность	233
1.3.1.6 Земельный фонд.....	234
1.3.2 Анализ материалов о влиянии колебания уровня озера Байкал на состояние социально-хозяйственных систем прибрежных территорий в пределах административных границ Республики Бурятия.....	237
1.3.3 Оценка обеспеченности населения водой, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям в многоводные и маловодные периоды в населенных пунктах прибрежной зоны озера Байкал (в границах Иркутской области), Иркутского водохранилища и нижнего бьефа Иркутской ГЭС	252
1.3.4 Оценка обеспеченности населения водой, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям в многоводные и маловодные периоды в населенных пунктах прибрежной зоны озера Байкал в пределах административных границ Республики Бурятия	263
1.4 Анализ нормативно-правовой базы и материалов в области использования и охраны природных ресурсов и социально-экономических рисков при изменениях уровня воды оз. Байкал	276
1.4.1 Анализ действующих правил использования водных ресурсов Иркутского водохранилища (озера Байкал) – проблемы и противоречия	276
1.4.1.1 История вопроса: ПИВР Иркутского водохранилища, начиная с проекта Иркутской ГЭС	276
1.4.1.2 Проблемы и противоречия действующих ПИВР	278
1.4.1.3 Экологические требования и ограничения при управлении водными ресурсами на основе ПИВР	284
1.4.2 Социально-экономические риски в нижнем бьефе Иркутской ГЭС при регулировании уровня озера Байкал и расходов Иркутской ГЭС	288
1.4.2.1 Риски маловодных периодов (низких расходов Иркутской ГЭС).....	289
1.4.2.2 Риски многоводных периодов (повышенных расходов Иркутской ГЭС) ...	293
1.4.3 Анализ нормативно-правовой базы и материалов по оценке социально-экономических рисков при изменениях уровня воды оз. Байкал в Республике Бурятия	299
1.4.4 Анализ нормативно-правовых документов, регулирующих экологические и социально-экономические риски на Байкальской природной территории	310
1.4.4.1 Основные правовые нормы в сфере сохранения озера Байкал.....	310
1.4.4.2 Анализ нормативно-правовых документов, регулирующих экологические и социально-экономические риски	318

2 АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНОГО БАЛАНСА ОЗЕРА БАЙКАЛ	321
2.1 Анализ многолетней динамики притока речных вод в озеро, осадков на его поверхность и испарения с акватории	321
2.1.1 Современная система гидрометеорологического мониторинга озера Байкал ...	321
2.1.2 Составляющие водного баланса.....	323
2.1.2.1 Динамика изменения поверхностного притока.....	324
2.1.2.2 Анализ среднемесячных показателей поверхностного стока рек за период наблюдений в пределах административных границ Республики Бурятия, в том числе рек Селенга, Баргузин, Верхняя Ангара, Турка.....	329
2.1.2.3 Анализ водного стока на монгольской части водосборной территории оз. Байкал за многолетний период с целью выявления синхронности формирования высокой водности на сопредельных территориях.....	331
2.1.2.4 Динамика изменения осадков на поверхность озера	334
2.1.2.5 Динамика изменения объемов стока (расходов) через Иркутскую ГЭС	335
2.1.2.6 Динамика изменения испарения с поверхности озера.....	337
2.1.2.7 Динамика изменения полезного притока.....	338
2.2 Оценка изменения основных параметров естественных составляющих водного баланса озера Байкал в условиях современных климатических изменений и антропогенного воздействия	340
2.2.1 Климатические изменения в бассейне водосбора озера.....	340
2.2.2 Сравнение средних значений составляющих водного баланса между периодами 1960-1995 и 1996-2020 гг.	341
2.2.3 Сравнение показателей балансов для маловодных периодов.....	344
2.3 Анализ действующей методики мониторинга уровня озера Байкал	346
2.3.1 Характеристика сети наблюдений за уровнем и методика расчета среднего уровня озера	346
2.3.2 Анализ среднесуточных характеристик уровня на гидрологических постах.....	350
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	355
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	362
ПРИЛОЖЕНИЕ А.1 Динамика захода нерестового омуля в р. Селенгу в 1967-2021 гг.....	396
ПРИЛОЖЕНИЕ А.2 Динамика захода нерестового омуля в р. Баргузин в 2005-2021 гг.....	401
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.1 Покомпонентное описание береговой зоны (структурно-морфологические, геологические и гидроморфологические характеристики).....	403
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.2 Районирование Иркутского водохранилища по степени опасности возникновения и развития опасных геологических процессов	412
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.3 Районирование участка нижнего бьефа Иркутской ГЭС по степени опасности возникновения и развития опасных геологических процессов	416
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.4 Гидрогеологическая карта территорий, прилегающих к озеру Байкал (Иркутская область) и Иркутскому водохранилищу	423
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.5 Схема размещения участков Государственной опорной наблюдательной сети	424
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.6 Участки Государственной опорной наблюдательной сети	425
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.7 Систематический список ландшафтов побережья озера Байкал (полоса 1 км) в границах Иркутской области и Республики Бурятия.....	426

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.8 Охраняемые виды флоры, популяции которых могут пострадать в результате колебаний уровня оз. Байкал (Красная книга Республики Бурятия 2013г)	429
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.9 Общая характеристика потенциальных зон затопления/подтопления по хозяйственному использованию территории в разрезе категорий земель и разрешенному использованию участков, выделенных в собственность	431
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.10 Сведения о причальных, гидротехнических сооружениях, расположенных на оз. Байкал.....	454
ПРИЛОЖЕНИЕ В.1 Поверхностный приток, осадки на поверхность, испарение с поверхности и полезный приток в оз. Байкал.....	457
ПРИЛОЖЕНИЕ В.2 Расходы воды через Иркутскую ГЭС	465
ПРИЛОЖЕНИЕ В.3 Уровни оз. Байкал.....	467
ПРИЛОЖЕНИЕ В.4 Динамика изменения объемов полезного притока в оз.Байкал по кварталам	470
ПРИЛОЖЕНИЕ В.5 Динамика изменения объемов поверхностного притока в оз.Байкал по кварталам.....	474
ПРИЛОЖЕНИЕ В.6 Динамика изменения объемов осадков на поверхность в оз.Байкал по кварталам.....	476
ПРИЛОЖЕНИЕ В.7 Динамика изменения объемов испарения с поверхности в оз.Байкал по кварталам.....	478
ПРИЛОЖЕНИЕ В.8 Сравнение статистических показателей водного баланса оз.Байкал между периодами 1971-1995 и 1996-2020гг. по кварталам	480

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

АНХК – Ангарская нефтехимическая компания
АЭХК – Ангарский электролизный химический комбинат
БАМ – Байкало-Амурская магистраль
БВУ – бассейновое водное управление
БПЛА – беспилотный летательный аппарат
БПТ – Байкальская природная территория
БРЗ – Большереченский рыбоводный завод
БС – Балтийская система высот
БЦБК – Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат
ВПА – виртуально-популяционный анализ
ВХС – водохозяйственная система
ГВВ – горизонт высоких вод
ГГИ – Государственный гидрологический институт
ГИПЭ – Государственный институт прикладной экологии
ГМЦ – гидрометеорологический центр
ГНВ – горизонт низких вод
ГЭС – гидроэлектростанция
ДГ – диспетчерский график
ЕГРН – единый государственный реестр недвижимости
ЕДС – единая диспетчерская служба
ИВП РАН – Институт водных проблем
ИГЭС – Иркутская гидроэлектростанция
ИЗК СО РАН – Институт земной коры
ИСЭМ СО РАН – Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева
КОЕ – колониеобразующие единицы
КС – коэффициент самоочищения
КУВ – колебания уровня воды
ЛИН СО РАН – Лимнологический институт
ЛЭП – линия электропередачи
МЭГ – морфо-экологические группы
НМК – ночной миграционный комплекс
ННН – незаконный, несообщаемый и нерегулируемый
НПА – нормативно-правовой акт
НПУ – нормальный подпорный уровень
НС – насосная станция
ОДУ – объединенное диспетчерское управление

ОКБ – обобщенные колиформные бактерии
ОМЧ – общее микробное число
ОНТ – огородническое некоммерческое товарищество
ООПТ – особо охраняемые природный территории
ОТЕ – операционные таксономические единицы
ОЧМ – общая численность микроорганизмов
ОЭЗ – особые экономические зоны
ПДК – предельно-допустимая концентрация
ПЗТ – потенциально-затапливаемые территории
ПИВР – правила использования водных ресурсов
ПМС – путевая машинная станция
ПТЭБ – правила технической эксплуатации и благоустройства
ПЭРПВ – прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод
РСЧС – единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций
СВМ – суточная вертикальная миграция
СНТ – садоводческое некоммерческое товарищество
ТКБ – толерантные колиформные бактерии
ТО – Тихоокеанская система высот
ТОС – территориальная общественная система
ТРТ – территории рекреационного типа
ТЭЦ – теплоэлектростанция
УГМС – управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
УМО – уровень мертвого объема
УС – устьевая система
ФИБ – фекальные индикаторные бактерии
ФПУ – форсированный подпорный уровень
ХПК – химическое потребление кислорода
ЦГМС – Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
ЦЭЗ – центральная экологическая зона

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос о регулировании уровня озера Байкал обсуждается с момента завершения строительства Иркутской ГЭС в конце 50-х годов. В настоящее время он остается одним из наиболее актуальных, так как непосредственно касается уникального природного объекта – озера Байкал и сохранения его экосистемы, учета интересов прилегающих территорий – субъектов РФ, многочисленных водопотребителей и водопользователей.

В результате строительства Иркутского гидроузла изменились характеристики озера Байкал – средний уровень и внутригодовая амплитуда колебаний относительно средних многолетних значений, наблюдаемых в естественных условиях. В среднем за период эксплуатации Иркутской ГЭС (с 1960 г.) уровень озера увеличился на 80 см, средняя внутригодовая амплитуда на 2 см (87 и 85 см соответственно) при максимальном межгодовом диапазоне колебания уровня 2,15 м (2,0 м в естественных условиях). Сместились на более поздний период и средние сроки достижения сезонных минимальных и максимальных значений уровней.

Негативные последствия регулирования уровня озера были особенно заметны в 1983-1995 гг. – период повышенной водности. За 13 лет форсирование уровня Байкала (превышение отметки НПУ) происходило 10 раз (всего за период эксплуатации Иркутской ГЭС отметка 457,0 м превышалась 17 раз, отметка 456,0 м – 18 раз, в том числе в 1988 г. отметка уровня составила 457,42 м, в 1982 г. – 455,27 м) и далеко не все из них, за исключением многоводных 1985 и 1988 гг., были обусловлены сложившимися гидрологическими условиями. В результате отмечались значительные антропогенные воздействия на экосистему озера и прибрежную территорию, прежде всего на территорию Республики Бурятия – хозяйственные объекты, жилые дома, инфраструктуру, включая эрозионные, абразионно-аккумулятивные процессы в береговой зоне, гидрохимические и гидробиологические процессы в прибрежных зонах, возникшие в результате изменения уровня режима озера.

Всё это во многом стало предпосылками принятия Постановления Правительства РФ от 26.03.2001 № 234 «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности». Установление предельных уровней озера Байкал Правительством РФ обосновывалось необходимостью реализации статьи 7 Федерального закона от 01.05.1999 № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал»: «В целях охраны уникальной экологической системы озера Байкал и предотвращения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на её состояние устанавливается запрет на повышение уровня воды в озере Байкал выше максимальных значений и снижение

уровня воды в озере Байкал ниже минимальных значений, установленных Правительством Российской Федерации». С 2001 г. в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 234 минимальные и максимальные значения уровней воды в озере Байкал были ограничены метровым диапазоном – 456,00 и 457,00 м ТО (в 2 раза ниже максимального межгодового диапазона, наблюдаемого в естественных условиях).

Начиная с 1996 г. в бассейне озера Байкал установился рекордный по продолжительности мягкий маловодный период с незначительными отклонениями притока воды в озеро от среднемноголетних значений (в среднем около 90% нормы). В 2001-2013 гг. среднегодовой приток в оз. Байкал редко и незначительно превышал среднемноголетние значения и требования Постановления № 234, прежде всего по этой причине, выполнялись без нарушений и в полном объеме. Однако с 2014 г. наступило экстремальное маловодье, продолжавшееся 4 года, рекордное с начала эксплуатации Иркутского гидроузла и за весь период наблюдений – приток в озеро Байкал в 2014-2017 гг. составил лишь 60-67% от нормы. Несмотря на установленные с октября 2014 г. минимально допустимые расходы воды через Иркутскую ГЭС в объеме 1300(1250) м³/с по условиям обеспечения нормальной работы водозаборов в нижнем бьефе, поддерживаемые рекордно длительный непрерывный период (4 года), уровень озера Байкал не удавалось удерживать на установленной законодательством минимально допустимой отметке 456,00 м ТО и он опускался в 2015-2018 гг. до отметок 455,91 - 455,71 м ТО.

В 2015-2017 гг. Правительство РФ вынуждено было выпустить три временных Постановления, регулирующих уровень озера Байкал – № 97 от 04.02.2015 г., № 626 от 01.07.2016 г. и № 1667 от 27.12.2017 г. Постановление № 1667 действовало до 01.01.2021 г. и предусматривало возможность расширения диапазона регулирования озера Байкал с 1 до 2,31 м (диапазон 455,54–457,85 м ТО) в зависимости от складывающихся гидрологических условий – средней, малой или большой водности. Данный диапазон сохранен и в действующем Постановлении № 654 от 27.04.2021 г.

В 2018-2019 гг. показатели вновь были в пределах средней водности и диапазон регулирования 456-457 м ТО соблюдался.

В 2020 г. при среднем годовом притоке, соответствующем обеспеченности 25% (верхняя граница средней водности или нижняя граница многоводного года по классификации Росстата), но при высоких притоках в августе и сентябре (обеспеченности 15% и 4% соответственно), несмотря на повышенные расходы через Иркутскую ГЭС (2700-2800 м³/с в сентябре-октябре), уровень озера повысился до 457,12 м ТО. При этом негативные последствия отмечались как на побережье озера Байкал, так и в нижнем бьефе Иркутской ГЭС.

2021 г. стал экстремально многоводным. Наблюдались ещё более сложные гидрологические условия: средний годовой приток имел обеспеченность 4%, несмотря на повышенные расходы Иркутской ГЭС начиная уже с мая (2500 м³/с) и до 3600 м³/с в сентябре и октябре, сопровождаемые холостыми сбросами и значительными затоплениями в нижнем бьефе Иркутской ГЭС, уровень озера Байкал в третьей декаде сентября достиг отметки 457,23 м ТО. Согласно выполненным расчетам, даже если бы расходы через Иркутскую ГЭС в этот период были повышены до предельно допустимых значений 4000-4500 м³/с (в соответствии с действующими ПИВР - п.3.3.2.), уровень озера не удалось бы удержать ниже 457,15 м ТО. Таким образом, за последние 8 лет только в двух годах из восьми выполнялись требования сохранения метрового диапазона регулирования, что говорит о недостаточной обоснованности Постановления № 234.

По результатам НИР, выполненной ИВП РАН с участием ИНЦ СО РАН и других организаций-исполнителей по заказу Росводресурсов в 2015 г., были определены предельно допустимые отметки уровня озера Байкал для всего теоретически возможного диапазона изменения водности с обеспеченностью от 0,01 до 99,99%. Этим предельным (экстремальным) обеспеченностям соответствуют предельно допустимые отметки 457,85 и 455,54 м ТО. Данные отметки и были включены в названные выше временные Постановления. В периоды средней и близкой к ней водности предусматривается сохранение метрового диапазона регулирования. При этом в заключительном отчете НИР 2015 г. отмечалась также неизбежность нарушения отметок 457,0 и 456,0 м в многоводные и маловодные годы для обеспеченностей ниже 30% в многоводные годы и выше 93% в маловодные годы соответственно, что в последующий период подтвердилось на практике.

Новых комплексных научных исследований по данной проблеме до настоящего времени не проводилось. Тем не менее до сих пор не решен ряд актуальных вопросов. Это прежде всего влияние уровня режима на экосистему с качественными, количественными и территориальными характеристиками и границами влияния, формированием экологических требований, их учет при регулировании уровня озера Байкал; возможные последствия и социально-экономические ущербы при разных условиях водности, уровнях озера и расходах через Иркутскую ГЭС с перечнем территорий и объектов, наиболее подверженных рискам и потенциальным ущербам; повышение точности мониторинга среднесуточного показателя уровня озера; совершенствование правил регулирования уровня озера Байкал и Иркутского водохранилища с учетом экологических, климатических и социально-экономических факторов и другие.

В действующем Постановлении № 654 не раскрываются понятия «средней, малой и большой водности», что создает правовую и практическую неопределенность при его выполнении. Данные понятия относятся к среднегодовым показателям водности, которые становятся известны только после окончания календарного года, в то время как решения по управлению режимами регулирования уровня озера необходимо принимать уже в июле и августе, то есть почти за полгода до определения фактического показателя среднегодовой водности.

В этой связи возникает необходимость в выполнении комплексной научно-исследовательской работы по обоснованию принципов регулирования уровня озера Байкал в разных условиях водности с учетом современных экологических, социально-экономических и водохозяйственных требований, сопровождаемых сопряженным мониторингом.

Ответы на названные вопросы предполагается получить в результате выполнения научных исследований по НИР «Влияние изменения уровня воды в озере Байкал на состояние экосистемы озера, определение ущерба объектам экономики и инфраструктуры прибрежной территории Республики Бурятия, Иркутской области в зависимости от уровней озера и сбросов Иркутской ГЭС», выполняемой в рамках госзадания ИДСТУ СО РАН совместно с другими институтами, находящимися под научно-методическим руководством СО РАН, Минобрнауки, Росгидромета и Росрыболовства, запланированные на 2021-2023 гг.

Целью работы является определение научно обоснованных требований к регулированию уровня озера Байкал и эколого-экономическая оценка последствий регулирования для Байкала и сопряженных территорий.

Задачи работы:

- Определение влияния изменения уровня озера Байкал на экосистему его мелководной зоны и прибрежных территорий.
- Социально-экономическая оценка последствий (ущербов) при изменении уровня Байкала и регулировании расходов Иркутской ГЭС.
- Подготовка предложений по минимизации рисков и потенциальных ущербов при регулировании уровня озера Байкал.

Задачей 1 этапа является формирование информационно-аналитической базы на основе ранее выполненных исследований и имеющихся источников информации.

На 1 этапе выполнены следующие исследования.

1. Аналитическое обеспечение определения влияния изменения уровня озера Байкал на экосистему его мелководной зоны и прибрежных территорий, в том числе:

– Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на состояние водной среды, гидробионтов, прибрежных ландшафтов и экосистем. Критический анализ наиболее «уязвимых» звеньев экосистем Байкала и сопредельных территорий от изменчивости его уровня.

– Характеристика природных условий и ресурсов прибрежной зоны оз. Байкал. Анализ современных проблем в состоянии водных биологических ресурсов озера и возможных сценариев дальнейшего их развития.

– Анализ материалов о влиянии колебания уровня озера Байкал на состояние социально-хозяйственных систем прибрежных территорий. Оценка обеспеченности населения водой, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям в многоводные и маловодные периоды в населенных пунктах прибрежной зоны озера Байкал, Иркутского водохранилища и нижнего бьефа Иркутской ГЭС.

– Анализ нормативно-правовой базы и материалов в области использования и охраны природных ресурсов и социально-экономических рисков при изменениях уровня воды оз. Байкал.

2. Аналитическое обеспечение оценки изменения водного баланса озера Байкал, в том числе:

– Анализ многолетней динамики притока речных вод в озеро, осадков на его поверхность и испарения с акватории.

– Оценка изменения основных параметров естественных составляющих водного баланса в условиях современных климатических изменений и антропогенного воздействия.

– Анализ действующей методики мониторинга уровня озера Байкал.

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ НА ЭКОСИСТЕМУ ЕГО МЕЛКОВОДНОЙ ЗОНЫ И ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Повышение уровня воды оз. Байкал в результате создания Иркутской ГЭС и её последующей эксплуатации является основополагающим фактором трансформации экосистемы и геосистем прибрежных территорий озера. Исследования этих процессов начаты с момента строительства ГЭС и актуальны в настоящее время. В данной главе на основе ранее выполненных исследований представлен анализ влияния изменений уровня на экосистему мелководной зоны, её отдельные компоненты, прибрежные ландшафты и социально-хозяйственные системы.

1.1 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на состояние водной среды, гидробионтов, прибрежных ландшафтов и экосистем. Критический анализ наиболее «уязвимых» звеньев экосистем Байкала и сопредельных территорий от изменчивости его уровня

1.1.1 Анализ влияния колебаний уровня Байкала на сезонные экологические характеристики ихтиофауны. Взаимосвязи в системе уровень Байкала-изменчивость гидролого-химических характеристик нагульных акваторий молоди байкальской ихтиофауны и качество созревания молоди

Колебания уровня воды представляют собой основную угрозу для рыб, обитающих постоянно в прибрежной зоне или использующих ее площади для размножения и нагула молоди [1–3].

Значительные колебания уровня воды влияют на динамику биогенных элементов в озерах [4, 5]. Колебания уровня воды могут увеличить высвобождение азота и фосфора из ранее подвергшихся осушению осадков при их повторном увлажнении [6]. Происходящее перераспределение органических и неорганических веществ из урезовой зоны в глубину может привести к изменениям в составе, распределении и численности первичных продуцентов, а высокое содержание органических веществ в воде способствует размножению бактерий [7–9].

Динамика уровня воды, а в связи с этим и состояние мелководий в весенне-летний период, играют важную роль для естественного воспроизводства некоторых видов байкальских рыб семейства Cottidae, т.к. в этот период в мелководной зоне располагаются их нерестилища.

1.1.1.1 Байкальский омуль

Влияние колебаний уровня Байкала на сезонные экологические характеристики популяционной динамики байкальского омуля (*Coregonus migratorius*, Georgi, 1775) может определяться воздействием:

- на динамику нагульных скоплений и их доступность для освоения промыслом;
- на процессы воспроизводства, в том числе формирование преднерестовых скоплений, путей миграции в дельтах нерестовых рек и доступность производителей для браконьерского вылова;
- на условия нагула молоди в сорах и заливах Байкала – температурный режим и кормовую базу.

Динамика уловов байкальского омуля определяется не только величиной промыслового запаса, но и динамикой нагульных миграций разных популяций. Период потепления, в том числе и вод Байкала, приводит к снижению промысловых уловов преимущественно потому, что меняется миграционное поведение. Это очевидно при сравнении данных вылова в смежные годы. Например, от 1938 к 1939 гг. промысловые уловы байкальского омуля снизились на 24%, на следующий год вылов возрос на 40%; от 1942 к 1943 г. увеличился на 25% и снизился к 1944 г. на 31%, от 1951 к 1953 г. – снизился на 24% и возрос от 1953 к 1954 г. на 50% [10]. Температурный оптимум взрослых особей составляет около 9°C. Прогретые выше 10-12°C воды омуль избегает. В периоды потеплений омуль избегает прибрежных вод и мелководных акваторий, каким является Малое Море и рассредоточивается в Селенгинском районе Байкала с прилегающей эпи- и мезопелагиалью Южного и Среднего Байкала [11]. Установлена связь особенностей распределения омуля с термическим режимом вод озера в длинных 20-22-летних циклах. В периоды потеплений омуля больше в Селенгинском районе, похолоданий – в Малом Море [12]. В малых 3-4 летних циклах такой прямой связи не обнаруживалось [13]. Кроме того, в благоприятные годы, характеризующиеся ранним прогревом вод, омуль мигрирует в северные районы озера [13].

Для омуля характерны колебания численности за счет урожайных и неурожайных поколений. Урожайность поколения определяется рядом последовательных этапов жизненного цикла. Первый этап определяется формированием нерестового стада. Его численность составляет менее 5% от численности общего запаса [14]. Численность нерестового стада подвержена значительным межгодовым колебаниям, в том числе в смежные годы. Так в р. Селенге в 1966 г. его численность оценивалась в 0,37 млн экз., а в 1967 г. – 2,60 млн экз. [15]. Изменение в 7 раз не может отражать изменения численности общего и промыслового запасов, учитывая возрастную структуру популяций, возраст

достижения половой зрелости и возраст максимума биомассы поколений. **Анализ опубликованных сведений [15] по численности нерестового стада р. Селенги свидетельствует об отсутствии ее зависимости от уровня Байкала или о том, что данная зависимость маскируется влиянием других факторов среды или процессами популяционной динамики.**

Процессы созревания производителей омуля в условиях олиготрофного водоема могут определяться комплексом условий среды обитания, в том числе динамикой прогрева вод в биотопах, где происходит их созревание. Стимулировать созревание половых продуктов может также повышение уровня воды. Так, обнаружена взаимосвязь между созреванием большеротого окуня (*Micropterus salmoides* Lacépède, 1802) и динамикой уровня воды, рассмотрена возможность управления его запасами путем стимулирования нереста повышением уровня воды во время сезона размножения в системах, где температура воды приемлема [16, 17]. Было установлено совпадение многолетней динамики уровня Байкала с долей самок в нерестовом стаде [15]. По мнению авторов это обусловлено двумя причинами: закладкой пола у мальков под влиянием условий среды обитания в первый год жизни и смертностью рыб разных полов до достижения половой зрелости. Однако в таком случае соотношение полов должно меняться с задержкой в 5-6 лет после изменений уровня озера. Правдоподобным объяснением представляется более высокая вероятность созревания самок в популяции в условиях, определяемых эколого-климатическими условиями, связанными с высоким уровнем озера в текущем году.

Существует мнение о наличии связи урожайности омуля с водностью, в частности, с уровнем Байкала. Отмечается повышение уловов через 4-5 лет после многоводного года, что связывается с лучшей выживаемостью личинок [18–24]. После зарегулирования уровня озера катастрофического сокращения численности омуля не было выявлено [25]. Тем не менее оно сказалось на популяции в результате наблюдавшейся после зарегулирования депрессии численности желтокрылки. Недостаток бычкового корма обуславливал замедленный рост и созревание омуля, снижение численности производителей относительно величины стада и, в итоге, затяжное состояние низкой продуктивности омуля при его высокой численности [21, 25].

На мелководьях заливов и соров Байкала нагуливается молодь разных видов рыб, в т.ч. байкальского омуля, окуня, плотвы, язя, ельца, щуки [26–30]. Первыми, с начала апреля, появляются личинки омуля, щуки и язя – в конце мая, окуня – в первых числах июня, ельца и плотвы – в конце июня [31]. Данная последовательность имеет важное

значение для выживания и формирования пополнения данных видов рыб за счет снижения пищевой конкуренции. При скате личинок из р. Селенги часть личинок омуля сразу выносятся в Байкал, а треть остается в дельте Селенги [31]. В период ската в р. Селенге смертность личинок оценивается в 50-70% [31]. После ската наибольшая плотность наблюдалась в нижней части дельты в приустьевых заливах проток. Изначально, до схода льда, личинки придерживаются более прогретых прибрежий. Со второй половины мая концентрируются на участках глубиной до 8-10 м с температурой 7-10°C, с последующим прогревом вод они предпочитают участки с температурой 14-18°C.

Таким образом, определяющим фактором в распределении личинок омуля является температура воды. Личинки не выходят в холодную, но более богатую планктоном, байкальскую воду. Кроме того, меньшая прозрачность речных вод обеспечивает защиту от хищников, в т.ч. рыб и птиц. Уже к концу мая личинки осваивают не только прибрежную зону, но и поверхностные воды до изобаты 15-35 м в зависимости от зоны распространения речных вод. Концентрация личинок в дельте уменьшается со второй половины июня по мере прогрева вод выше 18°C.

Проблема влияния уровня Байкала на молодь рыб, обитающую в прибрежно-соровой зоне озера, рассмотрена в работе Н.В. Сорокина и А.А. Сорокиной [32]. В работе сделано заключение о важности данного фактора для выживания икры и молоди, о необходимости учитывать не только особенности сезонных изменений в течении года, но и кратковременные флуктуации.

На уровень смертности молоди омуля влияет характер изменения уровня, при котором создаются условия, препятствующие выходу его из относительно изолированных участков дельты рек, в которых по мере прогрева вод формируются заморные условия [31]. У селенгинской популяции численность поколений зависит от объемов водного стока р. Селенги в мае-октябре в год, предшествующий скату личинок [32]. Вероятно, это определяет увеличение продуктивности в дельте реки в текущем году. Кроме того, **наблюдается слабая положительная корреляция ($r=0,62$) относительной численности поколений с майским уровнем Байкала** [32]. Найдена высокая корреляция ($r=0,72$) между относительной численностью поколений омуля северобайкальской популяции с объемами водного стока р. Верхняя Ангара за май-август в год ската личинок [32]. Это связано с тем, что большая часть личинок задерживается в пойме рек и северобайкальского сора, площадь которых меняется в соответствии с уровнем озера. **У омуля посольской популяции выявлена высокая корреляция ($r=0,80$) численности поколений с высотой стояния уровня озера в год ската личинок** [32]. Для посольской

и селенгинской популяций необходимо учитывать уровенный режим озера в июле-сентябре [32].

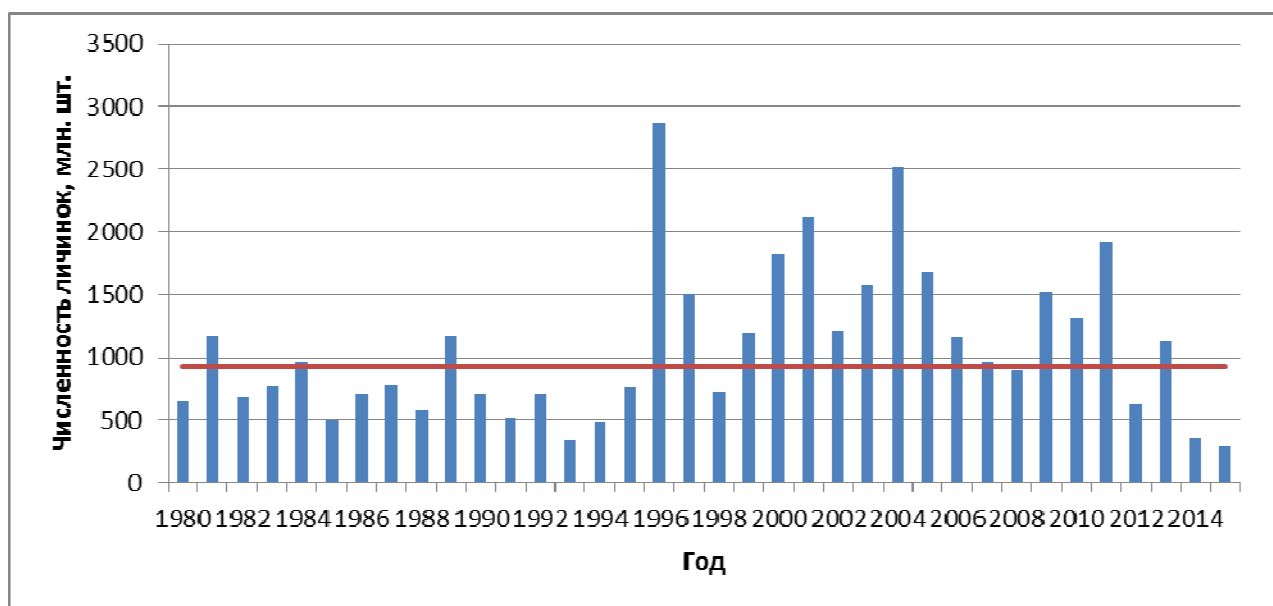
Важным фактором гибели личинок является их занос с паводковыми водами в малые водоемы, теряющие впоследствии связь с рекой [31]. Площадь таких заморных зон определяется динамикой уровенного режима Байкала. Есть мнение, что зарегулирование озера и связанное с этим повышение уровня благоприятно сказалось на выживаемости молоди омуля. Зарегулирование оз. Байкал в результате строительства Иркутской ГЭС привело к образованию дополнительных мелководных участков, что обусловило увеличение продуктивности кормовой базы личинок [33]. В то же время, увеличился водообмен между сорами и открытым Байкалом, что способствовало формированию благоприятных условий для выживаемости молоди омуля. Так, 1959-1962 гг. оказались благоприятными для появления урожайных поколений, оцененных по данным промыслового возврата производителей [33].

Трофический фактор является определяющим смертность молоди многих видов рыб, в т.ч. и омуля в период нагула в сорах и мелководьях. Молодь может погибать непосредственно в результате голодания и вследствие повышения доступности для хищников [34, 35]. Массовое поедание личинок омуля, до 1/3 от их количества, наблюдается в Посольском соре в связи с их чрезмерными концентрациями в период выпуска с рыбоводного завода [33]. Ж.А. Черняев [36] высказал мнение о том, что смертность личинок выше при позднем выпуске, когда в местах ската сосредотачивается большое количество хищников. Высокая прозрачность воды при этом является негативным фактором [33].

В связи с тем, что мелководные зоны Байкала, которые определяют приемную емкость молоди омуля, составляют незначительную долю акватории озера (менее 5%), численность поколения увеличивается в результате увеличения численности ската личинок до определенного предела.

Массовый скат личинок в период 1996-2011 гг. превышал медианные значения ската за последние 35 лет, как показано на рис.1.1.1. Однако это не обеспечило соответствующего пополнения в промысловый запас. Максимум биомассы дает поколение в возрасте 5-7 лет, т.е. вплоть до 2017 г. должны были следовать высокие оценки запасов селенгинского омуля. Тем не менее запасы этой популяции «катастрофически» снизились и был введен запрет на промышленный и любительский лов. В тоже время уровень ската 1980-1995 гг., который был ниже медианного значения, обеспечил благополучное состояние популяции. Можно предположить, что высокие

концентрации молоди приводят к увеличению пищевой конкуренции, голоданию молоди и увеличению смертности.



Красная линия – медиана.

Рисунок 1.1.1 – Численность личинок, скатившихся в р. Селенге в период 1980-2015 гг. (по данным [15])

1.1.1.2 Анализ влияния уровня режима Байкала на нерестилища желтокрылки

Желтокрылка (*Cottocomephorus grewingkii* (Dybowski, 1874)) является одним из наиболее многочисленных эндемичных видов рыб озера Байкал. Желтокрылка относится к бентопелагическим рыбам [37, 38]. Как и все представители группы байкальских *Cottoidei*, желтокрылка является беспузырной рыбой, т.е. не имеет плавательного пузыря. Обладая достаточно высоким удельным весом, средние значения – 1,046 [39], этот вид очень хороший пловец; за счет удлиненных плавников и активного плавания она способна держаться длительное время в открытой воде, не соприкасаясь с дном. Живет желтокрылка до 5 лет, половой зрелости достигает в возрасте 2+, 3+, 4+ [40, 41]. Желтокрылка, как и многие другие виды байкальских *Cottoidei*, типичный литофил. В качестве субстрата для нереста использует каменистые грунты в прибрежной зоне озера.

Вид распространен по всей акватории открытой части озера с некоторым преобладанием в южной котловине [41]. Часто заходит в устьевые участки некоторых рек, впадающих в Байкал, встречается в Иркутском, Братском и Богучанском водохранилищах. Особи этого вида способны заплывать на далекие расстояния в открытый Байкал, легко опускаясь в поисках корма на глубины до 300 и более метров.

Учитывая высокую численность желтокрылки на единицу площади мелководий, если бы все ее особи сразу пришли на нерест, им просто не хватило бы места. Поэтому природа разделила их на три разновремененно нерестующие популяции, каждая из которых приходит на нерест в определенный срок. В зависимости от сроков массового подхода на места нереста в пределах вида выделяется три разновремененно нерестующих стада (расы); мартовское, майское и августовское [40,41]. Причем каждому стаду свойственны некоторые морфологические, возрастные и экологические отличия. Так, рыбы мартовского стада наиболее крупные, самки имеют наименьшую плодовитость и большую по размеру икру, здесь больше особей старших возрастов 4+, 3+. Рыбы же августовского периода нереста имеют наименьшие размеры тела, хотя по диаметру икры близки к мартовским производителям. Особям майского стада характерны средние размеры, самкам присуща наибольшая плодовитость и меньший диаметр икринок, в стаде преобладают рыбы младших возрастов 2+, 3+. Также наблюдаются различия по районам и глубинам нереста [40–43].

Глубины нереста у разновремененно нерестующих стад желтокрылки зависят от температуры воды в местах нерестилищ. Так, мартовское стадо нерестится на глубинах от 1 до 3 м [41,42], по данным Талиева [40] 0,5-3 м, крайне редко отдельные кладки встречаются на 5(7) м (наши наблюдения), что обуславливается проникающей сквозь лед солнечной радиацией (инсоляции), повышающей температуру воды у дна до 1-2°C, а с глубиной около 5 м этот эффект значительно ослабевает [44, 45]. Кладки майского стада зарегистрированы при температурах от 3 до 15°C, с максимумом встречаемости при 6-9°C, происходит смещение нижней границы нерестилищ на приглубые места – 5 и более метров [41]. По данным Завьяловой с соавторами [46] по южному Байкалу нерестовая полоса определена от 0,2 до 1,0 м с максимальными концентрациями кладок на глубинах 0,3-0,5 м. Предположено, что производители в период нереста стараются избегать температуры воды 8°C и выше. Более поздние августовские нерестующие особи желтокрылки предпочитают устройство нерестилищ на еще больших глубинах от метра до 10-20 м [47] в связи с прогреваемостью мелководий и поверхностного слоя воды в озере на 10°C и выше.

Инкубационный период икринок в кладках напрямую зависит от температурного режима, так, по данным Талиева [40] при 4-7°C созревание майских кладок длится 35-40 суток, по Соину [42] при средней температуре 6-10°C – 18-21 суток. По данным Е.А. Корякова [41] при температуре 10°C развитие эмбрионов августовского нерестового стада желтокрылки в среднем продолжается 20-30 суток. Развитие икры мартовского нерестового стада в основном происходит в подледный период при температурах воды от

0,1 до 1°C, массовый выклев личинок в озере приходится на последние числа мая – первую декаду июня, мы можем предполагать, что инкубационный период икры длится около 2,5-3х месяцев или около 80-90 суток. В целом в зависимости от сроков нереста и температурного режима в период развития икринок у разновремено нерестующих стад желтокрылки инкубационный период развития кладок составляет от 20 до 80-90 суток.

С момента нереста до выхода из нее личинок кладку охраняет самец; обмахивает кладку плавниками, создавая тем самым поток воды и аэрацию, смывая с нее осевшие механические частицы, удаляет из кладки погибшие икринки и охраняет ее от посягательств рыб и других гидробионтов. Самки же никакого участия в заботе о потомстве не принимают, отложив икру, уходя нагуливаться на большие глубины [40, 41]. Для самца немаловажную роль играют размеры тела, его упитанность, способность к выживанию и внешние условия. Ведь ему предстоит в течение 30-ти, а то и 90 дней не покидая гнезда, заботиться о будущем потомства. В этот период он почти не питается, а в его теле развивается множество паразитов и если самец погибнет или его прогонят, то погибнет и икра.

Не исключено, что часть самцов, ослабевших после нереста, в процессе ухода за кладками с икрой изгоняются более сильными, вновь прибывшими к местам нереста. По непроверенным данным большая часть самцов, охраняющих кладки, после выклева личинок погибает от необратимых физиологических изменений и истощений организма [41].

Вылупившиеся из икры личинки, а впоследствии мальки, собираются в стаи и на протяжении двух месяцев интенсивно питаются планктоном в прибрежных водах, иногда далеко заходя в открытые воды Байкала.

В периоды выклева личинок, особенно в «урожайные» годы, наблюдается массовый подход на мелководья озера байкальского омуля, для которого личинки и мальки этого вида являются одним из наиболее предпочитаемых кормовых объектов [48]. Вследствие разновременного нереста в марте, мае и августе в Байкале всегда присутствует молодь желтокрылки, которой питаются омуль, сиг, хариус, взрослые особи рогатковидных и других видов рыб. Этот вид формирует значительную часть кормового фонда многих рыб озера Байкал [20, 41, 49–51].

В весенний период озеро полностью покрыто льдом, который до середины марта достигает метровой толщины. Мартовское стадо желтокрылки нерестится на глубинах от 0,5 до 3(5) м. Для устройства гнезд самцы используют площадки литорали с многоярусными валунами разной степени окатанности. Массовый подход рыб к местам нереста наблюдается в первой декаде марта. По нашим многолетним наблюдениям в

некоторые годы он может начинаться с 20-х чисел февраля. Часть гнезд желтокрылка организует вблизи мест соприкосновения льда с дном. В условиях низких температур инкубационный период развития икры мартовского стада длится до 90 суток.

С октября по апрель месяц уровень воды в Байкале падает и в зависимости от величины падения может отразиться на значительной части нерестилищ желтокрылки прежде всего в уменьшении доступности и пригодности нерестовых площадей, а также способствовать созданию высокой плотности рыбного населения, увеличению хищничества и конкурентных взаимоотношений между рыбами [52]. Многоярусный валунно-галечный материал во многих местах южной оконечности и восточном берегу озера представлен узкой 20-50 метровой полосой, плавно переходящей в песок.

При значительных падениях уровня часть кладок может быть закована льдом или механически повреждена, что неминуемо приведет к гибели потомства. В прибрежной зоне в ледовый период с понижением уровня температура воды может значительно снижаться, вплоть до нулевых значений, что также отрицательно сказывается на выживаемости и сроках развития икры мартовского стада желтокрылки.

Влияние подъема уровня Байкала на нерестилища и запасы желтокрылки. За очень короткий период времени (1954-1964 гг.) в связи со строительством Иркутской ГЭС и образованием Иркутского водохранилища, уровень в озере был искусственно поднят примерно на 1 м (в среднем 80 см). Произошло затопление низких берегов площадью 500 км², а в годы наиболее высокого уровня (1962-1973 гг.) – 750 км² [53–55].

Размыв берегов озера на длину 1800 км и ширину от 4 до 20 м повлек за собой поступление в озеро грунта объемом около 50 млн м³, который под действием береговых потоков перемещался (в основном в зоне от уреза до 2,5 м) на значительные расстояния от мест разрушения [55]. В первую очередь это сказалось на воспроизводстве майской субпопуляции желтокрылки, откладывающей икру в гнездах под камнями в урезе воды на глубинах 0,3-0,5 м [46, 47, 56]. В период интенсивного формирования берегов Байкала (1962-1973 гг.) камни, под которыми желтокрылка откладывала икру, оказались на другом более глубоком горизонте и засыпанными песком, галькой и другим грунтом. В таком виде они были непригодны для нереста [47]. Для желтокрылки, как короткоцикловой рыбы (продолжительность жизни 5 лет) это катастрофически сказалось на ее численности. Из популяции майского стада выпало подряд несколько поколений. Так, вылов наиболее многочисленной субпопуляции желтокрылки в 1967 г. снизился до 10 т вместо 1400 т в 1954-1956 гг. [47]. Средняя плотность молоди майской субпопуляции в июле-августе 1977 г. по Байкалу составила 10 экз. в 100 м³, в то время как в 1963 г. – 300 экз. [57].

Таким образом, желтокрылка, ввиду своей массовости и особенностей нерестового поведения, является природным биоиндикатором состояния вод литоральной зоны озера Байкал. В периоды нереста и ухода самцами желтокрылки за созревающими кладками с икрой необходимо выделить два наиболее важных фактора, влияющих на воспроизводство и численность этого вида в озере: экологическое состояние нерестовых мест и уровневый режим озера, особенно в весенний ледовый период.

Выводы (раздел 1.1.1)

После поднятия уровня Байкала в результате строительства ГЭС исследования, проводимые в Баргузинском, Чирыркуйском заливах и Северобайкальском соре, не выявили значительных изменений в химическом составе воды в этих районах Байкала. Однако данные о повышении трофического статуса и изменениях в структуре планктонных сообществ в этих заливах косвенно свидетельствуют об **увеличившемся поступлении питательных элементов (в первую очередь соединений азота и фосфора) из затопленных почв и растительности**. Поднятие уровня озера привело к изменению в питании малых прибрежных водоемов (озер, лиманов), отделенных от Байкала небольшим береговым валом, что сказалось на химическом составе вод, увеличении минерализации, в отдельных случаях привело к смене гидрохимического типа воды. При повышении уровня озера произошел подпор речных вод, впадающих в озеро, что снизило скорость стоковых течений и повлияло на дальность распространения и перемешивания речных вод с озерными. Отмечалось увеличение концентраций отдельных ионов, связанных с повышением уровня высокоминерализованных грунтовых вод, особенно в засушливых районах.

Между тем изменения, произошедшие в химическом составе вод прибрежной части Байкала после заполнения Иркутского водохранилища, не отразились на содержании химических компонентов в воде пелагиали вследствие огромного объема вод этой части озера. Анализ многолетних данных по химическому составу воды пелагиали Байкала показал, что на протяжении почти столетнего периода изменений в ионном составе, в содержании кислорода, диоксида углерода, органического вещества практически не произошло. Изменения в содержании биогенных элементов, произошедшие в последние десятилетия, не обусловлены влиянием поднятия уровня озера после заполнения водохранилища, причиной их является как снижение поступления кремния с притоками в период маловодья, так и изменение в качественном составе фитопланктона.

Первые годы зарегулирования стока оз. Байкал сопровождались рядом негативных явлений. В первую очередь можно отметить разрушение прибрежной зоны, высокое

поступление терригенной взвеси и заиливание прибрежных биотопов. Это привело к временному изменению прибрежных сообществ гидробионтов, в т.ч. к снижению запасов желтокрылки, которая является важным компонентом питания байкальского омуля и нерпы. Прибрежные сообщества приспособлены к обитанию в относительно динамичной среде, где регулярно происходят локальные естественные природные катастрофы, такие как обвалы и осыпи. **В последние десятилетия прибрежные сообщества и их динамика практически не отличаются от таковых до зарегулирования, т.е. произошла адаптация на уровне сообщества к новому уровенному режиму.**

В динамике годового стока наносов на основных притоках оз. Байкал со второй половины 1970-х годов отмечается тенденция их сокращения, но она не является следствием сокращения наблюдательной сети. Причина – изменение климата и антропогенная деятельность, которые будут и в будущем оказывать влияние на сток наносов рек и на литодинамические процессы береговой зоны Байкала.

В бассейне Верхней Ангары сочетание природных условий (развитие самой впадины, глобальные и региональные изменения климата и их последствия) и антропогенных мероприятий послужило причиной снижения стока наносов реки и, как следствие, способствовало изменению литодинамических процессов в прибрежной зоне. Но из-за дефицита данных или их отсутствия (особенно в период строительства БАМ) сложно дать количественную оценку влияния антропогенных факторов на сток наносов реки и на изменение темпов литодинамических процессов в прибрежной зоне. Однако если темпы разрушения бара Ярки под воздействием природных факторов и последствий социально-экономической деятельности будут сохраняться в будущем, то по расчетам в среднем за 30 ± 5 лет береговой бар Ярки будет размыт, и **принятое ранее Постановлением Правительства РФ ограничение колебаний уровня Байкала (№ 234) не спасет бар Ярки от размыва.**

Среди всех обитателей Байкала к осваиваемым водным биоресурсам относятся промысловые виды рыб. Непромысловые виды подотряда рогатковидных Cottoidei доминируют в озере как по видовому разнообразию, так и по запасам, численности и биомассе. Ресурсы этих рыб в настоящее время не осваиваются в связи с низкой рентабельностью промысла. На промышленный и любительский вылов байкальского омуля, который является основным промысловым видом, введен запрет. Запрет как мера по сохранению и восстановлению его запасов не является эффективным. **Снижение запасов явилось следствием браконьерского вылова в период нереста на фоне неблагоприятных климатических трендов, обусловивших низкую водность основных нерестовых рек и сокращение нагульных площадей молоди омуля в**

прибрежно-соровой зоне. Ресурсы ценных промысловых видов рыб, таких, как черный и белый байкальский хариус, озерный и озерно-речной сиг, осваиваются преимущественно в режиме любительского рыболовства. Количество рыбаков и уровень их оснащенности неуклонно увеличивается, а контроль со стороны уполномоченных органов остается неудовлетворительным. Неорганизованная туристическая деятельность, любительское рыболовство и использование запрещенных орудий лова является главной причиной снижения запасов рыб прибрежно-соровой зоны (щуки, окуня, плотвы) в проливе Малое Море. На этом фоне **влияние уровня режима озера на запасы данных видов не поддаются прямым оценкам. Тем не менее, возможный вред колебаний уровня можно оценить через потери кормовой базы рыб - зоопланктона и бентоса.**

Проблема борьбы с браконьерством на путях нерестовых миграций в настоящее время последовательно решается. Поэтому на фоне увеличения расходов в нерестовых реках и увеличения уровня Байкала в последующие 5-10 лет прогнозируется восстановление запасов этого вида.

Наиболее «уязвимые» звенья экосистемы Байкала, подверженные влиянию изменения уровня, и «устойчивые»:

1. Наиболее «устойчивыми» к изменению уровня Байкала оказались воды пелагиали вследствие огромного объема вод этой части озера. На протяжении многолетнего периода наблюдений практически не отмечено изменений в ионном составе, содержании газового состава, органического вещества. Изменения в содержании биогенных элементов, особенно кремния, обусловлены как снижением его поступления с притоками в период маловодья, так и изменением в качественном составе фитопланктона.

2. Поднятие уровня озера привело к изменению в питании малых прибрежных водоемов (озер, лиманов), отделенных от Байкала небольшим береговым валом, что сказалось на химическом составе вод, увеличении минерализации, в отдельных случаях привело к смене гидрохимического типа воды. При повышении уровня озера произошел подпор речных вод, впадающих в озеро, что снизило скорость стоковых течений и повлияло на дальность распространения и перемешивания речных вод с озерными. Отмечалось увеличение концентраций отдельных ионов, связанных с повышением уровня высокоминерализованных грунтовых вод, особенно в «засушливых» районах.

3. Как показывают имеющиеся данные, самыми уязвимыми участками береговой зоны, в первую очередь реагирующими на изменение мощности вдольбереговых потоков, являются те немногочисленные в прибрежной зоне озера и аккумулятивные образования (косы, пересыпи, бары), которые расположены либо в устьях крупных рек, либо недалеко

от них. Так, например, острова Карга Бабыя в устье р. Селенги так и не восстановились. Неизвестно, что происходит с Посольскими косами, расположенными недалеко от устья р. Селенги (нет наблюдений). Бар Ярки в устье р. Верхней Ангары продолжает разрушаться. Однако количественная оценка степени влияния климатических и антропогенных факторов на эти литодинамические процессы остается нерешенной проблемой из-за сложности взаимосвязей изменяющейся среды. К тому же в настоящее время наблюдения за литодинамическими процессами в прибрежной зоне Байкала не проводятся и оценить их изменения не представляется возможным.

4. Влияние колебаний уровня Байкала на микробное сообщество литорали и зон смешивания речных и озерных вод изучено недостаточно. Приведены данные влияния водности на общую численность микроорганизмов (ОЧМ) и санитарно-микробиологические показатели качества воды основных притоков озера. **Увеличение расхода воды способствовало разбавлению и уменьшению ОЧМ, качество воды в периоды паводков, когда происходило затопление окружающих территорий, влекло за собой увеличение численности санитарно-показательных микроорганизмов.**

5. **Колебания уровня воды (КУВ) прежде всего сказываются на сообществах прибрежной зоны**, а именно: а) зоны заплеска; б) приурезовых сообществ; в) сообществ мелководья. Наиболее ярко и масштабно эти процессы выражены в местах с пологими берегами, т.е. – когда угол наклона берега по отношению к линии горизонта острый. Применительно к озеру Байкал это означает, что влияние КУВ на сообщества у восточного побережья должно быть более масштабным по сравнению с западным. По наблюдениям ЛИН СО РАН в зал. Большие Коты с мая по сентябрь линия уреза может «мигрировать» в сторону берегового склона на расстояние до 10 м. При этом приурезовые сообщества (например, улотрикс и характерные для этого пояса сообщества) «вынуждены мигрировать» вслед за подвижным урезом. При этом ширина пояса увеличивается, а наиболее старые генерации водоросли в сентябре оказываются на глубинах 0.5–1 м. По мере повышения уровня вверх к склону «передвигаются» также и уникальные сообщества заплесковой зоны.

Следующим фактором воздействия КУВ является быстрая смена биотопов (при повышении уровня зона заплеска становится частью мелководной зоны) при соответствующей быстрой же смене основных абиотических факторов, как то: температуры и прозрачности воды и т.д. Например, интерстициаль пляжей, температура поверхности которой в солнечные дни может достигать 40 градусов С, становится частью интерстициали мелководной зоны с придонными температурами ниже 10-12 градусов соответственно, т.е. **происходят существенные изменения гидрохимических и**

микробиологических параметров как в интерстициали, так и в придонном и приурезовом слоях воды.

Наконец, при повышении уровня и абразии берегов существенно меняется прозрачность воды и, как следствие – продукционные характеристики и даже биоразнообразие фито- и зоопланктона. При общем повышении уровня произойдет заглубливание мест выхода загрязненных подземных вод, что повлечет за собой изменения гидрохимических и микробиологических показателей придонного слоя воды и, соответственно, мелководных сообществ.

В целом следует подчеркнуть, что проблема влияния КУВ на прибрежные сообщества открытого Байкала практически не изучена.

6. Динамика пелагического комплекса рогатковидных рыб (род *Comephorus* и род *Cottreomephorus*) обусловлена взаимоотношениями хищник-жертва и, в сравнении с комплексом прибрежных и соровых рыб, практически не зависит от уровня режима озера. Исключение составляет только желтокрылка, нерестилища которой располагаются на глубинах 1-15 м. Вследствие этого на успешность воспроизводства желтокрылки, одного из объектов кормовой базы омуля, сказываются все негативные факторы низкого уровня озера.

1.1.2 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на миграционный комплекс гидробионтов, качественные и количественные показатели зообентоса, структуру популяций и биологические показатели, питание рыб, населяющих литоральную и прибрежно-соровую зону оз. Байкал

1.1.2.1 Влияние изменения уровня на миграционный комплекс гидробионтов в литоральной зоне оз. Байкал

Суточная динамика характерна для популяций большинства водных организмов, перемещения такого рода могут затрагивать как донных животных, так и обитателей толщи воды. Ряд авторов выделяют несколько причин суточного изменения в распределении морских организмов, которые связаны с характером грунта, рельефом дна, температурой и волнением воды, освещенностью, питанием и избеганием хищников в ночное время [1–9].

Явление суточных вертикальных миграций (далее, СВМ) в Байкале было замечено еще в начале XX века. Наибольший интерес в изучении таких перемещений представляет одна из многочисленных групп байкальского зообентоса – бокоплавцы. Байкальские амфиподы в своем большинстве относятся к бентосным организмам, и лишь один-

единственный вид является обитателем пелагиали – это *Macrohectopus branickii* (Dyb.). У данного вида, как и у всех пелагических организмов, отмечаются суточные миграции [10–11]. В ночное время он поднимается в поверхностные слои воды, а днем концентрируется на глубине 150–500 метров [11]. Считается, что такие перемещения рачок совершает вслед за пищевыми объектами. Бентосные амфиподы также совершают СВМ, которые наиболее интенсивны до глубин 10–15 метров [12]. С наступлением темноты они поднимаются со дна в толщу воды, а с рассветом опускаются обратно на дно. Явление СВМ байкальских амфипод рассматривалось в работах ряда авторов [13–18], однако их причины остаются еще до конца не выясненными.

Вертикальные миграции бентосных видов амфипод в какой-то степени также зависят от интенсивности лунного света: в новолуние двигательная активность возрастает, ближе к полнолунию уменьшается [18]. Непосредственное влияние на количественные показатели миграционного комплекса амфипод оказывают и антропогенные факторы [17, 19].

Регулярные изучения СВМ на озере Байкал проводятся ИГУ с 1997 г. Для исследования ночного миграционного комплекса (далее, НМК) гидробионтов озера Байкал было выбрано 9 точек. Точки отличались лимнологическими характеристиками: подводному ландшафту, температурному и гидродинамическому режиму, уклону дна, степени влияния открытого оз. Байкал. Исследования выполняли после наступления полной темноты с 23 до 01 ч. Для исследования таксономического состава амфипод в НМК производили тотальный (от дна до поверхности воды) отбор пробы планктонной сетью Джели в трёх повторностях. Если на точке наблюдений были доступны мягкие (песчаные или илистые) грунты, отбирали количественную пробу зообентоса с помощью дночерпателя Экмана-Берджа с площадью захвата 0,0225 м² (1–3 повторности) для определения видового состава амфипод, остающихся в это время на дне.

С 2004 г. для изучения СВМ гидробионтов проводятся дистанционные видеонаблюдения. Данные исследования имеют ряд преимуществ. Состав НМК на уровне основных таксономических групп (донные амфиподы, рыбы, пелагический макрогектопус) можно распознать визуально на экране, так же как и производить сравнительную оценку их количественного обилия. Анализ результатов видеонаблюдений проводится намного быстрее традиционных гидробиологических сборов.

В результате проведенных исследований было установлено, что в состав НМК входит 24 «донных» (а на самом деле плавающих ночью) вида амфипод и 1 пелагический: из рода *Micruropus* – 9 видов (два из них определены до рода), *Crypturopus* – 1 вид; *Echiuropus* – 6 видов (один из них неописанный), *Gmelinoides* – 1 вид; *Pseudomicruropus* –

1 вид; *Poekilogammarus* – 2 вида; *Pallasea* – 3 вида; *Leptostenus* – 1 новый для науки вид, а также *Macrohectopus branickii* [20].

В бентосных сообществах зарегистрированы 16 видов амфипод (не считая случайно попавшего макрогектопуса в одной пробе), в том числе из рода *Hyaellopsis* – 1 вид; *Micruropus* – 9 видов; *Pallasea* – 2 вида; *Echiuropus* – 2 вида; *Gmelinoides* – 1 вид; *Pseudomicruropus* – 1 вид.

Видовой состав амфипод в НМК и в донных сообществах совершенно разный, лишь иногда имеются немногие общие виды. Таксономическое богатство НМК на треть выше, чем в донных биоценозах в ночное время.

В 1999 г. (низкая водность) при исследовании суточных вертикальных миграций амфипод в бухте Большие Коты на глубине 2-3 м было зафиксировано увеличение количества амфипод в составе НМК до 5000 экз./м³, амплитуда колебаний уровня Байкала при этом составляла 0,70 м, уровень Байкала имел средние показатели. В 1997 г. количество амфипод в составе НМК составил около 250 экз./м³, при амплитуде колебаний уровня – 0,93 м, с уровнем – 455,92 м [17]. **С увеличением амплитуды колебания уровня и с минимальными его показателями отмечается снижение численности амфипод в составе НМК.**

Для ночного миграционного комплекса Ушканьих островов в низком по водности 2002 г. (глубина от 2 до 30 м) характерно доминирование амфипод рода *Echiuropus* (от 56,3 до 89,7 % численности на разных станциях) и регулярная встречаемость представителей достаточно редкого рода *Pseudomicruropus*. Также отмечается увеличение количества экземпляров в составе НМК – до 1006 экз./м³, при этом амплитуда колебания уровня Байкала была ниже средних показателей и составила 0,69 м. В экстремально низком по водности 2017 г. в районе Ушканьих островов (глубина от 5 до 25 м) отмечается резкое снижение количество амфипод в составе миграционного комплекса – 97 экз./м³, амплитуда колебания уровня Байкала составила 0,38 м [20].

Миграционный комплекс в районе м. Омагачан ранее являлся очень бедным и был представлен только полупелагическими амфиподами *M. wohlii platycercus* при незначительном участии номинативного подвида *M. wohlii wohlii* [21]. В результате использования дистанционных методов видеонаблюдения в 2017 г. замечено, что обилие амфипод в составе НМК было умеренным и превышало таковое в 2006 г. в 9,4 раза, а по сравнению с 2004 г. – в 142,9 раза (возможна некоторая поправка на различие в сезонах) (табл. 1.1.1). При этом амплитуда колебания уровня Байкала составила в 2004 г. – 0,79 м; в 2006 г. – 0,84 м; в 2017 г. – 0,38 м. То есть **с уменьшением амплитуды колебания уровня наблюдается увеличение амфипод в составе НМК.**

Таблица 1.1.1 – Средняя численность амфипод в составе НМК у м. Омагачан по данным видеосъемки у дна в разные годы

Дата съёмки	Количество амфипод, экз./стоп-кадр
07.10.2004 г.	0,19±0,04
27.06.2006 г.	2,89±0,13
20.07.2017 г.	27,15±2,53

В 2017 г. были проведены видеонаблюдения состава НМК в семи точках озера Байкал (табл. 1.1.2) (в работах Батранина, 2019). Напротив пос. Ключевка на глубине 15–16 м наблюдалось экстремальное увеличение численности бентосных амфипод 387 экз./стоп-кадр. Также отмечалось наличие пелагической амфиподы *Macrohectopus branickii*, которой несвойственно присутствие на небольших глубинах (до 4,58±0,72 экз./стоп-кадр). Численность рыб в кадре была низкой от 1,00±0,43 до 5,75±0,56 экз./стоп-кадр.

Таблица 1.1.2 – Численность и биомасса амфипод на исследованных точках в составе НМК и в донных биоценозах

Район	Локация	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
Напротив пос. Ключевка, 14–15.07.2017	В составе НМК	537	3,90
	В составе зообентоса	133	0,27
Бух. Ая, 15–16.07.2017	В составе НМК	254	2,08
	В составе зообентоса	1156	4,33
Бух. Зама, 16–17.07.2017	В составе НМК	81	0,46
	В составе зообентоса	911	1,16
Бух. Онгоконская, 18–19.07.2017	В составе НМК	302	0,84
	В составе зообентоса	978	2,04
Бух. Давша, 19–20.07.2017	В составе НМК	353	1,90
	В составе зообентоса	326	3,33
М. Омагачан, 20–21.07.2017	В составе НМК	661	0,38
	В составе зообентоса	Нет данных	Нет данных
Бух. Сеногда, 21–22.07.2017	В составе НМК	124	0,61
	В составе зообентоса	889	2,53

В бухте Ая на глубине 13 м численность *M. branickii* была стабильно небольшой (максимум – 7 экз./стоп-кадр), обилие бентосных амфипод было умеренным, достигло максимума (26 экз./стоп-кадр). В верхних слоях воды НМК состоял из молоди рыб с максимальной численностью – 372 экз./стоп-кадр.

В бухте Зама на глубине 14 м обильно присутствовали бентосные амфиподы с максимальным значением 134, а численность рыб достигала $72,00 \pm 2,55$ экз./стоп-кадр. В бухте Онгоконская (Чивыркуйский залив) на глубине 8–9 м численность амфипод достигала максимума 38 экз./стоп-кадр, молодь рыб – $8,00 \pm 0,49$ экз./стоп-кадр. В бухте Давша на глубине 12 м численность плавающих амфипод не превышала 22 экз./стоп-кадр, рыб – 7 экз./стоп-кадр.

Напротив мыса Омагачан на глубине 9,8–11,2 м миграционный комплекс состоял из бентосных амфипод, рыба лишь однажды появилась в кадре, макрогектопус отсутствовал. НМК в среднем малообилен – $23,30 \pm 2,53$ экз./стоп-кадр за все время съёмки, колебания – от 3 экз./стоп-кадр до 92 экз./стоп-кадр.

В бухте Сеногда на глубине 9,9 м НМК практически целиком состоял из донных амфипод и оказался очень обильным, абсолютный максимум – 118 экз./стоп-кадр. Рыбы присутствовали в кадре непостоянно, не более 4 экз./стоп-кадр.

Данные, полученные после проведения исследований в 2017 г., показали наличие динамики в видовом составе, в численности и биомассе амфипод НМК в разных районах озера Байкал. Мы предполагаем, что это связано с увеличением в некоторых районах озера эвтрофирования прибрежной зоны, а не с показателями уровня Байкала [21, 22].

При сопоставлении данных по динамике состава НМК, численности и биомассы в исследуемые низкие и низкие по водности годы (1997-2017 гг.) не прослеживается её прямая зависимость от показателей уровня озера Байкал. Для изучения такой зависимости необходимо проведение ежегодных регулярных мониторинговых исследований на озере. Состав НМК в прибрежной пелагиали Байкала универсальный - всегда бентосные амфиподы, очень часто молодь рыб, редко пелагический бокоплав макрогектопус. Из выявленных на настоящее время параметров на структуру и динамику НМК влияют такие факторы, как сезон года, гидродинамическая активность, характер подводного ландшафта [23].

1.1.2.2 Влияние изменения уровня на качественные и количественные показатели зообентоса в литоральной зоне пролива Малое Море

В ходе исследований, проведенных в разные годы в составе зообентоса пролива Малое Море, были отмечены представители фауны донных беспозвоночных следующих групп: Hydroidea, Turbellaria, Nematoda, Hirudinea, Polychaeta, Oligochaeta, Isopoda, Amphipoda, Gastropoda, Bivalvia, Chironomidae, Trichoptera, Ostracoda, Bathynellidae и Acariformes. Это обычные для исследованного района и для всего Байкала представители донной фауны [24–28].

Было отмечено, что распределение донных беспозвоночных зависит от типа донных отложений и развития донной растительности. В проливе Малое Море распределение донных отложений хорошо изучено и описано в работах М.Ю. Бекмана [26] и М.М. Кожова [27].

В ходе работ, проведенных Лимнологической станцией СО РАН в 1951 – 1952 гг. (период средней и слегка повышенной водности) в проливе Малое Море, ясно выражена зональность вертикального распределения донных беспозвоночных [26].

Наиболее бедно населена зообентосом прибойная прибрежная зона литорали (0-20 м) на глубине 0–1 м, которая наиболее подвержена волновому перемешиванию и колебаниям уровня воды. Здесь встречены представители всего двух групп донных беспозвоночных: олигохеты и амфиподы. Их общая биомасса составила $5,38 \pm 3,42$ г/м². При этом биомасса олигохет несколько выше, чем амфипод, на их долю приходится 63 % общей биомассы. Средняя численность донных беспозвоночных невысока ($3\ 760 \pm 2\ 360$ экз./м²).

На глубине 1–3 м, где волнение сказывается меньше, разнообразие донных беспозвоночных выше и составляет восемь групп. Средняя плотность населения ($18\ 925 \pm 4\ 673$ экз./м²) на порядок выше, чем в подзоне литорали (0-1 м). Средняя биомасса составляет $29,61 \pm 10,58$ г/м², что значительно выше, чем на глубине 0–1 м. Наибольший вклад в общую биомассу вносят гастроподы (37 % от общей биомассы), олигохеты (33 %) и амфиподы (24 %), доля остальных групп невелика.

Самая высокая средняя биомасса донных беспозвоночных зарегистрирована в мелководье на глубине 3–5 м – $86,63 \pm 17,19$ г/м². Более половины общей биомассы зообентоса приходится на гастропод (53 %), значение олигохет (28 %) и амфипод (11 %) значительно ниже. Плотность населения (26553 ± 2098 экз./м²) выше, чем в предыдущих подзонах.

На глубине 5–20 м отмечается самая высокая средняя численность донного населения 30674 ± 3327 экз./м² и достаточно высокая биомасса – $71,90 \pm 6,90$ г/м². В биомассу, как и в предыдущей подзоне литорали, наибольший вклад вносят гастроподы (45 %), совсем немного возросла роль олигохет (30 %) и амфипод (14 %). По численности доминируют олигохеты (46 %), достаточно многочисленны амфиподы (26 %), на долю гастропод приходится всего 7 %.

В литоральной зоне в биомассе зообентоса доминируют моллюски, представленные брюхоногими (Gastropoda) и двустворчатыми (Bivalvia), на долю которых приходится около половины всей биомассы донных беспозвоночных, с увеличением глубины их роль снижается.

В результате исследований, проведенных в 2014 г., первом году в периоде экстремального маловодья 2014 – 2017 гг. (наши неопубликованные данные) по изучению количественных показателей зообентоса в проливе Малое Море на сетке станций принятой Лимнологической станцией СО РАН в 50-е годы [26] получены приведенные ниже данные (наши неопубликованные данные).

На северном разрезе 5 (м. Ядыртуй – бух. Сергит) средняя биомасса зообентоса на глубине 1–3 м равна $20,47 \pm 12,33$ г/м². Доминируют в биомассе гастроподы (42 % от общей биомассы) и олигохеты (30 %). Средняя численность донного населения составляет $10\ 160 \pm 3\ 311$ экз./м², наиболее многочисленны амфиподы (44 % от общей численности), на долю которых приходится 20 % общей биомассы и олигохеты (42 %).

На глубине 3–5 м средняя биомасса резко, в 3,5 раза, возрастает до $72,27 \pm 30,02$ г/м² за счет всех основных групп донных беспозвоночных. Доминируют, как и на глубине 1–3 м, гастроподы (54 % от общей биомассы) и олигохеты (31 %), вместе с тем возросла роль моллюсков в донных сообществах. Плотность населения, по сравнению с глубиной 1–3 м, как и биомасса, увеличилась до 28387 ± 4304 экз./м², т.е. в 2,3 раза. Основу общей численности создают олигохеты (49 % от общей численности) и амфиподы (37 %).

На глубинах 5–20 м средняя биомасса по сравнению с предыдущей зоной немного снижается до $63,79 \pm 13,06$ г/м². Продолжают доминировать гастроподы (48 % от общей биомассы) и олигохеты (28 %). Средняя численность на глубине 5–20 м достигает своего максимума для разреза и равна $35\ 207 \pm 9\ 386$ экз./м². Основу общей численности, как и на глубине 3–5 м, создают олигохеты (57 % от общей численности) и амфиподы (23 %), но соотношение их доли изменилось за счет увеличения плотности олигохет. Значительно возросла плотность гастропод: до 8 % от общей численности по сравнению с более мелкими глубинами, где на их долю в зоне глубин 1–3 м приходилось 5 %, в зоне 3–5 – 6 % от общей численности зообентоса на этих глубинах.

На разрезе 4 (м. Улан-Хын – бух. Елгай) средняя биомасса донных беспозвоночных на глубине 1–3 м равна $12,33 \pm 2,33$ г/м². Она ниже, чем на разрезе 5 за счет очень низкого числа гастропод (27 ± 27 экз./м²). Доминируют в биомассе олигохеты (59 % от общей биомассы), много амфипод (36 %). Средняя численность зообентоса составляет $13\ 227 \pm 2\ 312$ экз./м², наиболее многочисленны, как и на разрезе 5, амфиподы (49 % от общей численности) и олигохеты (39 %). В зоне глубин 3–5 м «мягкие» донные отложения не встречены, на дне располагается каменистая гряда. На глубинах 5–20 м средняя биомасса зообентоса ($77,52 \pm 18,85$ г/м²) немного выше, чем на разрезе 5. Доминируют в биомассе также гастроподы (46 % от общей биомассы) и олигохеты (27 %). Средняя численность донных беспозвоночных на глубине 5–20 м максимальная для разреза также, как на разрезе 5, и равна $34\ 177 \pm 6\ 036$ экз./м². По численности доминируют олигохеты (42 %) и амфиподы (29 %). На долю гастропод, как и на предыдущем разрезе, приходится 8 % от общей численности.

На разрезе 3 (устье р. Курма – бух. Семисосенная) средняя биомасса донных беспозвоночных на глубине 1–3 м составляет $20,24 \pm 4,29$ г/м². Она выше, чем на разрезе 4 и близка к таковой на разрезе 5. Доминируют в биомассе амфиподы (40 % от общей биомассы) и олигохеты (37 %), заметно значение гастропод (19 %). Как видно из приведенных данных, структура донного сообщества по биомассе здесь иная, чем на разрезах 4 и 5. Средняя численность донных беспозвоночных равна $24\ 770 \pm 11\ 715$ экз./м², наиболее многочисленны, как и на разрезах 4 и 5, амфиподы (50 % от общей численности) и олигохеты (34 %). На глубине 3–5 м, как на разрезе 5, биомасса зообентоса резко (в 5 раз) возрастает до $105,10$ г/м² за счет увеличения биомассы гастропод и олигохет, которые доминируют. На гастропод приходится 47 % общей биомассы, а олигохет – 42 %. Численность донного населения по сравнению с глубиной 1–3 м лишь слегка увеличилась до $25\ 400$ экз./м². Наиболее многочисленны амфиподы (38 % от общей численности), много олигохет (23 %) и гастропод (14 %). На глубинах 5–20 м средняя биомасса донных беспозвоночных ($77,41 \pm 15,87$ г/м²) немного выше, чем на разрезе 5, и практически такая же, как на разрезе 4. Доминируют в биомассе гастроподы (46 % от общей биомассы) и олигохеты (33 %), как и на разрезах 4 и 5. Средняя численность зообентоса ($22\ 333 \pm 5\ 469$ экз./м²) несколько ниже, чем в предыдущих зонах глубин. По численности доминируют олигохеты (50 %) и амфиподы (24 %). На долю гастропод, как и на предыдущих разрезах, приходится 8 % общей численности зообентоса.

На разрезе 2 (бух. Мухор-Халэ – бух. Тутырхейская) на глубине 1–3 м отмечена самая высокая среди всех исследованных разрезов средняя биомасса ($71,77 \pm 40,47$ г/м²) и численность ($28\ 200 \pm 16\ 227$ экз./м²) зообентоса. В биомассе доминируют гастроподы (51 %

от общей биомассы), как и на разрезе 5, высока роль олигохет (26 %) и амфипод (16 %). В численности преобладают олигохеты (60 % от общей численности), довольно много амфипод (17 %) и гастропод (10 %). На глубине 3–5 м, как на разрезах 4 и 5, средняя биомасса несколько возрастает ($98,94 \text{ г/м}^2$) по сравнению с глубиной 1–3 м. В биомассе, как и на всех предыдущих разрезах, доминируют гастроподы (56 %), значительна роль олигохет (19 %) и амфипод (16 %). Численность донного населения по сравнению с глубиной 1–3 м снизилась до $24\,380 \pm 140 \text{ экз./м}^2$ и близка к таковой на разрезе 3. Наибольший вклад в общую численность вносят олигохеты (40 %) и амфиподы (31 %). Довольно много двусторчатых ($2\,440 \pm 80 \text{ экз./м}^2$) и брюхоногих ($1\,460 \pm 220 \text{ экз./м}^2$) моллюсков. На глубинах 5–20 м средняя биомасса донных беспозвоночных ($68,87 \pm 8,44 \text{ г/м}^2$) самая низкая среди всех исследованных разрезов пролива. По биомассе доминируют гастроподы (38 % от общей биомассы) и олигохеты (35 %), как и на разрезах 3–5, довольно значительный вклад вносят амфиподы (17 %). Здесь зарегистрирована самая высокая для разреза средняя численность донных беспозвоночных ($30\,980 \pm 5\,357 \text{ экз./м}^2$), как и на разрезах 4 и 5. В численности доминируют олигохеты (40 %) и амфиподы (29 %). На долю гастропод приходится только 4 % общей численности зообентоса, что ниже, чем на предыдущих разрезах.

Как следует из приведенного выше анализа данных по распределению зообентоса на разных разрезах Малого моря, в средней части пролива (разрезы 4 и 5) биомасса зообентоса на глубине 3–5 м несколько ниже, чем в южной (разрезы 2 и 3). На глубине 1–3 м на разрезах 4 и 3 биомасса практически одинакова, а на разрезе 2 – втрое выше. Несмотря на колебания значений биомассы отдельных групп зообентоса на разных разрезах и зонах глубин, структура сообществ донных беспозвоночных довольно близка. Вышеописанные закономерности распределения биомассы зообентоса по усредненным для всех разрезов данным повторяются с небольшими отличиями в количественных показателях роли отдельных групп донных животных. Так, на глубинах более 3 м преимущественно изменяется только доля доминирующих групп в общей биомассе. На глубине до 3 м картина более разнообразна. По показателям биомассы обычно доминируют гастроподы, олигохеты и амфиподы, но их значение в донных сообществах на разных разрезах непостоянно.

При сравнении распределения зообентоса вдоль материкового и островного берегов было установлено следующее.

Средняя биомасса донных беспозвоночных у материкового берега на глубине 1–3 м составляет $44,89 \pm 23,50 \text{ г/м}^2$, у островного – $18,92 \pm 7,05 \text{ г/м}^2$, на глубине 3–5 м у материкового берега – $99,07 \pm 16,46 \text{ г/м}^2$, у островного – $61,76 \pm 43,34 \text{ г/м}^2$. Различия в

средней биомассе в диапазоне глубин 1–3 м достигают 2,4 раза, 3–5 м – 1,6 раза и происходят в основном за счет значительно большего развития моллюсков у северо-западного берега. Это может быть связано в первую очередь с тем, что юго-восточный ольхонский берег часто подвергается разрушительному действию вызванного преобладающим северо-западным ветром волнения и донные отложения (пески) здесь лучше отсортированы и менее заилены.

Анализ вертикального распределения средней биомассы основных групп зообентоса на разных разрезах Малого моря вдоль материкового и островного берегов показал, что его характер более сложен, чем общая картина, представленная выше. Отмечаются колебания в развитии зообентоса на разных разрезах между северо-западным и юго-восточными склонами ложа. На меньших глубинах различия в биомассе заметны, особенно в прибрежной области. На прибрежных участках всех разрезов колебания биомассы зообентоса вдоль северо-западного и юго-восточного берегов более сильные, чем в глубоководной зоне. Тем не менее общая закономерность более высокого развития зообентоса у северо-западного берега сохраняется. Значительные различия в биомассе донных сообществ, скорее всего, связаны с большим разнообразием экологических условий на этих глубинах и свойствами биотопов, отличающихся между собой по составу донных отложений и наличию высших водных растений, особенно в виде массивных скоплений.

По экологическим условиям в особый район выделяется вся южная оконечность Малого моря, включающая мелководный залив Мухор (глубина до 6 м в створе) и участок между устьем р. Сармы и Ольхонскими Воротами (м. Улан). Зал. Мухор представляет собой самый южный и мелководный участок Малого моря. Установлено, что Мухор существенно отличается по температурному и химическому режиму, приближаясь к типу эвтрофных озер. Летние температуры здесь превышают 20 °С, зимой в придонных слоях наблюдается некоторый дефицит кислорода, в илах содержится повышенное количество железа и органического углерода, только здесь сильно развивается высшая водная растительность [26]. На относительно небольшой площади Мухора располагаются все типы донных отложений от чистых песков у входа в залив у юго-восточных берегов до илов в центральной и северо-западной частях.

По мнению М.М. Кожова [27], наибольшее богатство жизни наблюдается на сильно заиленных песках, занимающих площадь, равную приблизительно половине всей площади залива. Биомасса зообентоса достигает здесь в среднем 38,2 г/м². На илах она составляет 22,32 г/м², на более или менее чистых прибрежных песках – 16,3 г/м².

М.Ю.Бекман [26], основываясь на данных 1951–1952 гг., также характеризует зообентос залива, как богатый и имеющий высокое обилие (табл. 1.1.3).

Таблица 1.1.3 – Среднегодовая биомасса (г/м²) групп зообентоса на пяти характерных биотопах зал. Мухор [26]

Группы организмов	Юго-восточный берег, гл. 0-1,5 м, чистый песок	Бухта в куту Мухора, гл. 0-2 м, слабо заиленный песок	Бухта Хужир-Нуго, гл. 0-1 м, илистый песок	Середина Мухора, гл. 0-1 м, песчаный ил	Бухты северо-западного берега, гл. 1-3 м, прибрежный ил с рдестом
Амфиподы	9,04	24,71	26,47	10,12	33,32
Моллюски	0,30	6,15	8,68	31,48	25,99
Олигохеты	4,25	5,78	4,89	14,53	13,08
Хирономиды	0,05	0,80	0,42	3,49	1,34
Прочие	0,07	0,26	1,92	0,86	4,47
Всего:	13,71	37,70	42,38	60,48	78,20

Средняя биомасса донных беспозвоночных у юго-восточного берега разреза 1 в створе зал. Мухор в зоне глубин 1–3 м на чистых песках составляет $8,17 \pm 5,93$ г/м², преобладают в зообентосе амфиподы (76 %), моллюски встречаются единично. На глубине 1 м она невысокая – $2,24$ г/м², преобладают амфиподы (93 %). На глубине 2 м она увеличивается до $14,10$ г/м², в биомассе также преобладают амфиподы (73 %), возрастает роль олигохет (25 %). Полученные данные в 2014 г. (наши неопубликованные данные) по этому биотопу близки к таковым за 1951–1952 гг.

В зоне глубин 4–6 м на заиленных песках в центральной части створа залива биомасса зообентоса высокая и составляет в среднем $63,97 \pm 14,87$ г/м², а ее абсолютные значения изменяются от $36,08$ до $86,84$ г/м². Наибольший вклад в биомассу вносят олигохеты (40 %), моллюски (35 %) и амфиподы (20 %). У северо-западного берега на глубине 3,4 м на заиленном песке с высшей водной растительностью биомасса зообентоса составила $77,61$ г/м², преобладают моллюски (60 %), много олигохет (23 %) и амфипод (15 %).

Л.С. Кравцова, И.В. Механикова и Л.А. Ижболдина [29] исследовали в 2008 г. хорологическую структуру населения беспозвоночных животных в зарослях высших водных растений в бухтах Хужир-Нугэ в зал. Мухор и Куркутской в прол. Ольхонские (Малые) Ворота. Согласно их данным, биомасса макробеспозвоночных в бух. Куркутская в зарослях *Myriophyllum spicatum* в 2008 г. в июне биомасса зоофитоса – $6,5$ г/м² и в августе – $15,3$ г/м²; в июне биомасса эндобентоса – $84,3$ г/м² и в августе – $70,9$ г/м².

В бух. Хужир-Нугэ исследования выполнены только в июне, в начале вегетации высшей водной растительности. В зарослях *Elodea canadensis* биомасса зоофитоса была около 100 г/м², а эндобентоса – более 20 г/м², таким образом, общая биомасса макробеспозвоночных составляла более 120 г/м². По мнению авторов, биомасса зоофитоса в бух. Хужир-Нугэ возросла в 25 раз, а в Куркутской существенно не изменилась.

В табл. 1.1.4 приведены данные по биомассе зообентоса Малого моря в разные годы. Сравнительный анализ показал, что в 2014 г. биомасса зообентоса во всех подзонах литорали вдвое выше, чем в 1951–1952 гг., в основном за счет олигохет. Увеличение биомассы произошло на всех четырех разрезах за счет моллюсков, олигохет и амфипод (табл. 1.1.5).

Таблица 1.1.4 – Биомасса групп зообентоса (в г/м²) разных биотопов основного бассейна Малого моря

Группы организмов	открытое побережье, чистый песок	открытое побережье, песок среди камней	открытое побережье, песок
	Глубина, м		
	0–3(5)	1–5	5–20 (25)
	1951–1952 гг. [26]		
Амфиподы	7,0	7,82	5,63
Олигохеты	10,26	20,17	12,59
Моллюски	0,13	16,22	15,58
Хирономиды	0,06	0,36	0,17
Прочие	0,40	1,58	1,75
Всего	17,85	46,15	35,72
2014 г. (Фондовые материалы ИГУ)			
Амфиподы	7,00±1,29	8,26±1,14	9,71±1,32
Олигохеты	9,73±2,83	14,73±3,35	22,00±3,21
Моллюски	12,30±7,20	24,42±7,59	35,21±4,92
Хирономиды	0,04±0,01	0,08±0,02	0,52±0,22
Прочие	0,54±0,23	0,74±0,23	4,45±0,91
Всего	29,61±10,58	48,23±10,95	71,90±6,90
Число проб	17	21	24

Таблица 1.1.5 – Средняя биомасса (В, г/м²) зообентоса прол. Малое Море в зоне глубин 5-20 м на пяти разных поперечных разрезах, 2014 г.

Участок	Южная часть		Средняя часть		
	бух. Мухор-Халэ – бух. Тутырхейская	устье р. Курма – бух. Семисосенная	м. Улан-Хын – м. Елгай	м. Ядыртуй – бух. Сергит	м. Зундук – м. Будун
	1936–1941 гг. [27]				
Количество станций	3		3		
Средняя В	36,0		14,4		
	1951–1952 гг. [26]				
Количество станций	11	31	11	17	15
Средняя по разрезу В	38,2	33,4	34,0	37,7	37,4
Средняя В	35,8		36,4		
	2014 г. (Фондовые материалы ИГУ)				
Количество станций	6	6	6	7	
Средняя по разрезу В	68,9±8,4	77,4±15,9	77,5±18,9	63,8±13,1	
Средняя В	73,1±8,7		70,7±11,1		

Анализ литературных данных и имеющихся фондовых материалов ИГУ по изучению вертикального распределения зообентоса в проливе Малое Море показали, что данный район озера Байкал характеризуется **высоким количественным обилием зообентоса, данные по биомассе зообентоса, полученные в маловодную фазу цикла водности (2014 г.), значительно превышают таковые, полученные на тех же разрезах в период средней и повышенной водности (1951–1952 гг.)**. При этом наибольшие различия (практически в 2 раза) в количественных показателях отмечаются в верхней зоне литорали (0–3 м), подвергающейся осушению в маловодные периоды, преимущественно за счет более высокой доли моллюсков (2014 г.). Это, вероятно, обусловлено перемещением ряда групп гидробионтов при понижении уровня в ниже расположенные участки литорали. Тем не менее, следует с осторожностью подходить к полученным предварительным данным в связи с тем, что материалы за 1951–1952 гг. получены до поднятия уровня Байкала в результате строительства Иркутской ГЭС. В связи с этим требуются дополнительные исследования по той же сетке станций в 2022 г. (предположительно относимом к годам повышенной водности).

1.1.2.3 Влияние изменения уровня на: структуру рыбного населения литоральной зоны оз. Байкал; структуру популяций и биологические показатели бычка желтокрылки, особенности использования нерестилищ в различные фазы водного режима оз. Байкал; структуру популяций, биологические особенности и питание рыб, населяющих литоральную и прибрежно-соровую зону оз. Байкал

Изменение уровня оз. Байкал, вытекающей из него р. Ангары и ниже расположенных водохранилищ, наряду с изменениями других абиотических факторов, несомненно, оказывает определенное воздействие на обитающих в них гидробионтов. Вместе с тем, все живые организмы характеризуются определенной экологической валентностью, т.е. приспособленностью к определенному диапазону воздействия на них того или иного фактора окружающей среды в результате выработки в ходе длительной эволюции разнообразных экологических, морфофизиологических, биохимических, молекулярно-генетических адаптаций, позволяющих переносить неблагоприятные воздействия определенных допороговых величин [30]. Это может выражаться в снижении или увеличении плодовитости, сдвиге сроков периода размножения или его пропуске в данном году, использовании определенных участков для размножения, продолжительности эмбрионального развития, снижении или увеличении обеспеченности пищей личинок и молоди, влияющее на их выживаемость и темп роста, что в свою очередь проявляется в урожайных и неурожайных поколениях в различные по условиям годы. **В связи с этим искусственное регулирование уровня озера в экстремальные по водности годы в параметрах, приближенных к естественным, не противоречат возможностям видов противостоять воздействиям неблагоприятных факторов. Подтверждением этому является то, что за достаточно длительный период существования оз. Байкал (а точнее, наших знаний о нем) не отмечено ни одного исчезнувшего вида его флоры и фауны.**

Вместе с тем, не следует отрицать как негативного воздействия в связи со значительными изменениями гидрологических и гидрохимических показателей в прибрежной зоне озера, мелководных заливах и прибрежных отчлененных озерах, так и некоторых положительных изменений. Эти изменения были выявлены в ходе исследований, проведенных Лимнологическим институтом СО РАН, и опубликованы в работе «Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала» [31]. Согласно проведенным исследованиям [32] кормовая база Посольского и Истокского соров по данным фитопланктона после поднятия уровня значительно улучшилась вследствие бурного развития мелких форм синезеленых, протококковых и диатомовых, пришедших на смену крупным синезеленым, не потребляемым в пищу зоопланктоном. Несмотря на это,

количественные показатели зоопланктона по сравнению с 1950–1960 гг. в 1972–1974 гг. в заливе Мухор и Посольском соре уменьшились, а максимум биомассы сместился на более поздние сроки, в то время как в зал. Загли-Нур количество зоопланктона возросло, и период его оптимального развития наступал раньше [33]. Исследования зообентоса, проведенные в Истокском соре [34] и прибрежно-соровой зоне Северного Байкала [35], также неоднозначны. В Истокском соре практически не произошло количественных изменений зообентоса: 14,3 г/м² (1962 г.) и 11,3 г/м² (1972 г.) на песчаном грунте и 24,4 и 27,8 г/м² соответственно на заиленном песке, тогда как в прибрежно-соровой зоне Северного Байкала отмечено увеличение количественных показателей практически в 4 раза.

Несомненно, имеется тесная связь между колебаниями уровня озера и продуктивностью омуля, размножающихся в прибрежной зоне частичковых рыб и майской популяции желтокрылки, откладывающей икру практически у уреза воды. Связь между уровнем озера и продуктивностью омуля была установлена впервые М.М. Кожовым в 1947 г. при сопоставлении статистики вылова омуля и изменениями уровня Байкала. Позднее С.И. Краснощековым [36] была выявлена 5-ти летняя цикличность в уловах. Помимо этого, были выявлены и изменения, связанные с долгопериодическими колебаниями уровня. За период с 1830 по 1968 гг. насчитывалось «три периода высоких уловов» и «три периода депрессий» [37]. Вместе с тем, за этот же период высокое стояние уровня Байкала отмечалось 5 раз, таким образом, повышение уровня Байкала не всегда сопровождалось увеличением уловов омуля. Исследованиями С.И. Краснощекова [36] и И.П. Шумилова [38] было установлено, что наибольший вылов, как правило, наблюдается через 5 лет после пиков повышенного речного стока и уровней озера. Оба автора ставили выживаемость икры и личинок омуля в прямую связь с водностью нерестовых рек. По их мнению, в годы с высоким и в тоже время устойчивым осенне-зимним уровнем большее количество производителей может подняться на лучшие и более обширные нерестилища в верховьях рек [39,40]. Повышенные летние уровни рек, обусловленные высоким содержанием снега в водосборной зоне их бассейнов, также способствует увеличению выживаемости молоди омуля. Увеличение водности в бассейне Байкала приводит к большему стоку в озеро теплых речных вод, усилению эрозионных процессов на водосборной площади и повышенному выносу биогенов в Байкал [41]. Установлено, что молодь омуля в первые месяцы жизни обитает только в зоне влияния рек и избегает чистой байкальской воды [42]. В многоводные годы значительно расширяется ареал молоди омуля, улучшаются условия ее питания, снижается конкуренция с молодью других видов рыб и в конечном итоге увеличивается ее выживаемость [41].

Противоположные представления о воздействии высокой водности на протяженность нерестовой миграции селенгинской популяции омуля на основании многолетних исследований высказывают сотрудники Байкальского филиала Госрыбцентра А.В. Базов и Института общей и экспериментальной биологии (ИОЭБ) СО РАН Н.В. Базова [43]. По их мнению, в годы с высокой водностью протяженность нерестовой миграции омуля в р. Селенга составляет в среднем 110 км, а при низком уровне в 2 раза выше. Однако эти же авторы указывают на низкую выживаемость икры на нижних нерестилищах (ниже г. Улан-Удэ) в связи с высоким уровнем их загрязнения, и высокую выживаемость личинок в приустьевом пространстве Селенги при высоком стоянии Байкала, что компенсирует высокий отход икры на нерестилищах. В связи с необходимостью компенсации естественных колебаний урожайности поколений были разработаны рекомендации по искусственному воспроизводству байкальского омуля [44–46]. Приведенные выше данные свидетельствуют о воздействии изменения уровня Байкала на воспроизводство и численность омуля как до поднятия его уровня в результате строительства Иркутской ГЭС, так и после. Произошедшие изменения в некоторой мере могут влиять на эффективность воспроизводства омуля лишь в период нагула личинок и молоди в прибрежной зоне. А эти изменения, как мы указывали выше, для развития зоопланктона весьма неоднозначны. Авторы проведенных в 1972–1974 гг. исследований [41] утверждают, что увеличение уровня воды в Байкале в результате строительства Иркутской ГЭС не нарушило сложившейся периодичности в урожайности байкальского омуля.

Неоднозначно воздействие изменения уровня на частиковых рыб прибрежно-соровой зоны. Проведенный анализ уловов этой группы рыб А.М. Мамонтовым [47] до и после поднятия уровня Байкала свидетельствует о некотором увеличении их запасов (с 1 кг/га до поднятия уровня до 1,4 кг/га в пересчете на всю площадь озера). Этим автором указывается, что наибольшее негативное воздействие оказывается на рыб, обитающих на Селенгинском мелководье, в связи с понижением на этом участке температуры вод. В более закрытых участках прибрежно-соровой зоны (Северобайкальские соры и Чивыркуйский залив), где воспроизводство и рост молоди разобщено с нагулом взрослых рыб, наоборот, отмечается повышение рыбопродуктивности.

Проведенные в период поднятия уровня исследования биологии рыб и их кормовой базы в прибрежно-соровой зоне Северного Байкала [48] и через 10-тилетие [49] выявили как значительные количественные изменения, так и существенные структурные перестройки, приведшие, по мнению авторов, к увеличению кормовой базы более чем в четыре раза [50].

Проведенные ИГУ в 80-е годы в этом же районе исследования воздействия изменения уровня на биологию рыб [50] выявили как положительные моменты, связанные с появлением урожайных поколений соровых рыб и увеличением нагульных площадей, так и отрицательные, обусловленные несовпадением сезонного хода изменения уровня до и после зарегулирования, что стало причиной изменения экологических особенностей рыбного населения (миграции связанные с повышением летних температур выше оптимальных значений), а также низкой рыбохозяйственной ценностью вновь образовавшихся мелководий, используемых рыбами лишь в определенные периоды с оптимальными для нагула температурами воды.

Однако следует с осторожностью относиться к этим данным [50] при оценке воздействия изменения уровня на трофическую структуру ихтиоценоза литорали озера в связи с тем, что они были получены не в результате проведения специальных спланированных работ, а на основе анализа уже имеющихся относительно разрозненных данных, полученных при исследовании экологии рыб оз. Байкал, проводимых в рамках выполнения заказ-нарядов.

Значительный массив данных по экологии рыб открытой литорали озера (ленок, таймень, черный и белый байкальский хариусы, большеголовая, каменная, песчаная и желтокрылая широколобки) в период с 1976 по 1994 гг. (период маловодья 1976 – 1982 гг., нормальной и повышенной водности 1982–1994 гг.) накоплен и в значительной мере опубликован авторским коллективом под руководством А.Н. Матвеева [51–60], его обобщение проведено в докторской диссертации [61].

Наибольшему негативному воздействию в результате поднятия уровня, вероятно, подверглась майская популяция бычка-желтокрылки, размножающаяся практически у самого уреза воды (от 0,1 до 1–1,5 м). Неплотно упакованные крупнокаменистые грунты переместились на большие глубины и заилились в результате мощных гидродинамических процессов, приведших к размыву берегов, перемещению пород и их переработке. Проведенные в период депрессии численности (низкие по водности годы – 1980–1982 гг.) учеты кладок желтокрылого бычка преимущественно майской популяции [62] показали, что количество кладок на один камень в конце мая составляло в среднем 0,2 с максимумом в 0,47 кладки на камень [63], снижаясь к концу эмбрионального развития до 0,03 кладок на камень. Сходные показатели (0,04) были получены на нерестилищах майской популяции желтокрылки в этом районе в 1980 г. сотрудниками ЛИИ СО РАН [64].

Исследования нерестилищ майской популяции в период высокой и экстремально высокой водности в 1984–1985 гг. [65] на участке Сухой Ручей – Солзан показали, что

количество кладок на 1 м² составляет здесь от 1 до 9–13 и в среднем равно 2, эти величины при пересчете на 1 камень близки к приведенным ранее.

Для оценки происходящих в последние годы изменений численности желтокрылой широколобки, нами [61] были проведены аналогичные исследования в годы пониженной водности (2003 и 2005 гг.) в районе п. Сухой Ручей. В первых числах июня 2003 г. среднее количество кладок, приходящееся на 1 камень, составило 1,3 с колебаниями от 0,65 до 2,3 кладки на камень. В 2005 г. среднее количество кладок на камень возросло до 1,75 с колебаниями от 0,87 до 4,1. При расчете на 1 м² в 2003 г. средний показатель составлял 7,2 кладки, а в 2005 г. – 9,9 кладки. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что за прошедшие 20–25 лет произошло значительное увеличение числа кладок желтокрылки в прибрежной зоне Южного Байкала.

Для майской популяции желтокрылки, размножающейся на нерестилищах в Малом Море, Е.А. Коряков [66] в период непосредственного снижения численности бычка приводит следующие значения количества кладок на 1 камень в средние по водности годы: 1963 г. – 3,0 кладки; 1964 г. – 1,0 кладка; 1965 г. – 0,5 кладки.

В ходе аналогичных рекогносцировочных исследований, проведенных нами в среднем по водности 2004 г. в районе Малого Моря на участке Саган-Хушун – Улан-Хан, были получены показатели, в сотни раз меньшие по сравнению с Южным Байкалом и в десятки раз по сравнению с 60-ми гг. прошлого века для Малого Моря. Количество кладок на один камень в конце мая составляло в среднем 0,03 с максимумом в 0,09 кладки на камень, что в пересчете на 1 м² составляло 0,4 кладки.

В период экстремально низкой водности в мае 2014 г. исследования нерестилищ желтокрылки были проведены на 4 типичных участках мелководий вдоль западного побережья Малого Моря: м. Саган-Хушун; м. Улан-Хан; м. Ядыртуй; м. Отто-Хушун.

В ходе работ установлено продолжающееся снижение численности кладок желтокрылки на исследованном участке западного побережья прол. Малое Море. На первом участке в районе м. Саган-Хушун, где в 2004 г. были отмечены нерестилища с низкой численностью кладок (0,03 – 0,09 на 1 камень), в 2014 г. найдены только 2 кладки, не охраняемые самцами, что свидетельствует об утрате нерестилищ в этом районе.

Севернее в районе м. Улан-Хан численность кладок желтокрылки была практически втрое ниже, чем в 2004 г. (табл. 1.1.6), составляя в среднем 0,011 кладки на 1 камень или 0,048 на 1 м².

В районе мысов Ядыртуй и Отто-Хушун численность кладок на один камень, 1 м² и на 1 метр береговой линии последовательно растёт, оставаясь тем не менее величиной

достаточно низкой, в сотни раз меньшей, чем на нерестилищах майской популяции желтокрылки в районе Южного Байкала в 2003 и 2005 гг.

Таблица 1.1.6 – Характеристика нерестилищ желтокрылки на западном побережье пролива Малое Море в мае 2014 г.

Показатель	Участок			
	Саган-Хушун	Улан-Хан	Ядыртуй	Отто-Хушун
Число кладок на 1 камень	0	0,011	0,029	0,031
Число кладок на 1 м ²	0	0,048	0,082	0,099
Число кладок на 1 м береговой линии	0	1,4	2,15	2,68
Протяженность нерестилищ, км	-	1,3	1,8	2,3
Число кладок на участок, шт.	0	1820		
Плодовитость самок, шт	-	1728	1770	1774
Среднее число икринок в кладке, шт.	-	1510	1524	1527
Фонд отложенной икры	0	3144960	6849900	10934936

Желтокрылка относится к видам, самцы которых охраняют кладки икры, и успешность ее размножения во многом зависит от способности самцов охранять кладки, очищать и вентилировать их движениями плавников. В годы с оптимальной численностью желтокрылки [67] икра достаточно активно охранялась наиболее крупными самцами, вместе с тем, даже в этих условиях около 30% икры в кладках поедалось беспозвоночными. В период депрессии численности [64] было установлено, что лишь около половины кладок охранялись самцами до конца эмбрионального развития, остальная их часть погибала в результате смерти самцов, имеющих гораздо меньшие размеры и не способных обходиться без пищи весь длительный период инкубации икры (20–30 дней).

В период наших исследований в 2014 г. отмечалась аналогичная картина: к концу периода инкубации 37 % исследованных кладок не охранялись самцами, и икра в них погибла. Помимо этого, в кладках, охраняемых самцами, наряду с икрой, погибшей от поедания беспозвоночными (она хорошо идентифицируется по проеденным оболочкам) отмечалась погибшая икра без видимых признаков внешнего воздействия. При этом количество такой погибшей икры было максимальным (до 60%) для кладок, расположенных у уреза воды, по мере удаления от берега ее количество уменьшалось.

Приведенные данные свидетельствуют о значительном снижении успешности размножения майской популяции желтокрылки на нерестилищах Малого Моря.

Исходя из данных таблицы, фонд отложенной икры на исследованных нерестилищах в 2014 г. составил около 20 млн икринок, с учетом площадей нерестилищ, расположенных севернее, общее количество отложенной икры на нерестилищах Малого Моря может достигать 60–70 млн икринок. С учетом приведенных выше элиминирующих факторов, выход личинок может составлять около 10% от фонда икры или 6–7 млн личинок, что, несомненно, является ничтожно малой величиной для такого крупного водоема, как Малое Море.

По нашему мнению, современное катастрофическое состояние численности желтокрылки в Малом Море обусловлено рядом взаимосвязанных причин:

- иным, по сравнению с Южным Байкалом, глубинным расположением и литологическим характером нерестилищ, которые не полностью восстановились после подъема уровня оз. Байкал при строительстве плотины Иркутской ГЭС;

- маловодьем последних лет, приведшим к снижению уровня Байкала и, как следствие, негативным воздействиям на формирующиеся нерестилища;

- многократным увеличением антропогенной нагрузки в результате функционирования на побережье значительного числа туристических баз и практически нерегулируемого туризма, приводящих к поступлению в прибрежную зону озера большого количества нефтепродуктов, моющих средств, мусора, фекальных масс и других органических и неорганических продуктов жизнедеятельности;

- многократно возросшим, в связи с увеличением потока туристов, влиянием браконьерства с использованием мелкоячеистых сетевых материалов китайского производства, что приводит к массовому вылову взрослых нагульных особей желтокрылки.

Следует различать воздействия на майскую популяцию бычка-желтокрылки общего поднятия среднего уровня Байкала в результате строительства Иркутской ГЭС от внутригодовых изменений уровня естественного (до 1957 г.) и искусственного характера внутригодового регулирования уровня (с 1958 г. по настоящее время). При естественных изменениях уровня минимальные значения достигались в первой – второй декадах апреля и затем происходило постепенное поднятие уровня на протяжении всего периода эмбрионального развития икры желтокрылки, кладки которой постепенно оказывались на все больших глубинных горизонтах. При искусственном регулировании уровня годовой минимум зачастую достигается к концу апреля. Помимо этого, в мае периодически допускались снижения уровня, приводящие к

обсыханию части отложенной икры, расположенной непосредственно у уреза воды. Численность таких кладок может достигать 30% и более в зависимости от особенностей того или иного нерестилища. **Таким образом, подобные изменения уровня режима могут значительным образом влиять на урожайность поколений майской популяции бычка-желтокрылки и опосредованно, через обеспеченность пищей, на популяции таких ценных видов рыб как байкальский омуль, ленок, таймень, черный и белый байкальский хариусы, налим.**

Тем не менее, можно отметить, что в экстремально маловодные годы отмечаются наиболее низкие величины фонда отложенной желтокрылкой икры, в первую очередь, из-за снижения площадей, пригодных для нереста в самых верхних участках литорали (0–0,5 м), наиболее благоприятных для размножения, как по абиотическим (температура, обеспеченность кислородом), так и по биотическим (меньшая выедаемость икры) условиям.

При сопоставлении данных по динамике состава НМК, численности и биомассы в исследуемые низкие и экстремально низкие по водности годы (1996–2017 гг.) не прослеживается какая-либо зависимость от показателей уровня озера Байкал. Для установления возможной взаимосвязи миграционного комплекса гидробионтов с изменениями уровня озера необходимо проведение ежегодных регулярных мониторинговых исследований. Из выявленных на настоящее время параметров на структуру и динамику НМК влияют такие факторы, как сезон года, гидродинамическая активность, антропогенное воздействие и др.

1.1.3 Анализ качественных и количественных показателей зоопланктона и зообентоса прибрежно-соровой зоны Северного Байкала, Селенгинского мелководья, Посольского сора и залива-сора Провал

К прибрежно-соровой зоне Байкала согласно М.М. Кожову [1] относятся соры, закрытые и защищенные губы, бухты и заливы и предустьевые участки крупных притоков Байкала. Среди наиболее крупных участков этой зоны выделяют сор-залив Провал, Посольский сор, Северобайкальский сор, Северобайкальское и Селенгинское мелководье. Исследования, ориентированные на познание закономерностей состава и количественного распределения организмов, населяющих толщу и грунты этих участков озера, а также оценку их состояния, в разные годы проводились и проводятся силами академической науки, главным образом, Лимнологическим институтом СО РАН, высших учебных заведений (Иркутский государственный университет), рыбохозяйственной науки (Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии),

Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) и других учреждений.

Первым обобщением сведений о составе и закономерностях количественного распределения организмов, населяющих озеро Байкал, в частности, его прибрежно-соровую зону, является работа М.М. Кожова «Животный мир озера Байкал» [1], в которой были представлены накопленные к тому моменту времени данные о зообентосе мелководных участков озера. Результаты гидробиологических исследований, выполненных позднее, были изложены в комплексных тематических монографиях, например, таких, как «Лимнология придельтовых пространств Байкала» [2], «Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала» [3], «Лимнология Северного Байкала» [4], «Гидроэнергетика и состояние экосистемы озера Байкал» [5], других фундаментальных изданиях, а также в форме самостоятельных публикаций, в составе ежегодных государственных докладов и научных отчетов. Ряд исследований ставили задачей проводимых работ определение влияния изменения уровня озера Байкал на компоненты его биоты. Некоторые из наиболее важных экологических последствий поднятия уровня Байкала, в том числе эффект воздействия на водные биоресурсы, были обобщены в работе О.М. Кожовой и В.К. Павлова [6]. К ним авторы относили перестройку структуры сообществ планктона и бентоса прибрежно-соровой зоны озера.

1.1.3.1 Влияние колебаний уровня озера Байкал на качественные и количественные показатели зоопланктона прибрежно-соровой зоны

Посольский сор

Первые сведения о характере и степени воздействия зарегулирования озера Байкал на биоту Байкала и компоненты среды обитания в наиболее полной форме были представлены в монографии «Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала» [3].

В зоопланктоне Посольского сора в 1972-1973 гг. в сравнении с 1948-1949 и 1960-1961 гг. Л.А. Левковской [7] были отмечены следующие изменения:

– вид веслоногих раков *Cyclops vicinus*, преобладавший ранее, в 1972 г. встречался только в июне и октябре, причем в небольшом количестве. Состав других доминантов в группе веслоногих раков не изменился;

– среди ветвистоусых раков появился новый массовый вид *Daphnia cristata*, ранее не обнаруживаемый. Общая численность кладоцер в 1972 г. оказалась примерно в 2 раза ниже, чем в прежние годы;

– произошли изменения в составе доминирующего комплекса видов коловраток: во все сезоны доминировала *Keratella cochlearis*;

К наиболее крупным изменениям в зоопланктоне Л.А. Левковская [7] относил следующие:

– смена преобладавших ранее коловраток веслоногими рачками;

– сдвиги в сезонном ходе величин биомассы зоопланктона на более поздние сроки, произошедшие вследствие более позднего прогрева водных масс. Максимум биомассы, наблюдавшийся в конце июля - начале августа (до 6 г/м³), сместился на октябрь (4,4 г/м³). В целом и численность и биомасса зоопланктона понизились, особенно весной – в 10 раз, в июле-августе – в 1,5–2 раза.

Произошедшие изменения в Посольском соре привели к ухудшению кормовой базы для омуля (особенно в раннелетний период) [7]. Но, обсуждая причины произошедших межгодовых изменений, она обращает внимание на наличие противоречивых мнений, существовавших на тот момент времени, о связи количественных показателей зоопланктона с повышением уровня Байкала.

Как показали исследования, выполненные позднее [8], для межгодовой динамики численности и биомассы зоопланктона Посольского сора характерна значительная амплитуда варьирования.

Для средней численности животных планктонного сообщества Посольского сора за период с 1987 г. по 2000 г. установлена [8] статистически достоверная ($P < 0,05$) прямая корреляционная связь ($r = 0,74$, $n = 8$) со средней за май-начало июля температурой воды и обратная связь ($r = -0,70$, $n = 9$) – с амплитудой колебаний уровня воды в конце мая – начале июля, которые могут быть аппроксимированы соответствующими уравнениями (рис. 1.1.2).

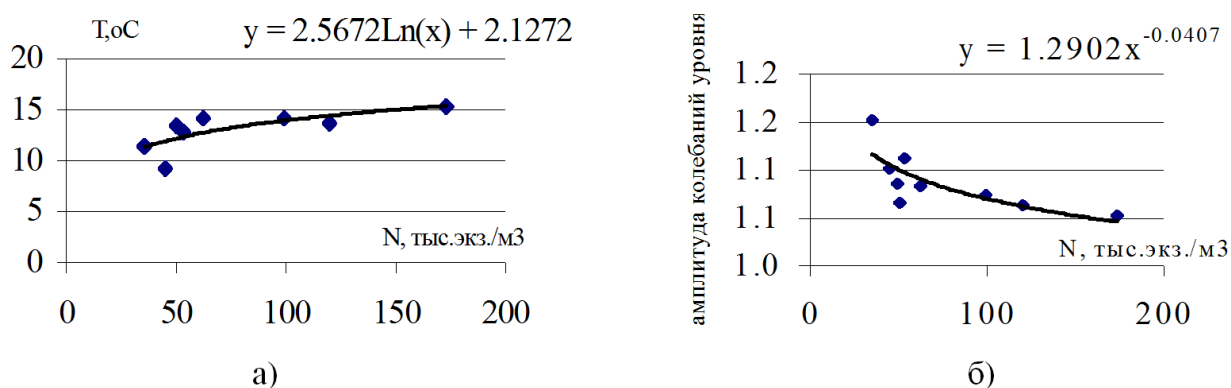


Рисунок 1.1.2 – Связь общей численности зоопланктона со средней температурой (а) и амплитудой колебаний уровня воды (б) в Посольском соре в мае-начале июля 1987–1990 и 1996–2000 гг. [8]

Для биомассы зоопланктона подобных закономерностей не было выявлено, хотя в июне отмечалась некоторая обусловленность уровня биомассы с абиотическими факторами, причем с майскими температурами и уровнем воды эта связь была обратной, а с амплитудами их колебаний – прямой.

Интенсивность прогревания водных масс в сочетании с темпом подъема уровня воды, таким образом, в значительной степени определяют численность и биомассу зоопланктона сора в начале вегетационного сезона. Подтверждением этому служат данные 2000 г., когда наблюдался максимальный уровень развития зоопланктона, самые высокие температуры и минимальный размах колебаний уровня воды за почти десятилетний период исследований [8]. Следует отметить, что уровень продукции планктонного сообщества сора определялся количеством низших ракообразных ($r = 0,78 \div 0,84$, $P < 0,05$), несмотря на то, что основную роль в создании продукции сообщества играли коловратки и простейшие; прослеживалась также и тенденция увеличения продуктивности с температурой и понижения – с колебаниями уровня [8]. Последующими исследованиями состояния зоопланктона Посольского сора вопрос влияния колебаний уровня Байкала на количественные и качественные показатели организмов не рассматривался.

В период с 2015 по 2021 гг. были получены следующие данные. В раннелетний период 2015 г. в составе зоопланктона Посольского сора оз. Байкал было обнаружено 23 вида [9, 10]. В динамике количественных характеристик организмов зоопланктона в начале июня наблюдались минимальные значения численности (25,4 тыс. экз./м³), в конце июня – биомассы (232,3 мг/м³). В начале июля показатели достигли максимальных значений – 56,0 тыс. экз./м³ и 465,8 мг/м³.

В 2017 году в Посольском соре было обнаружено 32 вида планктонных организмов [9, 10]. В динамике количественных показателей организмов зоопланктона наблюдалось увеличение значений численности и биомассы от 3,3 тыс. экз./м³ и 21,7 мг/м³ – в начале июня, до 146,3 тыс. экз./м³ и 575,5 мг/м³ (в основном за счёт развития *K. cochlearis* и веслоногих ракообразных) – в конце июня. В начале июля численность организмов оставалась на прежнем уровне (149,5 тыс. экз./м³), а биомасса увеличилась до 864,3 мг/м³.

Сравнение данных за 2017 г. с результатами за 2015–2016 гг. не выявляет существенных изменений в ядре доминирующих форм. Как и ранее, основные количественные показатели зоопланктона формировались за счёт коловраток и молодежи *Cycloriformes*. Количественные показатели в этот период достигали высоких значений. Обращают внимание низкие величины численности и биомассы организмов в 2016 г.: численность – 11,4 тыс. экз./м³, биомасса – 23,3 мг/м³ (рис. 1.1.3).

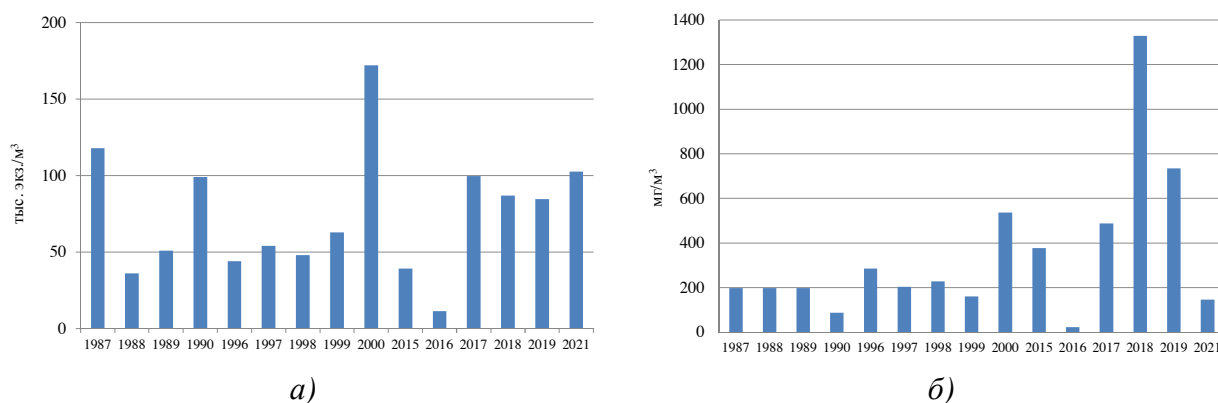


Рисунок 1.1.3 – Динамика численности (а) и биомассы (б) зоопланктона в заливе Большой Посольский сор в 1987–2021 гг.

В раннелетний период 2018 г. были зарегистрированы максимальные за 30-летний период значения биомассы сообщества [9, 10]. Обилие организмов зоопланктона Посольского сора к третьей декаде июня изменялось от $100,4 \pm 8,7$ тыс. экз./м³ и $1554,1 \pm 244,26$ мг/м³ до $63,4 \pm 10,06$ тыс. экз./м³ и $2004,8 \pm 225,89$ мг/м³. Высокую численность организмов зоопланктона Посольского сора 7 июня определяло развитие коловратки *Keratella cochlearis*; величины биомассы в начале месяца определяло развитие веслоного рачка *Cyclops vicinus*, доля которого к концу месяца снижалась, но увеличивалась доля *Cyclops kolensis* и науплиальных стадий веслоногих рачков.

В июне 2019 г. величины биомассы сообщества варьировали следующим образом: 13 июня – от 0,12 до 0,8 г/м³ (в среднем – 0,40 г/м³), 26 июня – от 0,47 до 1,68 г/м³ (в среднем – 1,07 г/м³). Основной вклад в биомассу сообщества вносили веслоногие ракообразные, главным образом, *Cyclops vicinus* и *Cyclops kolensis*.

В июне 2021 г. (3 июня) в зоопланктоне Посольского сора было зарегистрировано 22 вида. Обилие организмов зоопланктона в этот период составляло $102,7 \pm 52,80$ тыс. экз./м³ и $145,9 \pm 40,50$ мг/м³.

Таким образом, в межгодовой динамике количественных показателей с 1987 г. по 2021 г. наименьшие значения биомассы были зарегистрированы в 2016 г., максимальные – в раннелетний период 2018 г. (рис. 1.1.3). В целом, общая картина количественного развития планктонного сообщества в раннелетний период, его низкого уровня близка приводимой Л.А. Левковской [7] при описании состояния сообщества планктона Посольского сора после зарегулирования Байкала. На этом фоне уровень развития планктонных организмов и доминирование вида *Cyclops vicinus* в раннелетний период 2018 г., совпавший с пиком маловодной фазы в гидрологическом цикле озера Байкал, ближе соответствует её описаниям состояния сообщества в период до зарегулирования

озера. После 2018 г. наблюдается возвращение величин биомассы сообщества в заливе к исходным значениям, что совпадает с начавшейся тенденцией повышения уровня воды в озере. Так, 03 июня 2021 г. средние величины биомассы вновь оказались на наиболее низком уровне.

Северобайкальский сор

Характер выполненных до настоящего времени исследований зоопланктона Северобайкальского сора имел рыбохозяйственную направленность, которая не ставила своей задачей определение влияния колебаний уровня Байкала на количественные и качественные показатели планктонных организмов.

Согласно характеристике состояния сообщества, представленной В.Н. Сорокиным и А.А. Сорокиной [11] за 1963 и 1977 гг., количественное развитие организмов зоопланктона в Северобайкальском соре было очень близким: 204,59 мг/м³ в 1963 г. и 179,66 мг/м³ – в 1977 г. Величины численности также находились в близких пределах – 15,85–17,65 тыс. экз./м³. Однако, в 1963 г. по биомассе преобладали копеподы (66,7 %), а в 1977 г. – коловратки (71,4 %). По мнению авторов, в кормовом отношении для рыб условия в соре в 1977 г. ухудшились.

В 1992 и 1998 гг. уровень развития зоопланктона находился в пределах величин, отмеченных ранее (рис. 1.1.4) [8].

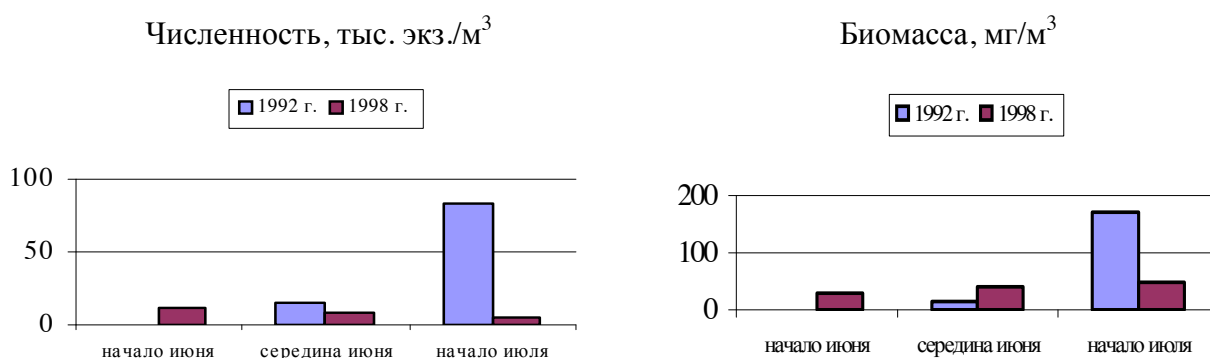


Рисунок 1.1.4 – Изменение основных количественных показателей зоопланктона Северобайкальского сора в 1992-1998 гг. [8]

В июле 2020 г. основной вклад в величины биомассы сообщества зоопланктона на большей части станций вносили коловратки, главным образом, *Asplanchna priodonta*. Биомасса веслоногих рачков определялась преимущественно развитием *Cyclops kolensis*. Обилие ветвистоусого рачка *Polyphemus exigius* на станции, исследованной у пгт. Нижнеангарск, определило максимальные из зарегистрированных значения биомассы всего зоопланктонного сообщества (таблица 1.1.7). Средние показатели состояния

сообщества составили 21,11 тыс. экз./м³ и 90,174 мг/м³, что близко зарегистрированным ранее данным.

Таблица 1.1.7 – Численность (N, тыс. экз./м³) и биомасса (B, мг/м³) организмов зоопланктона в зал. Северобайкальский сор в июле 2020 г.

Таксон	Ст. 192		Ст. 408		Ст. 193		Ст. 437		Ст. 431	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Rotifera	38,23	26,52	2,44	0,48	13,54	9,56	3,53	6,12	19,2	23,55
Copepoda	4,91	8,91	0,44	0,16	4,86	6,77	4,67	9,68	4,1	5,26
Cladocera	1,81	5,45	0,48	2,33	1,15	5,37	1,35	6,65	4,82	334,06
Всего	44,95	40,87	3,36	2,97	19,56	21,7	9,55	22,45	28,13	362,88

Залив Провал

Вопрос влияния колебаний уровня Байкала на количественные и качественные показатели организмов зоопланктона залива Провал исследованиями, выполненными к настоящему времени, не рассматривался.

В характеристике состояния сообщества зоопланктона залива В.Н. Сорокин и А.А. Сорокина [11] отмечают, что в силу своей открытости влиянию холодных вод Байкала состав сообщества в большей мере близок байкальскому. В динамике количественного развития организмов в 1971, 1973-1974 гг. показатели изменялись незначительно – 11,3-34,0 тыс. экз./м³ и 107-180 мг/м³. Основу биомассы составляли эпишура, *Cyclops kolensis* и др. Максимум развития приходился на июль.

В 1989–1999 гг. [8] наиболее низкие показатели численности и биомассы отмечались в период проведения первых съемок, в мае, когда численность планктонных животных не превышала 10,0 тыс. экз./м³, а биомасса колебалась от 18,1 до 37,4 мг/м³. Затем, по мере развития видов летнего комплекса, количество зоопланктона возрастало и в июне достигало максимума как численности (до 38 тыс. экз./м³ в конце июня 1999 г.), так и биомассы (до 85 мг/м³ в середине июня 1989 г.). Наиболее массовыми в планктоне залива были коловратки, которые в целом и определяли численность зоопланктона; основу биомассы составляли ракообразные, преимущественно веслоногие. Залив Провал из всех соров Байкала является наиболее глубоким и наименее изолированным, поэтому *Epischura baicalensis* является постоянным компонентом его планктонного сообщества. В годы проведенных исследований численность этого вида не превышала 0,7 тыс. экз./м³, биомасса – 5,0 мг/м³. В отдельные периоды доля этого эндемичного вида вследствие ветрового нагона байкальских вод, как это наблюдалось в конце июня 1999 г., могла резко

повышаться, и эпишура определяла (до 61 % численности и 75 % биомассы) количество веслоногих ракообразных в водоеме. В целом количественные характеристики зоопланктона зал. Провал в мае-июне 1997 и 1999 гг., как и в предыдущие годы, были невысокими, т.к. численность не превышала 40,0 тыс. экз./м³, а биомасса – 0,10 г/м³ (рис. 1.1.5, таблица 1.1.8).

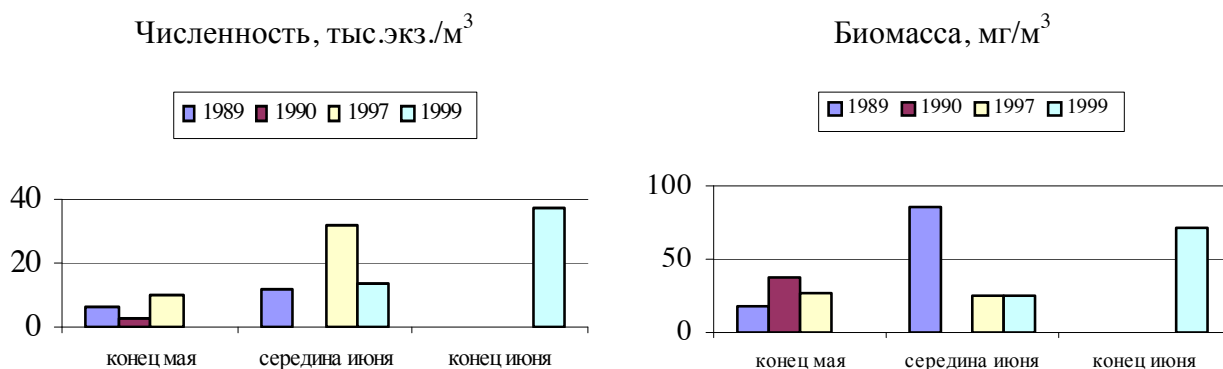


Рисунок 1.1.5 – Межгодовые и межсезонные изменения основных количественных показателей развития зоопланктона залива Провал [8]

В период с 2015 по 2019 гг. были получены следующие данные. В 2017 году количественные показатели значительно превышали значения предыдущих лет. В конце июля 2017 г. были зафиксированы наиболее высокие значения биомассы сообщества, что определялось развитием вида *Leptodora kindtii*, который при небольшой численности составил основу общего показателя биомассы (таблица 1.1.8). В целом сообщество, как и ранее, было представлено коловратками родов *Synchaeta*, *Polyarthra* и веслоногими ракообразными [9].

Таблица 1.1.8 – Численность (N, тыс. экз./м³) и биомасса (B, мг/м³) организмов зоопланктона в зал. Провал в 1989–2017 гг. [9]

Показатель	Год							
	1989	1990	1997	1999	2012	2015	2016	2017
N	18,3	20,8	24,4	25,8	21,7	11,4	14,5	78,1
B	68,0	88,0	26,9	47,8	173,6	108,9	51,8	835,7

Результаты обработки материалов, полученных в подледный период весны 2019 г., также указывают на ведущую роль коловраток и веслоногих ракообразных в планктоценозе залива и их низкие количественные показатели (таблица 1.1.9).

Таблица 1.1.9 – Численность (N, тыс. экз./м³) и биомасса (B, мг/м³) организмов зоопланктона в зал. Провал в марте 2019 г.

Таксон	Станции					
	Ст. 122		Ст. 139		Ст. 169	
	N	B	N	B	N	B
Rotifera	8,08	5,64	2,46	7,83	2,37	1,91
Copepoda	0,28	5,95	3,09	45,87	0	0
Всего	8,37	11,59	5,56	53,70	2,37	1,91

Селенгинское мелководье

Исследования зоопланктона Селенгинского мелководья исторически были связаны с определением рыбохозяйственного статуса этого участка акватории Байкала, а позднее – с установлением влияния Селенги на качество вод озера. Сведениями о влиянии колебаний уровня Байкала на количественные и качественные показатели планктонных организмов Селенгинского мелководья мы не располагаем.

На Селенгинском мелководье в мае-сентябре 1959-1962 гг. [2] средние величины биомассы зоопланктона на участке акватории в границах от 0 до 8 км от восточного берега варьировали в небольших пределах и в среднем составили 129 мг/м³; на участке акватории в границах 8-30 км – 167 мг/м³ (таблица 1.1.10).

Таблица 1.1.10 – Средняя биомасса (г/м³) зоопланктона за период май-сентябрь в 1959-1962 гг. [2]

Зона, км	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.	Среднее
0-8	0,114	0,170	0,115	0,120	0,129
8-30	0,146	0,102	0,245	0,176	0,167

Средние значения биомассы на разных станциях в этот период исследований изменялись от 39 до 308,6 мг/м³, с увеличением расстояния до трех километров от берега в целом возрастали, а затем стабилизировались на близких отметках (таблица 1.1.11). Максимальные величины биомассы изменялись от 0,07 до 1,04 г/м³ и наблюдались в пределах первых трех километров от восточного берега.

Таблица 1.1.11 – Биомасса зоопланктона на отдельных станциях разреза Харауз-Красный Яр за период май-сентябрь 1958-1962 гг. [2]

Год	Расстояние от восточного берега, км											
	1,5		3,0		5,0		8,0		18,0		27,0	
	Ср.	Макс.	Ср.	Макс.	Ср.	Макс.	Ср.	Макс.	Ср.	Макс.	Ср.	Макс.
сентябрь 1958	–	0,40	–	0,55	–	–	–	0,37	–	0,52	–	0,60
1959	105,5	0,38	131,0	0,40	–	–	96,2	0,28	108,6	0,19	224,0	0,63
1960	39,0	0,07	154,8	0,39	–	–	308,6	0,95	43,0	0,08	–	0,08
1961	69,7	0,21	139,5	0,67	136,0	–	120,0	0,28	265,5	0,54	251,5	0,67
1962	64,8	0,11	160,1	1,04	150,0	–	94,6	0,25	130,5	0,36	261,8	0,39
Среднее	69,7		146,3		–		155,0		137,06		–	

Примечание. Ср. – средняя биомасса в мг/м³, Макс. – максимальная биомасса в г/м³.

По данным В.Н. Сорокина и А.А. Сорокиной [11] в конце июля – начале августа 1959 г. средняя биомасса колебалась в пределах 180-450 мг/м³. В 1965 г. за период с 31 мая по 17 августа численность зоопланктона на разрезах в пределах до 10 км от берега в среднем колебалась от 4,1 до 30,6 тыс. экз./м³, а биомасса – 32,4-441,5 мг/м³. Средние за сезон значения показателей составили 15,98 экз./м³ и 198,92 мг/м³. Наибольшие концентрации организмов (720-760 мг/м³) регистрировались на удаленных от берега разрезах (7-10 км). В апреле-мае 1966 г. в зоне глубин 1,5-26 м средние значения численности и биомассы составили соответственно 15,0 тыс. экз./м³ и 140,7 мг/м³. В 1971 г. среднемесячные значения численности с мая по август изменялись в пределах от 2,98 до 4,57 тыс. экз./м³, биомассы – от 13,74 до 47,83 мг/м³, и в среднем за период составили 4,93 тыс. экз./м³ и 40,32 мг/м³. Максимум развития наблюдался в мае – 10,56 тыс. экз./м³ и 84,74 мг/м³. В 1972 г. максимум развития организмов зоопланктона наблюдался в апреле – 253,3 мг/м³. Средняя за период биомасса составила 100,1 мг/м³. В июле 1977 г. биомасса зоопланктона колебалась от 17 до 224 мг/м³ (в среднем 115,1 мг/м³) [11].

В 1990 г. [5] средние количественные показатели зоопланктона на Селенгинском мелководье за период с 27 мая по 6 сентября достигали 95 тыс. экз./м² и 135 мг/м³. Пик численности приходился на третью декаду июня, а биомассы – развивался со второй декады июля до первой декады августа.

В 1997 и 1999 гг. (май-июнь) и в 1998 и 2000 гг. (третья декада июня) наиболее высокие значения численности зоопланктона, усредненной по станциям отбора проб, были зарегистрированы в конце июня 2000 г. (до 144 тыс. экз./м³), биомасса – в конце мая

1997 г. (до 129 мг/м³) (рис. 1.1.6) [8]. Минимальные показатели отмечались в июне 1997 г., когда средняя численность планктонных животных в конце июня не превышала 17,0 тыс. экз./м³, а биомасса достигала всего 48 мг/м³. В целом уровень развития зоопланктона Селенгинского мелководья в эти годы был невысоким, т.к. даже максимальные значения биомассы на отдельных разрезах не превышали 0,25 г/м³, а по акватории – 0,13 г/м³ [8].

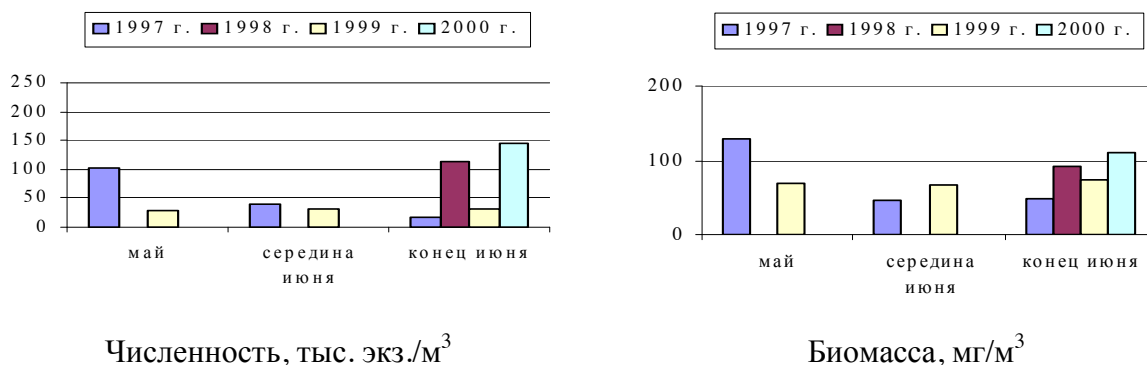


Рисунок 1.1.6 – Межгодовые и межсезонные изменения основных количественных показателей развития зоопланктона Селенгинского мелководья [8]

Самую высокую численность зоопланктона в эти годы определяло массовое развитие коловраток р. *Synchaeta*. Максимум биомассы в 1997 г. был связан с доминированием в мае на северных участках мелководья *Cyclops kolensis*, в 1999 г. – в конце июня – крупной коловратки *Asplanchna priodonta* и *Cyclops kolensis* (м. Облом), а в 2000 г. – в конце июня – веслоногих ракообразных *Cyclops kolensis* и *Harpacticella inopinata* (м. Средний) [8].

В группе веслоногих ракообразных соотношение структурообразующих видов варьировало в достаточно больших пределах и, если в мае 1997 г. наиболее массовыми были циклопы, которые преобладали и по численности, и по биомассе, то в мае 1999 г. относительная численность как циклопов, так и эпишуры и гарпактицид была примерно равной [8]. Это объяснялось интенсивным развитием в зоопланктоне гарпактицид, численность которых в мае 1999 г. на некоторых станциях достигала до 38,5 тыс. экз./м³, а также присутствием в планктоне мелководья в значительных количествах личиночных форм циклопов (до 2,04 тыс. экз./м³) и эпишуры (до 3,59 тыс. экз./м³).

Уровень количественных показателей веслоногих ракообразных в июне преимущественно определяла эпишура, хотя в отдельные периоды достаточно высокой была численность (середина июня 1999 г. и конец июня 2000 г.) и биомасса (конец июня 1998-2000 гг.) циклопов [8]. В распределении веслоногих ракообразных отмечена приуроченность эпишуры к зоне десятиметровых изобат, а циклопов и гарпактицид – к четырехметровым. Шторма и ветровые нагоны, а также интенсивное размножение

Epischura baicalensis в конце июня в отдельные годы (1997 и 1999 гг.) определяло повышение ее численности на двух-, четырехметровых глубинах.

В июне 2015-2016 гг. и 02 июля 2017 гг. работы по изучению зоопланктона Селенгинского мелководья на глубинах от 2 до 10 метров проводились также и силами Байкальского филиала ФГБНУ «ВНИРО» [9].

По результатам этих исследований были установлены средние значения численности и биомассы организмов, усредненные по станциям отбора проб на отдельных разрезах, не превышали соответственно 25,5 тыс. экз./м³ и 123 мг/м³ (таблица 1.1.12) [9].

Таблица 1.1.12 – Средние значения численности (N, тыс. экз./м³) и биомассы (B, мг/м³) зоопланктона на Селенгинском мелководье в 2015-2017 гг. [9].

	2015		2016		2017	
	N	B	N	B	N	B
Большая прорва Бол. Посольского сора	–	–	–	–	5,6	19,7
Калининская прорва Истокского сора	–	–	–	–	12,5	33,6
мыс Харауз	16,3	21,9	8,8	34,8	25,5	57,0
мыс Средний	15,4	53,9	13,3	45,7	6,9	25,4
мыс Облом	–	–	–	–	20,6	123,0

На участке акватории в районе Большой прорвы Бол. Посольского сора максимальные значения количественных показателей зарегистрированы в начале июля на глубине 2 м: 30,3 тыс. экз./м³ и 112,1 мг/м³ [9]. На большинстве станций на протяжении всего периода исследований доминировали науплии и копепоиды *E. baicalensis* (до 44 % общей численности и 85 % – общей биомассы). В районе Калининской прорвы Истокского сора максимальные значения количественных показателей зоопланктона отмечены в начале лета на станции с глубинами 2 м: 47,5 тыс. экз./м³ и 113,8 мг/м³ [9]. Основную долю в биомассе сообщества на большинстве станций составляли науплии и копепоиды *E. baicalensis*. Только на станции 2 м в начале июня по биомассе доминировали копепоиды *C. kolensis* (29 %), а на станции 2 м в начале июля преобладала *Bosmina longirostris* (40 %). Численность определялась преимущественно за счёт представителей рода *Synchaeta*.

На мелководье в районе мыса Харауз максимальные значения численности зоопланктона в 2017 г. отмечены на глубине 2 м в конце июня – 79,5 тыс. экз./м³, а

биомассы – в конце мая – 155,6 мг/м³ [9]. По сравнению с 2015 и 2016 гг. в 2017 г. произошло некоторое увеличение биомассы сообщества – за счет развития *E. baicalensis*.

В районе мыса Средний максимальные значения численности зоопланктона в 2017 г. отмечены в конце мая на станции 5 м – 12,3 тыс. экз./м³, а биомассы – в середине июня на станции 10 м – 35,7 мг/м³ [9]. В 2017 г. наблюдалось некоторое понижение средних количественных показателей по сравнению с 2015-2016 гг. Среди доминирующих по численности видов можно отметить рачков *E. baicalensis* (до 59 % на отдельных станциях) и коловратку *P. dolichoptera* (52 % на станции 5 м в мае). По биомассе также на отдельных станциях доминировала *E. baicalensis* (более 94 %) и копеподиты *C. kolensis* (до 55 % от общего показателя).

На участке акватории в районе мыса Облом наибольшие количественные показатели в 2017 г. были зарегистрированы на глубине 2 м в конце июня: 116,8 тыс. экз./м³ и 871,3 мг/м³ [9]. На всех станциях в конце мая доминировала *Epischura baicalensis* на науплиальной и копеподитной стадиях развития. В середине июня только на станции 5 м сменились виды-доминанты (*P. dolichoptera* составила 52 % от общей численности, а *Cyclops kolensis* стал основой биомассы (55 %)). В конце июня на станции 2 м по-прежнему отмечалось массовое развитие эндемичного рачка эпишуры (60 % от численности и 97 % от общего показателя биомассы). На станции 5 м в этот период развитие получили коловратки: *Keratella cochlearis* составила 20 % от общей численности, а крупная *Asplanchna priodonta* – 73 % биомассы. На станции 10 м по численности преобладала *K. cochlearis* (42 %), а по биомассе, как и на большинстве станций, *E. baicalensis* (48 %).

Регулярные исследования зоопланктона Селенгинского мелководья выполняются на стандартных 12 станциях с глубинами от 15 до 74 метров учреждениями, подведомственными «Росгидромет», в единые сроки (сентябрь каждого года) с 2014 года (таблица 1.1.13) [12–18].

За период с 2014 г. по 2020 г. величины численности организмов зоопланктона изменялись от 0,3 до 56,85 тыс. экз./м³, средние значения – от 4 до 32,7 тыс. экз./м³; биомассы соответственно в пределах – от 2 до 1674,1 мг/м³ и от 38 до 662,4 мг/м³. Наибольшие значения биомассы сообщества были отмечены в 2018 г, минимальные – в 2015 г. [12–18]. По численности в эти годы доминировали в основном веслоногие рачки и коловратки (2014–2015 гг. и 2017–2019 гг.) либо коловратки и ветвистоусые рачки (2016 г.). Среди веслоногих рачков преобладал вид *Epischura baicalensis*, а среди коловраток – виды *Keratella quadrata*, *K. cochlearis cochlearis*, *Kellicottia longispina*, *Filinia terminalis*; в 2016 г. – коловратки *Kellicottia longispina*, *Filinia terminalis*, в группе Cladocera – *Bosmina*

longirostris, *Daphnia longispina*. Комплекс организмов, доминирующий по величинам биомассы, в указанных источниках не рассматривается.

Таблица 1.1.13 – Численность (N, тыс. экз./м³) и биомасса (B, мг/м³) организмов зоопланктона в районе Селенгинского мелководья [12–18]

Показатель		Год						
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
N	пределы	2-13	0,3-6	3,3-15,8	10,012-30,515	16,3-56,8	6,385-47,511	16,507-56,848
	среднее	6	4	6	19,489	32,7	24,332	31,906
B	пределы	20-181	2-81	46,1-259,0 (529,0?)	82,31-410,73	231,4-1674,1	49,48-438,96	46,63-245,58
	среднее	68	38	99	246,33	662,4	215,15	100,84

1.1.3.2 Влияние колебаний уровня озера Байкал на качественные и количественные показатели зообентоса прибрежно-соровой зоны

Посольский сор

При сопоставлении структуры сообществ и количественного развития донных организмов после повышения уровня (1972-1973 гг.) с данными М.М. Кожова [1, 19] за 1955-1956 гг. и 1962 г. М.Ю. Бекман [20] были определены следующие значительные изменения:

- сокращение численности моллюсков (сфебрид и вальват) вплоть до их полного отсутствия в пробах;
- уменьшение численности амфипод, доли *Micruropus possolskii* и *Gmelinoides fasciatus* в структуре таксоценоза, увеличение доли *Micruropus wohlii*, уменьшение до минимальных значений численности *Micruropus ciliodarsalis*;
- исчезновение поселения полихет у прорвы, соединяющей сор с Байкалом. В 1974 г. было вновь обнаружено;
- увеличение численности хирономид на илистых грунтах.

Подводя итог событиям, произошедшим после поднятия уровня Байкала, М.Ю. Бекман отмечала [21]: «... увеличение водообмена и ветрового перемешивания с водами Байкала понизило температуру вод сора, что сопровождалось перестройкой планктонных и бентических комплексов, вселением байкальских видов, депрессией популяций массовых прежде форм (амфипод, моллюсков), увеличением численности хирономид и общим снижением продуктивности водоема».

Последующими исследованиями состояния зообентоса Посольского сора вопрос влияния колебаний уровня Байкала на количественные и качественные показатели организмов не рассматривался.

В период с 2019–2021 гг. были получены следующие (собственные) данные. Из диаграммы динамики величин биомассы (средние значения по станциям) в летне-осенний период 2019 года (рис. 1.1.7) видно, что в структуре зообентоса залива велико значение амфипод, на отдельных станциях – комаров-звонцов, пиявок, двустворчатых моллюсков и олигохет. Во временной динамике наименьшие величины общей биомассы сообщества наблюдаются в конце мая, наибольшие – в осенний период. В целом от весны к осени наблюдается увеличение биомассы сообщества в заливе, когда максимальные значения достигают 60 г/м².

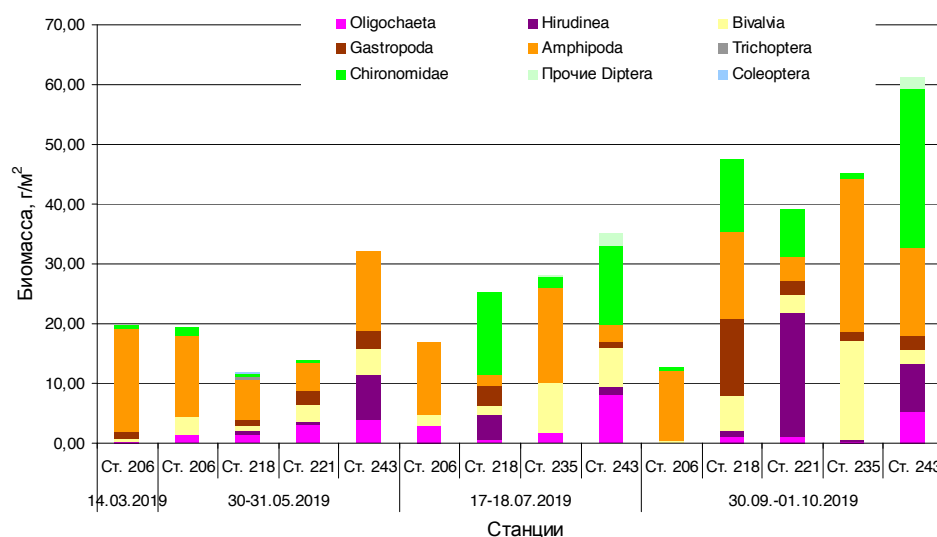


Рисунок 1.1.7 – Динамика средних значений биомассы зообентоса на мониторинговых станциях в зал. Большой Посольский сор оз. Байкал в 2019 г.

В июне 2021 г. величины биомассы сообщества изменялись от 2,9 до 35,9 г/м², численности – от 746,7 до 6093 экз./м². В сообществе главным образом доминировали амфиподы, на отдельных станциях – личинки комаров звонцов и двустворчатые моллюски (таблица 1.1.14).

Таблица 1.1.14 – Численность (N, экз./м²) и биомасса (B, г/м²) организмов зообентоса в Посольском соре 3 июня 2021 г.

Таксон	Станция и глубина													
	Т. 206		Т. 218		Т. 221		Т. 235		Т. 243		Т. 61		Т. 62	
	1,0 м		2,6 м		3,4 м		0,7 м		1,9 м		0,4 м		0,4 м	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Oligochaeta	906,7	4,4	373,3	0,3	453,3	0,5	1840,0	0,5	3546,7	6,0	580,0	1,0	760,0	1,6
Hirudinea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	2,7	66,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Bivalvia	133,3	2,5	160,0	0,3	373,3	0,8	1773,3	10,9	346,7	1,8	880,0	1,7	940,0	2,8
Gastropoda	0,0	0,0	40,0	0,2	13,3	1,4	0,0	0,0	333,3	0,7	20,0	0,3	0,0	0,0
Amphipoda	3093,3	23,5	80,0	0,8	186,7	2,6	1626,7	6,9	453,3	4,1	2700,0	26,7	2460,0	17,9
Trichoptera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	0,9	0,0	0,0
Chironomidae	1053,3	4,6	93,3	1,4	120,0	0,6	813,3	4,1	733,4	6,2	1660,0	5,3	840,0	1,2
Прочие Diptera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coleoptera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого	5186,7	34,9	746,7	2,9	1146,7	5,9	6093,3	25,2	5520,0	20,5	5920,0	35,9	5000,0	23,5

В целом общие черты структуры сообществ зообентоса в заливе в 2019-2021 гг. соответствуют описаниям М.М. Кожова [1, 19]. Необходимо отметить, что более полная картина состояния сообществ станет возможной после обработки оставшейся части проведенных сборов, которые были нацелены на определение деталей площадного распределения, сезонной и межгодовой динамики количественных характеристик организмов в заливе.

Сор Черкалов

До поднятия уровня Байкала Истокский сор (сор Черкалов) фактически не изучался, на что обращала внимание М.Ю. Бекман [22, 23] при характеристике изменений в его сообществах. Она полагала, что повышение уровня должно было благоприятно сказаться на развитии кормовых беспозвоночных в этом заливе за счет значительного приращения акватории и заселения ее мигрирующими ракообразными байкальского комплекса.

Согласно материалам, обработанным Л.Н. Снимщиковой [24], за 1962 и 1972 гг. средние величины биомассы бентоса в заливе в эти годы изменялись: на песках – от 11,3 до 14,3 г/м², на заиленных песках – 24,4 до 27,8 г/м². Средняя биомасса бентоса на всех станциях составляла 26,2 г/м². Основную роль в ее величине играют амфиподы (38 %), олигохеты (34 %) и моллюски (29 %). Автором отмечалось, что с подъемом уровня воды происходит значительное приращение акватории и заселение ее гидробионтами.

В весенний период 2002 г. (март) средние показатели сообщества составляли: численность – 9287 экз./м², биомасса – 23,85 г/м² [25]. В структуре биоценоза по биомассе доминировали амфиподы (40 %), двустворчатые моллюски (34 %) и олигохеты (22 %).

В период исследований в 2015-2017 гг. на станциях Истоминского сора в бентосе доминировали двустворчатые моллюски и амфиподы (таблица 1.1.15).

Таблица 1.1.15 – Численность N (экз./м²) и биомасса B (г/м²) зообентоса на илах Истоминского сора в 2015–2017 гг. [25]

Группа	2015 г.		2016 г.		2017 г.	
	N	B	N	B	N	B
Amphipoda	587	2,7	987	5,42	1109	12,76
Oligochaeta	160	0,15	220	0,7	200	0,5
Hirudinea	0	0	0	0	13	1,6
Mollusca	833	28,0	367	10	373	12,33
Chironomidae	13	0,09	113	0,46	27	0,5
Ceratopogonidae	0	0	27	0,02	0	0
Прочие Diptera	0	0	7	0,05	13	0,07
Всего	1593	30,94	1721	16,65	1736	27,73

Необходимо отметить, что сор Черкалов в силу своей мелководности в значительной степени испытывает влияние колебаний уровня воды в Байкале – увеличением, либо уменьшением своей площади. Как было сказано выше, для водных организмов эффект поднятия уровня Байкала привел к освоению ими новых залитых площадей. Не менее очевидным должен быть и обратный эффект – миграция либо гибель донных организмов при осушении акваторий, вызванных снижением уровня Байкала, обострение которого произошло на пике маловодной фазы гидрологического цикла в 2014-2018 гг. Полагаем, что наибольшему риску гибели на пике маловодной фазы подверглись двустворчатые моллюски, доля которых в сообществах зообентоса сора в тот момент времени была очень высокой.

Северобайкальский сор

Характер выполненных до настоящего времени исследований зообентоса Северобайкальского сора имел рыбохозяйственную направленность, которая не ставила своей задачей определение влияния колебаний уровня Байкала на количественные и качественные показатели донных организмов.

Согласно характеристике состояния сообщества, представленной в работе [26] со ссылкой на данные И.М. Муромовой, в конце июня – начале июля 1931 г. величины биомассы зообентоса в соре варьировали в пределах от 0,07 до 7,4 г/м². В июне 1963 г. [11] численность организмов зообентоса изменялась от 460 до 1560 экз./м², биомасса – 8,14 до 11,72 г/м², в июле соответственно в пределах 420–2200 экз./м² и 0,9–125,28 г/м². В среднем биомасса за этот период составила 15,5 г/м². В июле 1973 г. [26] значения биомассы сообщества варьировали в пределах от 2,8 до 13,1 г/м², средние составили 6,4

г/м². В 1974 г. в июле средняя биомасса по сору составляла 10,5 г/м² (от 0,4 до 26,1 г/м²), в сентябре – 74,8 г/м² (от 25,7 до 82,9 г/м²). В 1981 г. значения биомассы сообщества на илистых грунтах изменялись в пределах 10-15 г/м² [11].

В июле 2020 г. величины численности организмов зообентоса в соре изменялись в пределах 4025–39713 экз./м², биомассы – от 2,26 до 52,83 г/м² (таблица 1.1.16). Зарегистрированные средние значения биомассы сообщества (18,6 г/м²) были в пределах отмеченных в ходе предыдущих исследований.

Таблица 1.1.16 – Численность и биомасса организмов зообентоса Северобайкальского сора в июле 2020 г.

Таксон	Станция									
	"Средняя, устье"		"Береговая, ярки"		"р. Хайрокан"		Устье р. Кичера		с. Душкачан	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Oligochaeta	6300	6,44	350	0,25	5460	14,56	560	0,56	443	0,35
Hirudinea	23	0,02	0	0,00	420	3,80	187	0,70	0	0,00
Bivalvia	1027	3,48	158	1,44	980	12,46	117	4,06	0	0,00
Gastropoda	23	0,19	0	0,00	140	2,12	0	0,00	0	0,00
Amphipoda	2170	0,77	945	4,20	467	0,86	303	0,91	1003	0,86
Trichoptera	0	0,00	0	0,00	23	0,84	93	0,30	0	0,00
Ephemeroptera	0	0,00	0	0,00	117	0,26	817	0,49	0	0,00
Ceratopogonidae	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	23	0,05
Chironomidae	5810	9,61	2573	1,05	32107	17,92	8447	3,43	4480	0,98
Прочие Diptera	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	23	0,02
Всего	15353	20,51	4025	6,93	39713	52,83	10523	10,45	5973	2,26

Залив Провал

Вопрос влияния колебаний уровня Байкала на количественные и качественные показатели организмов зообентоса залива Провал исследованиями, выполненными к настоящему времени, не рассматривался.

Сведения о состоянии сообществ зообентоса залива Провал до зарегулирования озера были обобщены в монографиях М.М. Кожова [1, 19]. Согласно этим материалам усредненные по биотопам значения биомассы сообщества в 1939-1943 гг. изменялись от 2,81 до 17,29 г/м² (таблица 1.1.17). В целом биомасса сообщества без учета беззубок составляла 8-10 г/м².

В июне-октябре 1958-1962 гг. усредненные по биотопам значения биомассы варьировали в следующих пределах: на песках составляли 10,82 г/м² (доминируют амфиподы и олигохеты), на алевритовых илах – 21,8 г/м² (амфиподы, моллюски и олигохеты) [23]. В целом по сору биомасса сообщества составляла 18,2 г/м².

Таблица 1.1.17 – Биомасса организмов зообентоса в заливе Провал в 1939-1943 гг. [1]

Дата		Грунт	Биомасса, г/м ² (без Anodonta)
1939 г.	13.VII–3.VIII	Песок	2,891
1938 г.	VIII	Песок с илом	3,784
1939 г.	13.VII–3.VIII		3,790
1943 г.	IX		–
1938 г.	VIII	Ил	17,290
1939 г.	13.VII–3.VIII		17,166
1943 г.	IX		9,305

Динамика величин биомассы (средние значения по станциям) в зал. Провал в летне-осенний период 2019 года показана на рис. 1.1.8. Из диаграммы видно, что в структуре доминирования сообщества участвуют амфиподы, малощетинковые черви и двустворчатые моллюски (крупные Anodonta не учитывались). В течение сезона величины биомассы варьировали от 5 г/м² до 80 г/м² и в целом превышали значения, указанные М.М. Кожовым [1, 19] и М.Ю. Бекман [23]. Необходимо отметить, что более полная картина состояния сообществ станет возможной после обработки оставшейся части проведенных сборов, которые были нацелены на определение деталей площадного распределения, сезонной и межгодовой динамики количественных характеристик организмов в заливе.

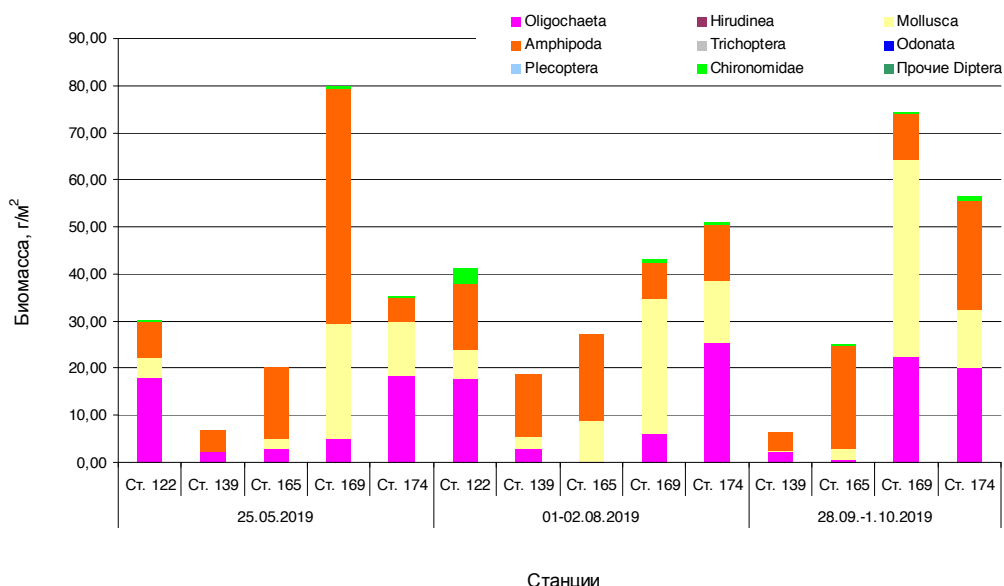


Рисунок 1.1.8 – Динамика средних значений биомассы зообентоса на мониторинговых станциях в зал. Провал оз. Байкал в 2019 г.

Селенгинское мелководье

Исследования зообентоса Селенгинского мелководья исторически были связаны с определением рыбохозяйственного статуса этого участка акватории Байкала, а позднее – с установлением влияния Селенги на качество вод озера. Сведениями о влиянии колебаний уровня Байкала на количественные и качественные показатели донных организмов Селенгинского мелководья мы не располагаем.

Первые сведения о состоянии сообществ зообентоса Селенгинского мелководья были обобщены М.М. Кожовым [19], которым со ссылкой на Л.Г. Миклашевскую сообщалось, что на чистых песках Селенгинского мелководья на глубинах 5-10 метров величины численности донных организмов составляют 731 экз./м², а биомассы – 14,52 г/м². На песчано-илистой фракции грунтов, на глубинах 10-25 м количественные показатели составляли 5760 экз./м² и 27,4 г/м². О количественной связи организмов с уровнем озера по данному району М.М. Кожов не сообщает.

В 1958-1962 гг. были выполнены подробные исследования в этом районе Байкала [2], по результатам которых для глубин от 0 до 20 м литорали Селенгинского мелководья указывалась биомасса 23,6 г/м², а для глубин 20–100 м – 25,3 г/м². По разрезам от с. Посольского до с. Сухая (8 разрезов) на глубинах от 0 до 5 метров биомасса бентоса изменялась в пределах от 3,8 (Энхалук-Сухая) до 25,7 г/м² (Харауз), и в среднем составила 9,4 г/м². На глубинах от 5 до 20 м этих же разрезов биомасса бентоса была выше и варьировала в пределах от 11,4 (протока Северная) до 107,0 (Харауз), в среднем составив 29,5 г/м². Вопрос определения связи между обилием организмов зообентоса и колебаниями уровня озера в данной работе также не затрагивался.

Позднее зообентос Селенгинского мелководья изучался В.Н. Сорокиным и А.А. Сорокиной [11], которыми были установлено, что в июле-августе 1971 г. средние показатели численности и биомассы организмов зообентоса на Селенгинском мелководье в районе устья пр. Толстоножиха изменялись соответственно в следующих пределах: 0,50-3,11 экз./м² и 9,97-18,0 г/м², и в среднем за период составили 1,75 экз./м² и 9,97 г/м². В апреле-августе 1972 г. эти показатели изменялись в пределах от 3,94 до 18,73 экз./м² и 5,84-69,99 г/м², и в среднем за период составили 16,46 экз./м² и 49,14 г/м².

Регулярные исследования зообентоса Селенгинского мелководья выполняются на стандартных 12 станциях с глубинами от 15 до 74 метров структурами «Росгидромет» в единые сроки (сентябрь каждого года) с 2014 года [12–18] (таблица 1.1.18). Согласно полученным данным за период с сентября 2014 г. по сентябрь 2020 г. численность организмов изменялась от 963 до 67214 экз./м², биомасса – от 0,5 до 81,63 г/м². Наименьшие средние значения численности были отмечены в 2015 г., максимальные – в

2019 г. Наименьшие средние значения биомассы были отмечены в 2015 г. и 2018 г., максимальные – в 2014 г.

Таблица 1.1.18 – Численность (N, экз./м²) и биомасса (B, г/м²) организмов зообентоса в районе Селенгинского мелководья [12–18]

Показатель		Год						
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
N	минимум-максимум	2520-27040	1000-31400	12680-49520	2280-21760	4280-28080	1806-67214	963-50113
	среднее	14738	8638	24370	18027	17517	27297	19137
B	минимум-максимум	2-66	0,5-35	10,1-71,1	5,88-32,88	2,46-21,36	6,03-63,45	0,99-81,63
	среднее	36	12	32	15,07	12,50	31,35	40,54

В июне 2015-2016 гг. и 02 июля 2017 г. работы по изучению зообентоса Селенгинского мелководья на участке мыс Средний и протока Харауз проводились также и силами Байкальского филиала ФГБНУ «ВНИРО» [10].

В районе мыса Средний на песчаных грунтах глубин 2, 5 и 10 м численность зообентоса в 2015-2017 гг. изменялась от 480 до 11600 экз./м², биомасса – в пределах от 1,76 до 46,8 г/м² (таблица 1.1.19) [10]. Наибольшие количественные показатели были зарегистрированы в 2016 г. на глубине 10 м. В целом на данном участке мелководья доминировали амфиподы, а также – в отдельные периоды отбора проб – олигохеты и моллюски.

Таблица 1.1.19 – Численность (N, экз./м²) и биомасса (B, г/м²) зообентоса на станциях Селенгинского мелководья оз. Байкал (мыс Средний) в 2015-2017 гг. [10]

Организмы	2015 г.		2016 г.						2017 г.					
	Глубина, м													
	2		2		5		10		2		5		10	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Oligochaeta	0	0	780	5,2	1640	7,8	1800	10	0	0	40	0,2	0	0
Hirudinea	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mollusca	0	0	420	3,36	160	0,96	5200	22,1	0	0	0	0	40	0,12
Amphipoda	920	5,2	1400	6,98	3400	4,88	4600	14,6	280	1,36	880	4,08	1080	10
Trichoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0,2	0	0	0	0
Diptera	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0,2	40	0,12	40	0,2
Весь зообентос	920	5,2	2600	15,5	5240	15	11600	46,8	480	1,76	960	4,4	1160	10,4

На песчаных грунтах глубин 2, 5 и 10 м Селенгинского мелководья озера Байкал в районе впадения протоки Харауз численность организмов зообентоса изменялась от 400 до 5440 экз./м², биомасса – от 1,76 до 21,5 г/м² (таблица 1.1.20) [10]. Наибольшие количественные показатели были зарегистрированы в 2016 г. на глубинах 5 и 10 м, где основную долю в сообществе определяли олигохеты. В другие сроки и на других глубинах данного участка мелководья в целом доминировали амфиподы.

Таблица 1.1.20 – Численность и биомасса зообентоса на станциях Селенгинского мелководья озера Байкал (протока Харауз) в 2015-2017 гг. [10]

Организмы	2015 г.		2016 г.						2017 г.					
	Глубина, м													
	2		2		5		10		2		5		10	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Oligochaeta	440	1,88	220	1,58	1800	12,9	1640	12,48	0	0	80	0,28	0	0
Mollusca	40	1,16	460	3,08	1280	5,44	640	3,08	320	1,68	0	0	0	0
Amphipoda	1800	7,92	1500	4,54	2320	3,12	2720	4,8	80	0,08	920	3,28	520	2,58
Весь зообентос	2280	10,96	2180	9,2	5440	21,5	5000	20,36	400	1,76	1000	3,56	520	2,58

Проведенный анализ доступной информации (архивных материалов, данных научных публикаций) показывает, что **специальных исследований по влиянию колебаний уровня воды в озере Байкал на качественные и количественные показатели зоопланктона и зообентоса прибрежно-соровой зоны до настоящего времени не проводилось. Ранее выполненные исследования в этой области посвящены главным образом последствиям поднятия среднего уровня озера в результате строительства Иркутской ГЭС.** Наиболее ярко эффекты от поднятия уровня Байкала вследствие его зарегулирования плотиной Иркутской ГЭС были прослежены на примере сообществ Посольского сора. К наиболее значительным относятся перестройка структуры сообществ планктона и бентоса со сменой преобладающих видов, сдвиги в сезонном ходе величин биомассы, снижение количественных показателей организмов, связанное с этим ухудшение кормовых условий водоема.

Тем не менее изменение уровня озера продолжает оказывать влияние на состояние биоресурсов. Осушение акваторий вследствие понижения уровня Байкала, как показали события экстремально маловодного периода 2014–2018 гг., способно оказывать серьезные негативные последствия на биоту мелководных заливов. Наибольшему риску гибели на пике маловодной фазы подвергаются малоподвижные организмы, обилие которых в мелководных заливах может быть очень высоким.

1.1.4 Анализ воздействия изменения уровня режима оз. Байкал на сроки и динамику нерестового хода омуля в притоки озера. Данные по срокам и динамике ската личинок омуля из основных нерестовых рек

Достигнув половой зрелости, рыбы совершают нерестовые миграции, перемещаясь от мест нагула к местам нереста. Байкальский омуль относится к полупроходным сиговым. Но, в отличие от классического понимания полупроходных рыб как нагуливающих в солоноватых, опресненных речным стоком приустьевых пространствах морей, байкальский омуль созревает в пресной воде озера. Непосредственно перед нерестовой миграцией омуль образует косяки вблизи устьев, после чего заходит в реки. Миграция начинается в конце августа и продолжается, ослабевая, вплоть до ледостава. Основными нерестовыми реками являются Селенга, Верхняя Ангара и Баргузин, а также ряд малых водотоков. На крупных реках в режиме мониторинга ведутся наблюдения за нерестовой миграцией. Проводится учет производителей, собирается материал по биологии нерестового стада. По окончании нереста с установлением ледового покрова на самой большой из рек – Селенге – проводится съемка нерестилищ и определяется фонд отложенной икры.

Многолетние данные о сроках захода омуля в основные притоки Байкала – реки Селенга, Верх. Ангара и Баргузин. Существует общая для всех полупроходных сиговых рыб закономерность – связь времени начала нерестовой миграции с длиной миграционного пути: чем длиннее путь, тем раньше начинается миграция [1–3]. В небольшие по протяженности притоки омуль заходит при наступлении оптимальных температур для икрометания [4].

Начало миграции зависит как от состояния самой рыбы, так и от изменения окружающих условий. Образование преднерестовых скоплений селенгинского омуля происходит в течение августа на обширном участке, примыкающем к дельте реки. Постепенно в течение месяца нерестовые косяки то приближаются, то удаляются от устья Селенги. Наконец, наступает день, когда инстинкт продолжения рода загоняет омуля в нерестовую реку. Датой захода омуля в реку мы считаем день, когда начинается массовый заход головного косяка омуля. Наиболее ранние миграции омуля в реку зафиксированы 22–23 августа 1920, 1945 и 1973 гг. Позже всего рыба заходила в реку 15 сентября 2021 г. Таким образом, массовый заход ядра нерестового стада отмечен в пределах от 22 августа до 15 сентября при средней дате начала миграции 1 сентября. Массовый заход нерестового омуля в р. Верхнюю Ангару отмечается обычно во второй-третьей декадах сентября - начале октября, причем, как правило, двумя косяками – более мощным сентябрьским и слабее выраженным (в пределах 30-35% от стада) октябрьским [4, 5].

Нерестовая миграция растягивается почти до конца октября, но основная масса производителей проходит в створе участка наблюдений в довольно сжатые сроки – за 8-12 дней (таблица 1.1.21).

Таблица 1.1.21 – Дата захода нерестового омуля в реки Селенгу, Верхнюю Ангару и Баргузин

Год	Селенга	Баргузин	Верхняя Ангара	Год	Селенга	Баргузин	Верхняя Ангара
1920	22 авг			1981	25 авг		
1932	10 сен			1982	25 авг		
1935	1 сен			1983	28 авг		
1936	29 авг			1984	5 сен		
1937	28 авг			1985	25 авг		
1944	25 авг			1986	3 сен		
1945	23 авг			1987	4 сен		
1946	26 авг			1988	28 авг		20 сен
1947	25 авг			1989	2 сен		
1948	29 авг			1990	7 сен		18 сен
1949	24 авг			1991	9 сен		
1950	26 авг			1992	9 сен		
1951	26 авг			1993	8 сен		
1952	25 авг			1994	27 авг		
1953	25 авг		14 сен	1995	3 сен		12 сен
1954	25 авг			1996	28 авг		16 сен
1955	2 сен			1997	28 авг		
1956	29 авг			1998	28 авг		16 сен
1957	5 сен			1999	26 авг		
1958	2 сен			2000	26 авг		
1959	9 сен			2001	30 авг		
1960	1 сен			2002	29 авг		22 сен
1961	6 сен			2003	25 авг	1 сен	17 сен
1962	7 сен			2004	25 авг		
1963	3 сен			2005	27 авг		
1964	6 сен			2006	29 авг		
1965	2 сен			2007	25 авг	1 сен	17 сен
1966	8 сен			2008	30 авг	4 сен	
1967	5 сен			2009	30 авг	31 авг	16 сен
1968	5 сен			2010	2 сен	31 авг	21 сен
1969	28 авг			2011	30 авг	5 сен	16 сен
1970	2 сен			2012	29 авг	1 сен	18 сен
1971	1 сен			2013	10 сен	15 сен	18 сен
1972	26 авг			2014	31 авг	3 сен	16 сен
1973	22 авг			2015	8 сен	10 сен	22 сен
1974	29 авг			2016	3 сен	10 сен	1 окт
1975	25 авг			2017	8 сен	31 авг	1 окт
1976	28 авг			2018	6 сен	28 сен	26 сен
1977	27 авг			2019	3 сен	4 сен	20 сен
1978	23 авг			2020	10 сен	9 сен	5 сен
1979	23 авг			2021	15 сен	7 сен	19 сен
1980	29 авг						

Многолетние данные о динамике нерестового хода омуля (количество заходящих производителей по дням) в основные притоки Байкала – реки Селенга и Баргузин. Продолжительность нерестовой миграции омуля в Селенге составляет в среднем 60 суток, причем 50 % производителей проходят учетный створ в среднем за 5 дней массового хода. Динамика захода за период с 1967 г по 2021 гг. при средней дате захода 1 сентября представлена в Приложении А.1. Продвижение омуля, как правило, характеризуется резким подъемом (в течение 5–7 дней) и значительно более медленным, в течение 1,5 месяцев, спадом. Характер динамики нерестового хода многотычинкового омуля свидетельствует о наличии только одного ярко выраженного косяка – ядра нерестового стада. В целом нерестовый ход многотычинкового омуля протекает в два периода: в 1-й период проходит ядро нерестового стада (конец августа – первая декада сентября); во 2-й период – остальное стадо (по окончании массового хода и позже). Рыбы из ядра нерестового стада отличаются от рыб, заходящих во вторую половину сентября и в октябре по ряду признаков, в первую очередь по степени жирности и стадии зрелости

Появление нерестового омуля в реке Баргузин отмечается во второй половине августа, максимум хода омуля наблюдается в сентябре. С середины октября заход омуля в реку резко снижается и к концу октября заканчивается (Приложение А.2).

Многолетние данные о потенциальной популяционной плодовитости нерестового стада омуля в реках Селенге и Верхней Ангаре. Воспроизводительная способность нерестового стада рассматривается как популяционная плодовитость зашедших самок (потенциальный фонд икры, который могли бы отложить самки при условии, что все они отнерестятся).

Потенциальный фонд икры заходящих на нерест производителей за период с 1962 г. по 2021 г. связан с численностью нерестовых стад и приведен в таблице 1.1.22. За последние 10 лет потенциальный фонд икры, в частности, селенгинского омуля, в среднем составил 5,07 млрд икринок при среднем фонде за весь период исследований 7,75 млрд икринок.

Таблица 1.1.22 – Потенциальный фонд икры производителей омуля рек Селенги, Верхней Ангары и Баргузина в разные годы, млрд шт.

Год	Селенга	Верхняя Ангара	Баргузин	Год	Селенга	Верхняя Ангара	Баргузин
1962		2,528		1992	6,300	11,460	0,786
1963		3,988		1993	6,120	9,626	0,807
1964		4,124		1994	9,590	9,970	0,979
1965	2,820	3,286		1995	11,870	10,543	0,541
1966	2,620	9,590		1996	8,090	9,283	0,377
1967	13,360	11,238		1997	8,560	8,022	0,464

Год	Селенга	Верхняя Ангара	Баргузин	Год	Селенга	Верхняя Ангара	Баргузин
1968	6,710	11,534	2,900	1998	8,940	8,780	0,877
1969	14,250	3,200		1999	8,620	8,519	1,918
1970	13,540	4,280	3,600	2000	6,020	9,512	1,376
1971	10,400	4,820	3,100	2001	5,330	11,880	2,271
1972	10,450	7,900	1,700	2002	8,140	12,568	1,411
1973	10,280	13,200	3,300	2003	13,710	15,013	2,293
1974	9,280	3,570	3,500	2004	6,920	12,415	1,808
1975	9,660	6,730	3,600	2005	6,710	8,595	0,485
1976	8,600	7,230	3,500	2006	4,930	11,766	0,485
1977	10,490	11,800	2,500	2007	4,990	10,830	0,728
1978	8,530	5,950	1,200	2008	12,010	7,747	1,314
1979	2,670	10,860	1,600	2009	8,820	9,800	2,381
1980	4,240	7,170	1,980	2010	9,180	8,655	
1981	9,280	9,730	2,150	2011	5,780	5,770	
1982	13,640	6,500	1,650	2012	8,160	4,555	
1983	11,900	9,090	1,300	2013	5,300	3,796	
1984	10,890	10,100	1,260	2014	2,640	8,059	
1985	8,570	12,000	1,070	2015	5,310	4,631	
1986	5,720	8,300	0,600	2016	2,230	2,528	
1987	4,330	9,500	0,353	2017	3,430	2,095	
1988	10,380	8,900	0,400	2018	7,005	3,132	
1989	6,080	10,500	0,387	2019	5,247	4,218	
1990	6,470	13,700	0,687	2020	7,238		
1991	5,050	10,853	0,752	2021	4,170		

Многолетние данные о фонде отложенной икры на нерестилищах в р. Селенга.

За период проведения съемок нерестилищ с 1970 г. по 2021 г. определен фонд икры, откладываемый омулем на естественных нерестилищах. Среднее количество откладываемой икры составило 2,70 млрд шт. при колебаниях от 0,12 млрд до 6,13 млрд (таблица 1.1.23).

Распределение икры по продольному профилю реки позволяет окончательно судить о протяженности нерестовой миграции основной массы омуля, распределению фонда икры по разным участкам нерестилищ, а разница между потенциальным фондом икры и реально отложенным дает представление о незаконном вылове производителей во время нерестовой миграции.

Таблица 1.1.23 – Фонд икры, отложенной омулем на нерестилищах р. Селенга с 1970 г. по 2021 г., млрд шт.

Год	Фонд икры	Год	Фонд икры	Год	Фонд икры
1970	5,56	1988	4,72	2005	3,2
1971	4,24	1989	2,25	2006	2,18
1972	7,26	1990	0,86	2007	2,57
1973	5,93	1991	1,79	2008	2,54
1974	3,09	1992	1,56	2009	3,22
1975	6,13	1993	2,07	2010	3,24
1976	5,68	1994	2,69	2011	1,11
1977	4,84	1995	3,1	2012	2,05
1978	4,27	1996	3,39	2013	2
1979	1,73	1997	0,72	2014	0,4
1980	2,71	1998	0,33	2015	0,12
1982	3,73	1999	2,07	2016	0,31
1983	4,32	2000	2,16	2017	0,28
1984	2,62	2001	3,16	2018	0,96
1985	1,74	2002	4,56	2019	2,72
1986	2,13	2003	2,43	2020	0,65
1987	1,12	2004	3,75	2021	1,6

Сроки и динамика нерестового хода омуля в притоки оз. Байкал влияют на успешность его размножения. Успешность размножения понимается как эффективность естественного воспроизводства стада омуля, заходящего на нерест, реализация его нерестового потенциала. Анализ связи даты захода со среднегодовым уровнем озера показывает отсутствие таковой связи (рис. 1.1.9).

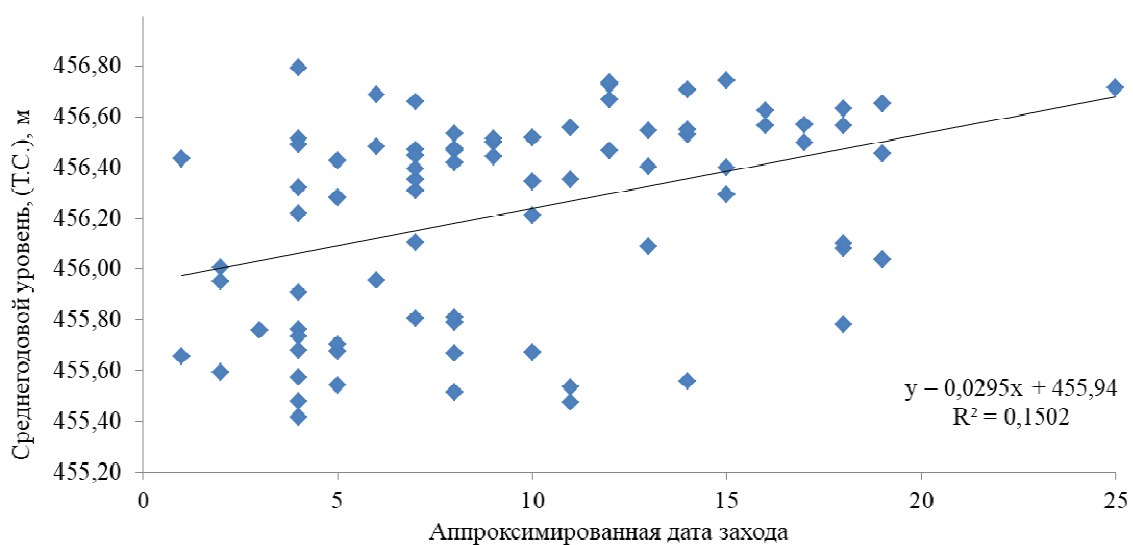


Рисунок 1.1.9 – Связь даты захода нерестового стада омуля и среднегодового уровня оз. Байкал

Эффективность естественного воспроизводства в числе прочих факторов (например, браконьерский вылов во время нерестового хода) зависит от протяженности нерестовой миграции. Связано это с тем, что выживаемость икры и скат личинок на нижних нерестилищах приблизительно на 20 % меньше, чем расположенных в верхней части реки [6].

Существует слабая связь даты захода омуля в р. Селенгу и протяженности нерестовой миграции. За 42 года наблюдений с 1965 по 2020 гг. корреляция составила «-0,55», т.е. чем раньше начинается нерестовая миграция, тем выше по течению проходит нерестовый косяк, тем более лучшие с точки зрения выживаемости икры участки нерестилищ используются для размножения. При этом даже если омуль, несмотря на высокую воду, все же заходит в устье Селенги, косяк впоследствии отстаивается в нижнем течении в ожидании снижения уровня. С учетом такой вынужденной остановки связь начала нерестовой миграции с уровнем воды приближается к 1 (100 %). Данный факт можно объяснить выработанной в процессе эволюции задержкой начала миграции в ожидании более благоприятных условий, связанных с меньшими затратами энергии для преодоления встречного потока воды.

Годы с ранним заходом сменяются годами, когда миграция начинается на 2–3 недели позже [6]. Цикличность даты начала нерестовой миграции составляет в среднем примерно 27 лет (рис. 1.1.10). Зарегулирование уровня Байкала в конце 1950-х – начале 1960-х гг. не оказало влияния на этот процесс.

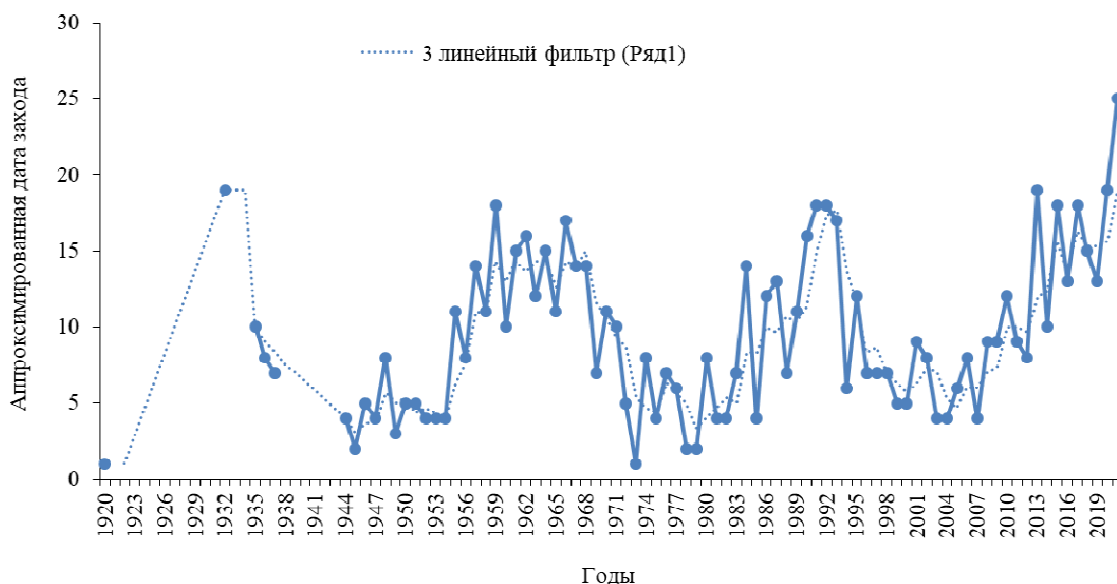


Рисунок 1.1.10 – Дата захода омуля в р. Селенга в 1920-2021 гг.

Изменение даты захода омуля согласуется со сведениями о периодичности увлаженности водосборной площади бассейна Селенги, в частности, с ее стоком. По данным гидрологов, периодичность чередования маловодных и многоводных лет составляет в среднем 13 лет, а продолжительность полного цикла – 26 лет [7].

Величина потенциальной плодовитости нерестового стада омуля и количество отложенной икры зависят не только от численности производителей, но и от соотношения полов, определяющего количество самок и их абсолютной индивидуальной плодовитости.

Колебания в количестве самцов и самок обусловлены следующими причинами:

1) Закладкой пола у мальков под влиянием условий обитания в первый год жизни в приустьевом пространстве реки.

2) Смертностью рыб разных полов впоследствии до достижения половой зрелости.

При оценке влияния необходимых условий на детерминацию пола в наличии оказались данные по уровню воды в Байкале и численность скатывающихся из нерестовой реки личинок (т.е. численность поколений).

Становление пола у молоди омуля происходит в первые 3–4 месяца после ската из нерестовой реки во время ее нахождения на мелководном участке Байкала. Площадь этого участка, а также температурные и кормовые условия, зависят от уровня Байкала в мае–июне. В соотношении доли самок в поколениях с 1959 по 2002 гг. рождения и среднего уровня воды в эти месяцы выявлена соответствующая невысокая степень достоверности ($r = 0,55$). Это связано с тем, что в анализ включены данные по периоду резких изменений уровня озера, а также периоду последующей стабилизации уровня режима после подъема уровня в результате строительства Иркутской ГЭС.

При отдельном рассмотрении лет с резкими изменениями уровня Байкала в 1959–1983 гг. выявлено совсем другое соотношение (рис. 1.1.11).

В годы со значительными по амплитуде изменениями уровня Байкала (1959–1983 гг.), обусловленных зарегулированием стока р. Ангары плотиной Иркутской ГЭС и естественными причинами (маловодье 1980–1982 гг.), связь уровня режима озера и доли самок в поколениях омуля была более высокой ($r = 0,77$). Вполне вероятно, что при изменении условий жизни молоди, связанных с изменением уровня, популяция реагировала увеличением либо уменьшением доли самок при детерминации пола. Так, например, при подъеме уровня воды в озере в поколениях повышалась доля самок и, напротив, при понижении уровня преобладали самцы. Повышение доли самок может быть связано с увеличением нагульных площадей в период подъема уровня Байкала плотиной, вымыванием биогенных веществ при размыве берегов и лучшими условиями для откорма и выживания молоди, а также разным термическим режимом приустьевых мелководных

пространств. Известно, что при улучшении условий популяция реагирует увеличением доли самок [8]. С середины 1980-х гг. сезонные колебания уровня Байкала были максимально приближены к естественным, что выразилось в снижении связи доли самок в поколениях с уровнем озера. Вероятно, что на становление пола омулей стали оказывать большее влияние другие факторы [9]. Авторами не выявлена связь между соотношением полов в поколении при выходе его на нерест и численностью поколения (скатывающихся личинок), а также и численностью нерестовых стад. Таким образом, можно заключить, что доля самок в слагающих нерестовое стадо поколениях, а, следовательно, популяционная плодовитость во многом зависят от межгодовых колебаний уровня Байкала в мае–июне.

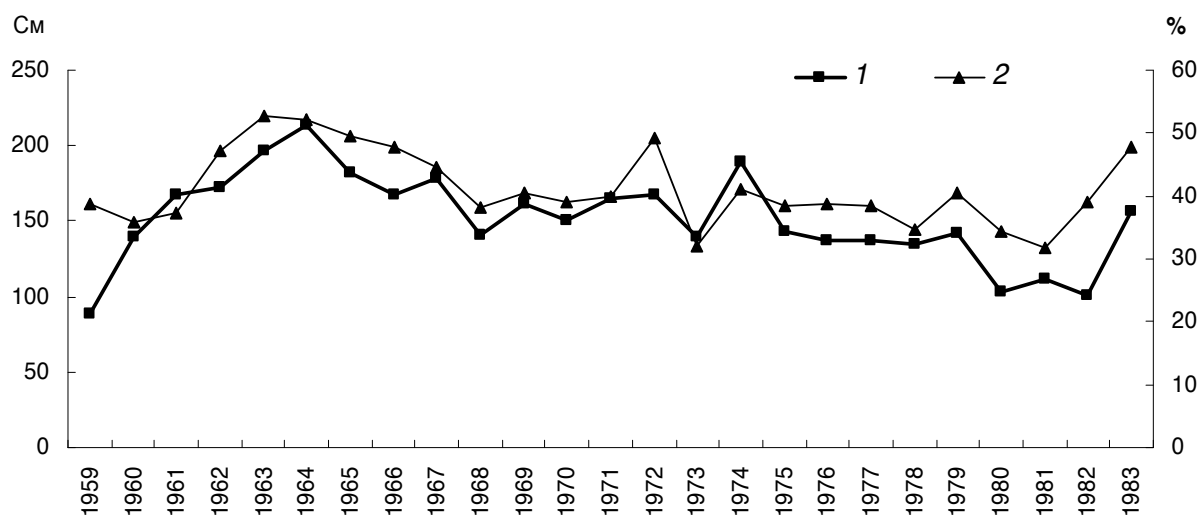


Рисунок 1.1.11 – Многолетние изменения среднего уровня воды оз. Байкал (порт Байкал, в см над «0» графика) в мае 1959–1983 гг. (1 – левая ось у) и доля самок (2 – правая ось у, %) в поколениях селенгинского омуля

В результате выполненного анализа установлено, что дата захода омуля в крупные нерестовые реки влияет на протяженность нерестовой миграции и распределение производителей на нерестилищах. Чем раньше начинается миграция в реку, тем выше продвижение нерестового косяка. Выживаемость икры на «верхних» нерестилищах на 20 % выше, чем на «нижних», вследствие чего эффективность естественного воспроизводства при нересте в верховьях реки возрастает. **Связи уровня режима оз. Байкал и даты захода омуля в крупные реки не выявлено. Дата захода преимущественно определяется уровнем и расходами воды в нерестовых реках, то есть зависит от увлажненности водосборной территории реки и её стока в год нереста.**

Численность пополнения запасов байкальского омуля напрямую зависит от количества отложенной икры в нерестовых реках. Потенциальный фонд икры напрямую зависит от количества самок в нерестовом стаде. **Установлена положительная связь межгодовых колебаний уровня озера в мае-июне месяце с долей самок в поколениях селенгинского омуля.** Повышение уровня ведет к увеличению количества самок и наоборот – при резком снижении – к увеличению количества самцов.

1.1.5 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на микробные сообщества воды и донных осадков; паразитофауну гидробионтов; почвенный покров; растительный покров; животный мир (насекомые, птицы, мелкие млекопитающие) мелководных и прибрежных экосистем озера Байкал на территории Республики Бурятия

В данном разделе приведены результаты анализа литературных данных и архивных материалов ИОЭБ СО РАН по реакциям микробных сообществ воды и донных осадков; паразитофауны гидробионтов; почвенного покрова; растительного покрова; животного мира (насекомые, птицы, мелкие млекопитающие) мелководных и прибрежных экосистем на изменение уровня воды в озере Байкал.

1.1.5.1 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на микробные сообщества воды и донных осадков

Влияние изменения уровня воды на микробные сообщества озер – это один из наименее исследованных аспектов в знаниях об экологии пресных водоемов. Негативные изменения, связанные с гидрологическими колебаниями, могут оказывать сильное влияние на микробный состав и функционирование микробных сообществ воды и донных отложений и, следовательно, изменять биогеохимические циклы и потоки энергии в экосистеме [1, 2]. Микробное сообщество тесно связано с экологическими условиями и гидрохимическими параметрами, а также способно быстро реагировать на негативные изменения экологического состояния водоемов, связанные с изменчивостью гидрологических и физико-химических характеристик [3–5]. Прибрежная зона в озерных экосистемах особенно затронута увеличением колебаний уровня воды [6, 7], и экологические последствия изменения уровня, вероятно, будут наибольшими именно в мелководных прибрежных зонах [8]. В прибрежной зоне озера Байкал особо выделяют заплесковую зону – район побережья, подверженный значительному воздействию ветро-волновой активности [9]. Верхней границей зоны на пологом восточном побережье оз. Байкал принято считать границу максимального влияния ветро-волновой активности.

Увеличение колебаний уровня воды отражается на гидрохимических и микробиологических показателях качества прибрежных и интерстициальных (воды из лунок) вод заплесковой зоны [9]. Мелководные прибрежные участки озер тесно связаны с наземными экосистемами за счет поступления значительного количества аллохтонного органического вещества. На границе раздела суша–вода водный режим в значительной степени контролирует микробную трансформацию углерода, и во время эпизодических гидрологических потоков может происходить интенсификация биогеохимических процессов [10, 11].

Изменения, обусловленные колебаниями уровня воды, могут оказывать **сильное влияние на микробный состав и функционирование донных отложений, а также изменить биогеохимические циклы и потоки энергии в экосистеме**. Следует отметить, что исследования, ставящие своей целью оценить влияние изменения уровня воды на микробные сообщества мелководных и прибрежных экосистем озера Байкал на территории Республики Бурятия, не проводились. Мы попытались оценить возможное влияние уровня воды посредством анализа собранных нами с другими целями данных по микробному разнообразию и пространственно-временным закономерностям распределения микроорганизмов в разные годы, различавшиеся по среднегодовым уровням воды: 2012, 2018 и 2021.

В 2012 г. уровень колебался от 456,06 до 456,89 м, среднегодовой составил 456,47 м, при этом за 6 месяцев, предшествующих взятию проб в июле, составил 456,2 м. В 2018 г. уровень колебался от 455,75 до 456,84 м, среднегодовой составил 456,28 м, в среднем за 6 предшествующих месяцев – 455,86 м. В 2021 г. уровень колебался от 456,2 до 457,23 м, среднегодовой уровень составил 456,71 м, помесечных данных нет. Из приведенных данных очевидно, что наименьший уровень воды перед датой сбора был в 2018г., средний – в 2012 г., наивысший – в 2021 г.

В дальнейшем изложении мы используем для уровня менее 456,0 м в 2018 г. определение «низкий», выше 457,0 м в 2021 г. – «высокий», уровень воды в 2012 г. – «средний». Пробы воды и донных осадков были взяты на расстоянии 5 м от уреза воды мелководных и прибрежных участков озера Байкал у населенных пунктов: пос. Гремячинск, пос. Горячинск, с. Турка и участок в местности Безымянка. Данные по таксономическому разнообразию микробных сообществ были получены с использованием методов высокопроизводительного секвенирования.

Установлено, что таксономический и функциональный состав бактериальных сообществ различались между годами. Наибольшее количество операционных таксономических единиц (ОТЕ) было выявлено в условиях низкого уровня воды – 583-

648. В период высокого уровня таксономическое разнообразие снизилось до 248-269 ОТЕ, при среднем уровне воды количество ОТЕ составляло 375-473. В то же время альфа-разнообразие микробных сообществ было значительно выше при среднем уровне (индекс Шеннона-Винера варьировал в пределах 3,96-4,04), при любых изменениях уровня общее разнообразие микробных сообществ снижалось: в период высокого уровня воды значение индекса Шеннона-Винера изменялось от 3,62 до 3,86, в маловодный период – от 3,78 до 3,83. Бóльшая прогреваемость воды при низком ее уровне, по-видимому, обуславливает увеличение численности и расширение таксономического разнообразия цианобактерий. Количество ОТЕ, ассоциированных с *Cyanobacteria*, возрастало до 34-41, в то время как при высоком уровне воды оно не превышало 18 ОТЕ.

Массовое увеличение биомассы фитопланктона в мелководных прибрежных участках способно оказать существенное влияние на круговорот питательных веществ и устойчивость экосистемы озера Байкал. В частности, цветение цианобактерий может влиять на круговорот питательных веществ, устойчивость и изменение режима за счет использования запасов азота (N) и фосфора (P), обычно недоступных для фитопланктона [12]. Способность многих таксонов цианобактерий фиксировать растворенный газообразный N₂ является потенциальным источником N, но некоторые таксоны могут также получать доступ к резервуарам P в отложениях и придонной воде. Более того, цветение цианобактерий в условиях олиготрофного озера с низкой концентрацией питательных веществ позволяет предположить, что изменения в круговороте питательных веществ и устойчивости экосистемы, опосредованные цианобактериями, могут влиять через градиент концентрации питательных веществ на устойчивость всей экосистемы. Таким образом, цветение цианобактерий в маловодный период требует внимания как потенциальная движущая сила перехода от режима чистой воды с низким содержанием питательных веществ к режиму мутной воды с высоким содержанием питательных веществ. Доминирование в микробных сообществах в период низкого уровня воды бактерий родов *hgcI* clade, *Flavobacterium*, *Rhodoferrax*, *Limnohabitans* и *Luteolibacter*, деструкторов, известных своей способностью продуцировать внеклеточные ферменты и предпочитающих местообитания с повышенным уровнем трофности [13, 14], также может служить индикатором неблагоприятных изменений в экосистемах мелководий при снижении уровня.

В период высокого уровня воды летом 2021 г. до 27 % микробного разнообразия составляли неклассифицированные бактерии семейства *Comamonadaceae*, метаболически разнообразная группа водных и почвенных микроорганизмов, которая включает аэробных органотрофов, анаэробных денитрификаторов, водородокисляющих и Fe³⁺-

восстанавливающих бактерий, фотоавтотрофных и фотогетеротрофных бактерий [15]. Такой нехарактерный для прибрежных вод оз. Байкал таксономический профиль может быть обусловлен распространением почвенных бактерий в прибрежных мелководных участках при изменении гидрологических условий, связанных с повышением уровня [16, 17]. Распространение почвенных бактерий может быть важным фактором структуры микробного сообщества в интерстициальных водах зоны заплеска, оказывать ключевое влияние на биогеохимические циклы и, несомненно, требует дальнейшего изучения.

1.1.5.2 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на паразитофауну гидробионтов

Исследования, посвященные изучению реакций фауны паразитов гидробионтов на изменения уровня воды водных объектов, в основном носят характер сопоставления изменений и разработкой гипотез, объясняющих установленные корреляции. Так, исследования, проведенные в озерах Карело-Кольской лимнологической области, продемонстрировали, что «паразитофауна рыб в озерах чутко откликается на любые изменения в гидрологическом и гидробиологическом режиме водоемов» [18]. Одно из наиболее популярных объяснений – влияние изменений трофности, вызванное изменениями уровня воды. Предполагается, что колебания уровня воды могут способствовать эвтрофикации [19]. Изменения трофности опосредованно, через численность дополнительных и промежуточных хозяев, приводят к обширным изменениям в структуре сообществ паразитов гидробионтов. Изменения в структуре сообществ паразитов, кроме того, могут отражать изменения в структуре пищевых цепей, которые возникают из-за множества экологических нарушений в пространственном распределении хозяев при колебаниях уровня воды, эвтрофикации и т.д. [19, 20].

При этом характер отклика паразитофауны на изменения уровня воды различается между исследованиями. Так, в ряде исследований показано, что эвтрофикация вследствие понижения уровня воды и даже незначительное повышение уровня питательных веществ, а, следовательно, продуктивности, увеличивали численность и богатство видов паразитов гидробионтов [21–24]. В то же время в других работах обнаружено обеднение паразитофауны, дестабилизация структуры сообществ паразитов при обмелении прибрежных участков и проявлениях признаков эвтрофикации [25, 26, 18].

Специальных исследований, посвященных изучению реакций паразитофауны на изменения уровня воды в озере Байкал, не проводили. Тем не менее, благодаря ежегодному мониторингу паразитофауны рыб Чивыркуйского залива, проводимому в последней декаде июня, организованному Н.М. Прониным в 1976 г., в лаборатории

паразитологии и экологии гидробионтов ИОЭБ СО РАН имеются результаты полных и специальных вскрытий 675 экз. омуля, 270 экз. сига, 642 экз. хариуса, 545 экз. окуня и 352 экз. плотвы. Также имеются менее протяженные данные по рыбам Селенгинского мелководья, Истоминского и Посольского заливов: 1199 экз. омуля, 154 экз. хариуса, 467 экз. окуня, 147 экз. плотвы. Мы попытались сопоставить динамику паразитофауны с изменениями уровня воды в соответствующие периоды времени.

Проведенный анализ эпизоотологического значения видов паразитов байкальского омуля показал, что в естественных условиях специфичные паразиты не представляют серьезной угрозы, хотя межгодовые изменения гидробиологической ситуации вызывают изменения в экологии омуля, особенно его пищевых связей, и существенные изменения уровня зараженности. Вместе с тем у отдельных популяций омуля все чаще и чаще отмечаются нетрадиционные паразиты с широкой специфичностью. Подытоживая, следует сказать, что дальнейшие исследования влияния паразитарного фактора на байкальского омуля должны включать углубленное изучение популяционной экологии отдельных видов паразитов и взаимоотношений их с хозяином. Это в конечном счете позволит не только по-новому осветить малоизученные стороны экологии омуля, но и подойти к общей оценке и определению смертности от паразитарного фактора к прогнозу эпизоотологической ситуации в популяции хозяев и, возможно, их численности [27].

1.1.5.3 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на почвенный покров

Уровень воды в Байкале по данным Государственного гидрологического института с 1960 года колеблется примерно с амплитудой 1 м от зимней межени до позднелетне-осеннего максимума. При этом затопливается прибрежная часть почв, представляющая собой полосу от нескольких метров, если берега крутые, до 1-2 км в устьях (дельтах) рек. Почвы, испытывающие периодическое затопление озерными водами, аналогичны пойменным. По Классификации почв России они относятся к отделу Аллювиальные, типам: дерновые, темногумусовые, торфяно-глеевые, перегнойно-глеевые, дерновые глеевые, темногумусовые гидророморфические, слитые [28]. Как правило, они слоистые, при этом мощность и свойства почвенной толщи и прослоев аллювия или озерных отложений сильно варьирует. В Прибайкалье они представлены аллювиальными серогумусовыми, аллювиальными темногумусовыми глеевыми, слоистыми, перегнойно-глеевыми и торфяно-глеевыми типами [29].

С 1961 г. после создания Иркутского водохранилища положение уровня воды в озере и его колебания зависят от технического регулирования на фоне природно-климатических

особенностей естественного формирования водного баланса озера [30, 31]. Объединение резервуаров озера и долинного водохранилища привело к искусственному повышению уровня воды в оз. Байкал в среднем на 0,8 м, при этом за прошедшие 50 лет произошла трансформация и некоторая стабилизация экосистем и в т.ч. почвенного покрова, в новых условиях. Почвы, которые затапливались раз в 20 лет и больше, в результате смены режима влажности (ежегодное затопление в летне-осеннее половодье) перешли в режим синлитогенности и периодического промывания. Зона аккумуляции веществ на испарительном барьере сместилась выше по течению р. Селенга. Почвы, которые испытывали слабое влияние грунтовых вод, перешли в режим большей гидроморфности, грунтового оглеения.

За рассматриваемый период проведен ряд исследований, направленных на исследование влияния колебаний уровня озера Байкал на состояние почвенного покрова прибрежных экосистем озера Байкал на территории Республики Бурятия.

Наибольшему влиянию подвержена дельта р. Селенга. Дельта расположена в сейсмически наиболее активной, интенсивно опускающейся части депрессии, имеет площадь около 600 км² и представляет собой геоморфологическое образование, на территории которого в настоящее время идут постоянные процессы отложения песчаных, пылеватых и илистых фракций, приносимых с территории бассейна р. Селенги. Т.Г. Потемкиной и В.А. Фиалковым [32] составлен баланс наносов в дельте Селенги и показано, что в дельте откладывается в среднем 1606 т/год наносов, что составляет 59% годового привноса (табл. 1.1.24). В годы с наибольшим стоком величина откладываемого материала достигает 3654 т (74% годового привноса).

Таблица 1.1.24 – Объем поступающих, отлагающихся и выносимых наносов в дельте р. Селенги (числитель – т/год; знаменатель – % от годовой величины) [32]

Сток наносов и воды	Привнос	Вынос	Отложение
Средний	2740	1134/41	1606/59
Наибольший	4946	1292/26	3654/74
Наименьший	504	283/56	221/44

В процессе формирования дельты при накоплении осадков в различные по водности годы происходят изменения направления русла реки и миграции устья, гидрографическая сеть постоянно перестраивается. Периодическое сезонное поднятие и снижение уровня вод в озере поддерживает почвы периферической части в ювенильном состоянии. Поэтому в периферической части дельты доминируют слаборазвитые оторфованные

аллювиальные лугово-болотные почвы и в условиях активной миграции вод образуются слоистые аллювиальные дерновые почвы.

Полученные при исследовании почв дельты р. Селенга данные отражают два события, связанные с изменением уровня вод.

1. Образование залива Провал в 1861 г. активизировало течение реки в северо-восточном направлении. В связи с опусканием территории площадью около 200 км² почвы северо-восточной части, на побережье образовавшегося залива, стали подвергаться затоплению. Водность протоки Лобановская резко увеличилась, и большая часть вод Селенги направилась по протоке в залив Провал. При этом были сформированы прирусловые валы, на которых образовались слоистые примитивные аллювиальные дерновые почвы, а почвы пойменных равнин вновь вернулись в условия избыточного гидроморфизма и в настоящее время здесь доминируют аллювиальные лугово-глеевые почвы. В настоящее время речной поток образует примерно две равновеликие протоки: Селенга и Лобановская. Первая сохранила западное направление, а по протоке Лобановской воды поступают в залив Провал, где в прибрежной части наиболее интенсивно происходит нарастание площади дельты [33].

2. В периферической части дельты высокие воды в половодье приводят к затоплению значительной части суши. Гидрофитное крупнотравье резко снижает скорость движения вод и вызывает осаждение взвешенного материала и активизацию аккумуляции веществ на механическом барьере. В наименьший по стоку наносов год откладывается 44 % привносимого материала. Роль дельты как фильтра при низких значениях уровня воды в такие годы снижается.

Указанные закономерности выполняются лишь при закономерной сезонной или годовой смене уровня воды озера, т.к. позднелетнее-осеннее половодье наступает после зарастания прибрежной части суши гидрофитами, обуславливающими аккумуляцию наносов.

Среди ювенильных почв периферической части дельты нередко наблюдаются почвы, сохранившие мощный гумусовый горизонт – признак хорошо развитой луговой почвы грунтового увлажнения, который приобрел признаки оглеения. Образование почв с реликтовым мощным гумусовым горизонтом связано с поднятием уровня вод Байкала при введении в строй Иркутского водохранилища. За последние 50 лет происходит деградация аллювиальных луговых почв и их трансформация в лугово-глеевые или в лугово-болотные [34]. Формированию мощного гумусового горизонта способствует высокая карбонатность почв дельты, связанная с гидрокарбонатно-кальциевым типом минерализации вод реки Селенга. При поднятии уровня озера Байкал под воздействием его ультрапресных вод

происходит вымывание карбонатов из почв. Это отрицательно сказывается на условиях гумусообразования, снижает емкость поглощения и, в целом, затопление ультрапресными водами приводит к обеднению почв растворимыми в воде веществами на фоне механической аккумуляции и оглеения.

Для почв прибрежной полосы, как правило, узкой, с высокими абразионными берегами характерно формирование дерновых слоистых грубодисперсных почв [35, 36]. В настоящее время устойчивость почв обеспечивается их каменистостью, высоким содержанием гальки и гравия. Ежегодное подтопление не вызывает существенных изменений в их свойствах и строении.

1.1.5.4 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на состояние растительного покрова

Анализ влияния колебаний уровня оз. Байкал на состояние растительного покрова включает рассмотрение таких его аспектов, как влияние на флористический, популяционный и фитоценотический состав, структуру и пространственную организацию. Для определения степени влияния колебаний уровня на растительный покров использована градация степени нарушений с учетом биологических показателей экосистем, сопутствующих нарушениям водного режима территории в результате зарегулирования плотинами или климатических изменений [37]. Эта градация включает 5 ступеней: 1 – очень слабая (не опасно); 2 – слабая; 3 – средняя; 4 – сильная; 5 – очень сильная. Разнообразие береговых условий Прибайкалья предопределяет необходимость их типизации. С учетом геолого-геоморфологических особенностей принята классификация байкальских берегов, включающая 3 группы с типами в их пределах: 1) абразионные: структурно-абразионный, абразионный; 2) аккумулятивные: аккумулятивный, биогенный; 3) укрепленные: техногенный [38]. Данная классификация по мере возможности использована при оценке влияния колебаний уровня Байкала на состояние растительного покрова.

Подавляющее большинство исследований было посвящено характеристике текущего состояния растительного покрова и его компонентов («as is»). В имеющихся работах экологическая характеристика компонентов растительного покрова, как правило, не увязана с уровнем Байкала, а лишь отражает показатели состава и структуры растительного покрова на момент проводившихся исследований. В отдельных случаях такие данные могут быть использованы для интерпретации пространственно-экологических рядов растительных сообществ в качестве темпоральных, а также для интерпретации компонентов иных пространственных структур растительности, вместе с

сукцессионно связанными типами, в качестве возможных экологических аналогов (предикторов) будущих состояний растительного покрова [39]. Но возможность такой интерпретации пространственных рядов в качестве временных не абсолютна, поскольку сама такая интерпретация имеет некоторые ограничения [40]. Таким образом, следует подчеркнуть, что такие интерпретационные построения имеют гипотетический характер.

Несомненно, что изменение уровня озера Байкал влияет на растительный покров. Повышение уровня воды влечет за собой подтопление прибрежной растительности (размыв корней у деревьев, подтопление лугов и болот и т.д.) и изменение температурного режима для растений, обитающих в мелководных экосистемах. Уменьшение уровня воды приводит к обратному эффекту: расширяется прибрежная полоса, что в свою очередь приводит к расселению псаммофитов и околководных растений.

Колебания уровня оз. Байкал в пределах 1 м не приведет к существенному изменению уровня флористического разнообразия и соотношений ценологических групп растений. При уменьшении уровня воды произойдет изменение состава флоры прибрежных экосистем за счет проникновения чужеродных видов растений.

Популяции растений, занесенных в Красные книги.

Большинство редких эндемичных и реликтовых растений Байкала тяготеют к особо уязвимым (при подъеме воды) участкам побережий. Это галечные и песчаные пляжи, косы, отделяющие озера от Байкала, либо соединяющие мысы с берегом [41].

На сегодня в критическом состоянии находятся песчаные косы островной гряды Ярки, где отмечено начало эрозионных процессов. При приближении уровня озера Байкал к отметке 457 м и соответствующей волновой деятельности в течение 3–5 суток группа островов Ярки просто исчезнет, а холодные байкальские воды уничтожат уникальную экосистему мелководий в дельтах Верхней Ангары и Кичеры [42]. При условии размыва песчаных кос озеро Байкал увеличится на 40–50 км на север.

Дельта Верхней Ангары и Кичеры и территория бара Ярки отнесены Е.А. Козыревой с соавторами к аккумулятивному типу берега на Байкале [38]. В настоящее время бар Ярки находится в стадии трансформации с элементами деградации песчаного массива. Основной причиной размыва острова Ярки является подъем уровня Байкала и волновые воздействия. Амплитуда колебаний уровня озера при его подъеме на 0,8 м и зарегулированном стоке в многолетнем разрезе увеличилась. Это привело к активизации абразионных процессов [43], которые усилились при волновых воздействиях [44]. Исследования по пространственно-временной динамике островной гряды Ярки на базе анализа разновременных космоснимков показали уменьшение островной гряды в 2009 году на 0,7 км² по сравнению с данными 1983 года [44, 41]. По расчетам О.Л. Рыбака,

выполнившего в этом районе литодинамические исследования, среднемноголетняя скорость размыва островов составляет 0,8–1,0 м/год. Следовательно, полное уничтожение архипелага Ярки может произойти в период с 2027 по 2037 гг. [45]. На размыв оказывает влияние также недостаток для сохранения архипелага поступающих наносов из рек Верхней Ангары и Кичеры [46]. При этом большое количество песка, приходящее с волнами от устья Верхней Ангары, уходит в промоину протяженностью 2,3 км, благодаря чему наращивается ширина мелководья со стороны Ангарского сора [38].

Разрушение острова Ярки и других мелких островов на севере Байкала приведет к исчезновению популяций некоторых редких растений, таких как *Astragalus sericeocanus*, *Corispermum ulopterum*, *Lycopodium juniperoideum*, *Craniospermum subvillosum*. Эти прогнозируемые процессы в наибольшей степени затронут популяции *Astragalus sericeocanus*, т.к. основные местообитания этого редкого и эндемичного вида находятся на острове Ярки и близлежащих мелких островах. Потенциально могут сохраниться популяции вида на берегу Дагарской губы и изолированная популяция вида в урочище Пески около с. Турка Прибайкальского района.

Исчезновение или сокращение дельт рек Кичера и Верхняя Ангара приведет к сокращению численности популяций редких растений, обитающих на мелководьях и прилегающих к ним наземным сообществам. Это такие виды, как *Subularia aquatica*, *Tillaea aquatica*, *Elatine triandra*, *Caulinia flexilis*, *Hammarbya paludosa*. Численность популяций перечисленных видов низкая, для большинства видов отсутствует информация о численности, состоянии и динамике популяций. Основными лимитирующими факторами для редких растений водоемов Бурятии являются изменения гидрологических условий, чувствительность к загрязнению воды и эвтрофикации, хозяйственная деятельность (осушение или обводнение водоемов и прилегающих к ним болотных массивов, уничтожение растений винтами судов) и рекреационная нагрузка.

Оценка численности популяций редких растений и степень влияния изменения уровня Байкала в его восточной и южной части очень слабо представлены в литературе. Имеются лишь результаты по оценке численности *Deschampsia turczaninowii* на территории Баргузинского заповедника. Выявлено, что, несмотря на низкую численность, этот вид довольно устойчив, хорошо приспособлен к суровым быстро меняющимся условиям литоральной зоны. Возможно, возобновлению способствует вегетативное размножение за счет укоренения оторванных штормом частей дернины [47].

Песчаные побережья на восточной стороне озера Байкал, где встречаются изолированные популяции редких видов, таких, как *Astragalus sericeocanus*, *Corispermum ulopterum*, *Lycopodium juniperoideum*, *Craniospermum subvillosum* в меньшей степени

подвержены влиянию изменений уровня Байкала. Эти территории относятся к абразионно-эоловому типу берегов и их развитие связано с интенсивной вырубкой леса, абразионным процессом и воздействием на открытую поверхность ветров северо-западных и западных румбов [38]. Повышение уровня Байкала в этих местообитаниях в большей степени может сказаться на состоянии и численности популяций *Craniospermum subvillosum*, т.к. они располагаются в непосредственной близости от уреза воды в пределах первого прибойного вала [48]. По последним данным (2021 г.) повышение уровня Байкала повлекло за собой затопление прибрежных песков на острове Ольхон, в результате которого отмечена гибель особей этого вида [41]. Подобные процессы отмечаются и в Бурятии. Так, на 20 километрах побережья Баргузинского заповедника повалено или смещено в результате оползней около 300 деревьев разных пород и возрастов. Деревьев, которые просто повреждены при смещении берегового вала, значительно больше [49]. Эти территории также являются ключевыми местообитаниями *Craniospermum subvillosum*. Наблюдаемые изменения несут угрозы всей биоте восточного побережья Байкала [50]. Популяции других псаммофильных видов растений будут затронуты в меньшей степени, т.к. они располагаются в полосе песчаных пляжей и дюнных песков. Отметим, что участок дюнных песков побережья озера Байкал между селами Горячинск и Гремячинск раньше предлагалось объявить заповедной зоной и включить ее в состав Забайкальского природного национального парка [51]. Это было связано с тем, что на данной территории произрастает 6 редких видов растений, большая часть которых являются эндемиками Байкала.

1.1.5.5 Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня озера Байкал на наземных животных

Теоретически изменения уровня воды в водоеме могут оказать влияние на следующие группы животных (водные не рассматриваются):

1) околоводных и водоплавающих птиц и полуводных млекопитающих, т.е. животных, которые постоянно живут в прибрежной и мелководной зоне и кормятся там же (облигатно прибрежных). Гидрологический режим водоема оказывает прямое воздействие на состояние мест гнездования и постоянного обитания таких животных при затоплении и отступлении воды, опосредованное влияние – через питание и изменения риска хищничества;

2) наземных животных, ограниченных в мобильности:

а) временно – в период размножения, когда животные привязаны к гнездам и убежищам, устроенным в прибрежной зоне. Эти животные могут погибнуть сами и/или их

потомство вследствие затопления водой, а при отступлении воды – за счет увеличения риска хищничества;

б) маломобильных в принципе: насекомые и пр.;

3) нелетающих, изолированных на островах. Островные популяции при затоплении территории могут полностью погибнуть;

4) добывающих корм в прибрежной зоне и на мелководье вследствие ухудшения условий добывания пищи и возрастания конкуренции при изменениях пищевых ресурсов и их доступности вследствие изменений уровня воды.

Сила негативного воздействия стрессора (изменение уровня воды с любым знаком) на животных зависит от: времени наступления события, амплитуды изменения, скорости изменения, продолжительности события, условий окружающей среды во время наступления события (например, если во время искусственного подъема уровня воды идут дожди или дуют сильные ветры, то это приведет к более высокому подъему воды у берегов и в устьях рек).

С эволюционной точки зрения можно ожидать, что животные, населяющие экотонную зону вода-суша, должны быть приспособлены к естественным изменениям уровня воды в водоемах и их последствиям. У околоводных и водоплавающих птиц и полуводных млекопитающих, действительно, обнаружены адаптации, позволяющие им переживать неблагоприятные воздействия изменений уровня воды: при затоплении нор, вырытых в берегах, ондатры строят над водой хатки, птицы наращивают гнезда, при гибели первых кладок откладывают вторые, смещают участки обитания в ответ на смещение вследствие изменений уровня воды благоприятной для их обитания зоны [52] и т.п.

У факультативно прибрежных животных таких адаптаций не обнаружено, но можно ожидать, что достаточно мобильные животные при наступлении неблагоприятных условий могут переместиться на благоприятные территории.

К сожалению, в настоящее время перемещение в ответ на затопление территории во многих случаях невозможно из-за последствий человеческой деятельности: изменения биотопов, занятия территорий постройками и дорогами и т.п. Так, в устье р. Максимихи вся прибрежная зона кроме небольшой полосы занята постройками или отрезана дорогами (по берегу Байкала), поэтому обитающим там животным в случае катастрофического повышения уровня воды просто некуда будет идти.

В самых худших случаях, когда территория потеряет в результате колебаний уровня воды животное население или отдельных его представителей, последующее восстановление в разных участках будет протекать с разной скоростью [53]. В настоящее

время существуют риски снижения скорости восстановления животного населения, а для некоторых видов и отсутствие возможности восстановления, порожденные антропогенным влиянием. Из-за сокращения местообитаний видов в других местах, из-за общего снижения численности видов могут отсутствовать популяции – источники особей – для повторного заселения зоны катастрофы; из-за фрагментированности местообитаний и занятости территорий между ними абсолютно неподходящими для животных биотопами животные просто не смогут преодолеть территории до зоны катастрофы. В таких случаях для восстановления популяций животных в зонах катастроф может понадобиться помощь человека (например, ассистированная миграция).

Большая часть реакций облигатно прибрежных животных на изменения уровня воды только предполагается или делаются выводы о влиянии на численность пост-фактум, сопоставлением с общими характеристиками изменения уровня [54]. Например, регистрируется устойчивое снижение численности околководных птиц на водоеме. Поскольку на этом водоеме происходит регулирование уровня воды, отличное от естественного (приводятся характеристики отличий), то делается вывод, что именно это является причиной снижения численности, хотя оценка других факторов не проводилась. В редких случаях оценивается гибель кладок птиц вследствие попадания в зону затопления [55]. Следует отметить работы иркутского орнитолога И.В. Фефелова, который одним из первых провел количественные исследования влияния уровня воды на успешность гнездования водоплавающих птиц [56]. В настоящее время появляются работы (преимущественно североамериканских авторов) по влиянию гидрорежима в зарегулированных водоемах на популяции птиц разного вида (разные параметры), в которых строятся модели, позволяющие прогнозировать реакции птиц на те или иные количественные характеристики гидрорежима и внедрять экологически адаптированные тактики управления гидрорежимом [57–59]. Во всех этих исследованиях влияние изменений уровня воды принимается как комплексный фактор, оказывающий и прямое, и опосредованное влияние на птиц. В последние годы появился целый спектр работ, посвященных изучению влияния характеристик изменения гидрорежима на зимовках водоплавающих и околководных птиц [59, 60, 61–64]. Эти работы позволяют вычлнить влияние изменений уровня воды на фуражирование птиц [65].

Реакции факультативно прибрежных животных изучены единично. Интересно, что полученные результаты противоречат ожидаемым на основе биологии видов. Так, у грызунов показано, что при подъеме уровня воды они остаются в своих убежищах до последнего и часто погибают [66]. Те, кто покидает норы, часто движутся в сторону любых возвышенностей, например, островков среди разливающейся воды, где позже по

прибытии воды погибают; другие залезают на возвышающиеся над водой растения, что тоже является не оптимальным способом спасения в данной ситуации [66, 67].

Влияние изменений уровня Байкала на животных

Насекомые. Повышение уровня воды в период 2020-2021 гг. оказало отрицательное воздействие на энтомофауну низких (затопляемых) участков побережья в Заповедном Подлесье (личное сообщение Т.Л. Ананиной). Насекомые, живущие в таких местах на побережьях, при поднятии уровня воды в основном погибают.

Амфибии и рептилии. Для амфибий и рептилий предполагается, что любые изменения уровня воды в период размножения негативны: повышение уровня может затруднить откладку яиц или смыть кладки [68]. Понижение уровня ведет к гибели кладок из-за высыхания. Колебания уровня воды также могут увеличить доступность амфибий и рептилий для хищников. Количественных исследований для проверки данных гипотез нет.

Для пресмыкающихся основное негативное воздействие оказывает высокий уровень озера Байкала, вызывающий снижение площади доступных местообитаний и кормовых объектов. Основной способ преодоления таких последствий – перераспределение животных по территории, избегание затопляемых прибрежных участков и перемещение в доступные незатопленные подходящие местообитания.

Птицы

Побережья Чивыркуйского и Баргузинского заливов

На данных территориях площадки для регулярного мониторинга фауны водоплавающих и околоводных птиц заложены сравнительно недавно, поэтому пока количественный анализ невозможен. Однако сформированы гипотезы, которые будут проверены позднее.

Наибольшей плотности и видового разнообразия население водоплавающих птиц достигает по берегам соров с прогреваемой в летний период водой и высокими значениями биомассы рыб и бентосных беспозвоночных. Там гнездятся кряква, шилохвость, чирок-трескунок, широконоска, свиязь, серая утка, красноголовый нырок, хохлатая чернеть, а также размещаются колонии чаек. При высоком уровне озера Байкал в них поступают значительные холодные водные массы из байкальской акватории, снижающие количество доступных кормов и подтопляющие гнездовые местообитания, сопровождающиеся гибелью кладок и снижением успешности гнездования. При низком уровне озера происходит сокращение и фрагментация оптимальных местообитаний гнездящихся уток и других видов, предпочитающих переувлажненный ландшафт. Их численность соответственно уменьшается.

Дельта реки Селенги

Видовой состав птиц дельты, для которых предполагается влияние изменений уровня воды, представлен главным образом отрядом гусеобразных (Anseriformes). Они относятся к видам, характерным для побережий Байкала, из которых относительно регулярно встречаются представители рода речные утки (*Anas*), включая крякву (*A. platyrhynchos*), черную крякву (*A. poecilorhyncha*), серую утку (*A. strepera*), свиязь (*A. penelope*), чирка-свистунка (*A. crecca*), шилохвость (*A. acuta*), чирка-трескунка (*A. querquedula*), широконоску (*A. clypeata*), а также занесенную в Красную книгу касатку (*A. falcata*); нырки (*Aythya*), в т.ч. чернети красноголовая (*A. ferina*) и хохлатая (*A. fuligula*); горбоносый турпан (*Melanitta deglandi*), крохали длинноносый (*Mergus serrator*) и луток (*M. albellus*). Из журавлеобразных (Gruiformes) репрезентативные данные имеются лишь по лысухе (*Fulica atra*). Также характерными для побережий озера являются птицы отряда ржанкообразные (Charadriiformes), особенно чайки.

По всем этим птицам в настоящее время имеются репрезентативные данные о динамике численности и гнездования, связанные с колебаниями уровня воды и через них с условиями гнездования, кормообеспечения и безопасности от хищников и людей.

Млекопитающие

К наземным млекопитающим побережий Байкала, тесно связанным с водой, относится один вид – ондатра (*Ondatra zibethicus*), интродуцированный в СССР в 30-е гг. североамериканский вид грызунов. Водяная полевка, которую тоже можно отнести к полуводным млекопитающим, ранее встречалась по западному побережью Байкала и в Кичеро-Ангарской дельте и только в последнее десятилетие регистрируется в дельте р. Селенги. Нижняя часть дельты р. Селенги заселена восточной полевкой (*Microtus fortis*), периодически, особенно в годы со средним и низким уровнем воды, также полевкой Максимовича (*M. taximovicsi*) и полевкой экономкой (*M. oeconomus*).

Для ондатры, населяющей у Байкала главным образом уголья дельты Селенги и Кичеро-Ангарской дельты, достаточно хорошо изучены колебания численности в зависимости от изменений водного режима.

Хотя первоначальный подъем воды в 60-х гг. вызвал близкое к катастрофическому снижение численности ондатры, в настоящее время обнаружено, что для ондатры дельты Селенги (а, возможно, и для зверьков долины р. Баргузин в ее среднем течении), в отличие от ондатры Кичеро-Ангарской дельты, основную роль играют не антропогенные, а сезонные естественные колебания уровня воды, происходящие в период размножения зверьков. Установлено, что в 2020 г. были затоплены ондатровые хатки на берегах озера

Арангатуй и Чивыркуйского залива, что неблагоприятно сказалось на результатах зимовки вида.

Выводы

Таксономический и функциональный состав бактериальных сообществ различались в периоды разной водности. При изменениях уровня общее разнообразие микробных сообществ снижалось: в период высокого уровня воды значение индекса Шеннона составляло от 3,62 до 3,86, в маловодный период от 3,78 до 3,83 против 3,96-4,04 при среднем уровне.

В период маловодья 2014-2018 гг. резко возросло количество и таксономическое разнообразие цианобактерий в сообществах планктона и бентоса в литоральных участках оз. Байкал. Доминировали *Azolla filiculoides*, отмечались представители родов *Aphanizomenon*, *Dolichospermum* NIES41 и *Microcystis* PCC-7914, ответственные за цветение воды. Увеличение биомассы фитопланктона в мелководных прибрежных участках способно оказать существенное влияние на круговорот питательных веществ и устойчивость экосистемы озера Байкал.

В период многоводья в прибрежных мелководных участках увеличились абсолютное количество и доля в микробных сообществах (до 27 %) микроорганизмов сем. Comamonadaceae (преимущественно почвенных бактерий), что, возможно, обусловлено смывом с участков суши и затоплением отдельных участков суши.

Выявленные тренды в таксономическом разнообразии микробных сообществ в мелководных прибрежных участках в зависимости от уровня воды представляют собой результаты разовых исследований. Характер изменений согласуется с литературными данными, полученными в других крупных пресных водоемах. Однако очевидно, что необходимы полномасштабные мониторинговые исследования для отслеживания возможных неблагоприятных эффектов, связанных с изменением таксономического и функционального микробного разнообразия, в ответ на смену гидрологических условий.

Анализ немногочисленного имеющегося материала показал, что при изменениях уровня воды показатели встречаемости и относительной численности гельминтов омуля меняются видоспецифично. При повышении уровня воды проявляются тренды к повышению показателей зараженности *D. dendriticum*, *C. truncatus* и *S. extumescens*; к понижению – *P. longicollis* и *C. osculatum baicalensis*. У плотвы снижение уровня воды сопряжено с увеличением численности диплостомид, выпадением из состава паразитофауны *A. isoporum*, *C. laticeps*. Установленные изменения можно

интерпретировать как зависимости биологии гельминта, так и экологии хозяев, промежуточных и дефинитивных, от уровня воды.

Анализ эпизоотологического значения проанализированных видов паразитов байкальского омуля показал, что в пределах проанализированных изменений водности они не представляют серьезной угрозы для взрослых особей.

Возможно более существенное влияние изменения уровня зараженности паразитами вслед за изменениями гидрологической ситуации на молодь омуля, так как она нагуливается в прибрежно-соровой системе озера, более подверженной колебаниям уровня воды. Кроме того, молодь рыб более чувствительна к инвазии паразитических организмов. Данные по состоянию паразитофауны молоди омуля на сегодняшний день отсутствуют.

Необходимы исследования влияния гидрорежима на зараженность другими видами паразитов, в первую очередь таких, как микроспоридии и простейшие, эпизоотологическое значение которых может быть более значимым для ихтиофауны.

Поднятие уровня озера в результате строительства Иркутской ГЭС привело к формированию слаборазвитых почв вдоль новой береговой линии и трансформации аллювиальных луговых высокогумусных карбонатных почв, сформировавшихся в условиях преимущественно грунтового увлажнения, в лугово-болотные глеевые.

Современное периодическое изменение уровня оз. Байкал в соответствии с зимней меженью и позднелетним половодьем является причиной поддержания почв затапливаемой зоны в ювенильном слаборазвитом состоянии и наибольшей способности к аккумуляции редко затапливаемых почв преимущественно грунтового увлажнения.

Установлено, что последствия поднятия уровня вод для почвенного покрова заключаются в следующем:

- затоплении и разрушении почв и почвенного покрова и формировании слаборазвитых почв;
- поднятии уровня грунтовых вод и, как результат, оглеении и трансформации почв в более гидроморфные;
- разрушении почвенно-геохимических барьеров и выносе закрепленных в почве веществ в водную среду;
- обеднении почв растворимыми в воде веществами, в т.ч. на фоне механической аккумуляции и оглеения в связи с ультрапресным составом вод озера;
- при этом очевидно, что чем больше амплитуда колебаний уровня воды в озере, тем шире полоса нестабильности почв, тем контрастнее водный режим со сменой переувлажнения и обсыхания.

Анализ доступных фондовых и опубликованных материалов позволяет заключить, что всеобъемлющие данные о влиянии колебаний уровня оз. Байкал на состояние растительного покрова отсутствуют. Имеются лишь результаты единичных исследований, охватывающие частные аспекты структуры и динамики отдельных компонентов растительного покрова.

На основе единовременных визуальных оценок мохового компонента растительности можно сделать вывод, что колебания уровня Байкала в период 1960-2021 гг. катастрофических изменений в составе и структуре мохового компонента растительности не вызвал.

Для мелководных и прибрежных экосистем озера Байкал в административных границах РБ влияние изменений уровня Байкала для продолжительных периодов времени (около 11 лет) установлено только для водоплавающих и околоводных птиц дельты реки Селенга. Выявлены изменения в распределении по территории дельты для утиных, чайковых птиц и куликов при разной степени ее обводненности.

Установлено негативное влияние повышения уровня воды на успешность гнездования утиных и чайковых птиц. Гибель кладок происходит как вследствие прямого затопления, так и повышения хищничества (переключение хищников при низкой численности серых полевок вследствие высокого уровня воды на потребление яиц). Выживаемость птенцов также отрицательно связана с уровнем воды – возможно, тоже как следствие роста хищничества.

Предполагается, что резкое падение численности ондатры было обусловлено резким и сильным подъемом уровня воды в озере после строительства Иркутской ГЭС, приведшим к разрушению ее убежищ, прямой гибели зверьков и разрушением местообитаний.

Многие параметры реакций популяций животных на колебания уровня воды, предполагаемых теоретически или установленных на других водоемах, в регионе не исследованы.

В то же время очевидно, что влияние уровня воды на компоненты экосистем оз. Байкал, как и других водоемов, представляет собой комплекс воздействий. Поскольку, как и в большинстве работ, порождаемые изменениями уровня воды воздействия не анализируются по отдельности для компонентов экосистем мелководных и прибрежных территорий Байкала, то **причинно-следственные связи между изменениями уровня воды в озере и реакциями компонентов экосистем на них предполагаются только гипотетически, но реально не установлены.** Это создает определенные сложности для прогноза этих реакций, поскольку **меняющиеся условия окружающей среды, включая глобальные изменения климата, не позволяют использовать корреляционное моделирование.**

1.1.6 Анализ влияния колебаний уровня на береговую линию и прибрежные ландшафты

Современная береговая зона Байкала формировалась длительное время в естественных условиях, за это время установилось динамическое равновесие на побережье. После подпора уровня озера плотиной Иркутской ГЭС равновесие нарушилось. Основным воздействующим фактором на берег и в естественных условиях, и в современный период выступает движение воды в озере. Интенсивность движения воды определяется разными факторами, среди них наиболее значимо воздействие ветра. В результате движения воздуха на поверхности озера возникает волнение. Под воздействием волн на берегах развиваются абразионные процессы, активизируются склоновые негативные явления, в прибрежную часть озера поступают продукты выветривания пород, далеко в озеро выносятся тонкие взвеси. В результате течений формируются аккумулятивные формы берега – пляжи, косы, образуются острова. Береговая полоса преобразуется под воздействием обвалов, оползней, сплывов, которые также косвенно связаны с водой и развитием абразионных процессов.

В целом на Байкале преобладают берега абразионного типа, на долю аккумулятивных берегов приходится всего чуть более 10% побережья. До подпора уровня озера профили байкальских отмелей и пляжей находились в состоянии близком к динамическому равновесию. Они обеспечивали постепенный расход энергии волнения по ширине отмели. Повышение уровня озера привело к ослаблению тормозящего влияния отмелей и пляжей и увеличению волновых нагрузок на берег. Произошла активизация всех берегоформирующих процессов.

Можно констатировать, что за прошедший период после зарегулирования стока Байкала произошло повышение уровня озера, увеличилась амплитуда и изменился режим колебаний уровня. Перестройка уровня режима привела к отторжению под технологическую зону гидроузла (отметки 457,00-457,50 м ТО) более 120 тыс. га; произошло перемещение эрозионных разрушений берегов на более высокие отметки; наблюдается увеличение выноса твердых и растворенных загрязняющих веществ в озеро; произошло затопление озерно-сорных систем на общей площади 28,5 тыс. га; повысился уровень грунтовых вод на территории, прилегающей к озеру, и в низовьях впадающих в него рек, что привело к засолению, заболачиванию земель, ухудшению условий произрастания растительности.

1.1.6.1 Анализ фондовых и опубликованных данных о развитии абразионных, суффозионных, оползневых процессов в населенных пунктах, расположенных на побережье озера Байкал в границах Республики Бурятия

В связи с подъемом уровня озера Байкал при строительстве Иркутской ГЭС на всем его побережье активизировались физико-геологические явления, связанные с процессами преобразования береговой полосы. В наибольшей степени это коснулось более пологого восточного побережья озера (в границах Республики Бурятия). Здесь наиболее активно осуществляется разрушающая работа волн. Одновременно с разрушением кристаллических пород, слагающих береговые склоны, волны производят работу по их истиранию, перемещению вдоль берега и отложению (аккумуляции) в виде пляжа. Соотношение между абразионными и аккумуляционными процессами главным образом зависит от уклона подводного склона, который определяет расходование энергии волн [1]. Если подводный склон имеет значительную крутизну, то при прохождении над ним волны слабо расходуют свою энергию и, соответственно, интенсивно воздействуют на породы, слагающие надводную часть склона. В этом случае формируется абразионный береговой профиль. Если подводный склон пологий, то энергии волн хватает только на перемещение наносов к берегу и отложение их на пляже и подводной части склона. В этом случае формируется аккумулятивный береговой профиль. Равновесие между абразией и аккумуляцией в водоемах достигается за длительный период времени, исчисляемый десятками и сотнями лет. Протяженность абрадируемых берегов Байкала составляет 1766 км, или 85 %, остальные 15% – укрепленные и аккумулятивные берега [2].

На восточном побережье Байкала абразионные процессы проявляются в разрушении береговой полосы, размыве островов, уничтожении инженерных сооружений, созданных для защиты населенных пунктов, железных, автомобильных дорог, линий электропередач. Наиболее активное развитие абразия получила в 1962, 1964, 1971, 1973, 1983-1985, 1988, 1990-1994 гг., когда наблюдался наивысший подъем уровня воды в Байкале [3]. Наиболее интенсивное разрушение береговой полосы происходило в период осенних штормов.

Сформировавшаяся за длительный период времени пляжная зона на побережье Байкала в пределах многих населенных пунктов потеряла свои защитные функции, так как оказалась на значительной глубине. Вследствие этого береговая полоса стала доступной для волн и начала подвергаться интенсивному абразионному воздействию. Озеро стало наступать на сушу, нанося ущерб домам в населенных пунктах, объектам инфраструктуры поселений, линейным инженерным сооружениям. Ниже представлены территории и населенные пункты, наиболее подверженные абразионным процессам.

Нижнеангарск

После повышения уровня воды в озере размывы берега в поселке Нижнеангарск приняли катастрофический характер, поставив под угрозу разрушения селитебную территорию поселка.

Бутобетонная подпорная стена, построенная севернее пристани, на большей части своего протяжения разрушена. От нее сохранились лишь 3 фрагмента длиной от 34 до 120 м (рис.1.10.2). В связи с угрозой подмыва опор высоковольтной линии и разрушения полотна автодороги в 2003 г. в качестве противоаварийной меры на протяжении около 700 м выполнена отсыпка крупного камня. Это снизило остроту ситуации, но полностью угрозу не устранило. Сохраняется опасность разрушения ближнего к пристани фрагмента подпорной стены протяженностью 120 м. Ширина галечно-валунного пляжа перед стеной не превышает 1-2 м. В ряде мест её основание размыто и подошва стены «зависла». Если не принять мер по укреплению основания и прикрытию подпорной стенки от прямого воздействия штормовых волн, сохраняется реальная угроза ее разрушения с последующим интенсивным размывом берегового склона с расположенными на нем опорами высоковольтной линии.

Берег от п. Нижнеангарск до устья р. Кичера представляет собой аккумулятивную косу, которая вместе с островами Ярки является фрагментом единой системы бара, отделяющего озеро Байкал от мелководной части Ангарского Сора. Концевая (дистальная) часть косы вблизи устья р. Кичера после подъёма уровня озера подверглась интенсивному размыву. Сопоставление положения линии уреза дистального конца косы 2003 г. с данными лоцманской карты за 1958 г. показало, что общий размыв за прошедшие годы составляет более чем 500 м. Ширина песчаной косы в концевой части местами не превышает 10 м. Если не будут приняты меры по стабилизации оконечности косы, она будет окончательно размыва в ближайшие годы [4].

Аварийная ситуация возникла в последние годы и по внешнему контуру оградительного мола пристани. Здесь почти по всей длине было разрушено каменное откосное крепление и размыва верхняя часть откоса. По всему внешнему контуру мола разрушена полоса бетонного покрытия шириной от 2 до 6 м. Отсыпка крупного камня на откос в прикорневой части мола в 2002 г. предотвратила разрушение этой части сооружения. Тем не менее размыв неприкрытой верхней части откоса и разрушение бетонного покрытия в головной части мола на длине более 150 м продолжают. Для предотвращения дальнейших разрушений необходимо укрепить внешний контур оградительного мола на всем протяжении.

Баргузинский залив. Село Максимиха

Мелководная часть Баргузинского залива является результатом подъема кристаллического основания. Мощность осадков здесь небольшая, они молодые и представляют собой пологую хорошо размываемую песчанистую отмель [5].

Село Максимиха расположено на восточном берегу оз. Байкал, на юге Баргузинского залива, в 25 км юго-западнее устья р. Баргузин, южнее устья р. Максимиха. Село входит в состав рекреационной местности регионального значения «Баргузинское побережье Байкала». Здесь расположено 26 туристических баз, домов отдыха, пансионатов. Это ООПТ, используемая для кемпинговой, пляжной, туристической и др. рекреации и нуждающаяся в особом режиме охраны окружающей среды и регулировании антропогенной нагрузки.

Абсолютные отметки территории поселения колеблются от 455 до 457 м БС, уклон поверхности направлен в сторону озера. Территория расположена в пределах прибойной зоны оз. Байкал. Берег озера пологий с выраженным уступом, подверженный разрушению. В 2010 году проведено комиссионное обследование участка обрушения берега от устья реки Максимиха до западной границы села. Общая протяженность участка берегообрушения составляет 1300 м, включая 150 м разрушенного участка берегоукрепления ряжевого типа, возведенного в 1998 году. Это инженерное сооружение ремонту не подлежит в связи с фактическим износом (засыпка ряжа через отверстия ряжа вымыта на 40-50% объема). Береговой уступ подвергается разрушению в период штормов при ветрах северного, северо-западного, северо-восточного направления и при ледовых надвигах. Ширина зоны размыва берега за период с 1998 года составила около 20 м, в зоне обрушения находится линия электропередач (ВЛ 10 кВ) протяженностью 1,3 км, грунтовая автодорога, а также жилые, дачные дома и туристические базы, расположенные непосредственно за дорогой. По сравнению с закрепленным в 1998 годом участком берег размывает глубже на 6-7 метров.

По результатам обследования 2010 г. до ряда жилых домов оставалось не более 4-5 метров не размывающегося берега. При штормовой погоде волна накатывает до домов, в осеннее время проезжая часть улицы, прилегающие дома и постройки покрываются льдом. Всего в опасной зоне расположено 8 жилых домов, 1 магазин, 3 турбазы, 1 дачный домик, внутренняя автодорога (улица), ЛЭП. Общая площадь зоны вероятного обрушения составляет 13 га.

Поселок Усть-Баргузин

Периодический подъем уровня Байкала проявляется в развитии процессов подтопления северо-восточной и восточной части поселка Усть-Баргузин, где в результате избыточного увлажнения формируются оползни. На побережье Байкала в районе поселка и на правом берегу р. Баргузин в результате волновой деятельности активно развиваются абразионные процессы, разрушается прибрежная полоса берега, занятая сосновым лесом. В 2021 году в период подъема уровня озера районная инспекция МЧС отмечала многочисленные вывалы лесных насаждений на побережье.

Подъем уровня Байкала до НПУ+0,2м – 456,68 (БС) приведет к затоплению территории, примыкающей к западной и восточной части села, расположенной на левом берегу реки Баргузин. В период осенних штормов будет разрушаться песчаная коса в устье р. Баргузин. Произойдет подъем уровня реки Баргузин, возможна активизация негативных процессов, связанных с оползанием грунта в районе автомобильного моста.

Дельта реки Селенга

Возраст дельты Селенги около 500 тыс. лет. Твердый сток реки составляет 115 кг/с, или около 3622500 т/год, т.е. скорость осадконакопления значительная, но интенсивность его во времени и по площади дельты не одинакова. Нарастивание осадков происходит то в одном, то в другом месте. Постепенно осадки уплотняются, на ускорение их уплотнения оказывают влияние землетрясения, что доказано экспериментально.

Существенное тепляющее влияние на температуру воды прибрежных участков озера в этом районе оказывает вынос теплых вод рекой Селенга. В связи с этим температура воды летом в придельтовых участках реки, в заливе Провал, Посольском Соре и других достигает +22° [6]. Ветровой режим характеризуется сезонной периодичностью по направлению и силе преобладающих ветров. В холодное время года преобладают ветры с суши на озеро, а в теплое – с озера на сушу. Летом эти местные бризовые и горно-долинные ветровые потоки выражены слабее, чем зимой, из-за меньшего термического контраста между озером и сушей. В ноябре, когда Байкал еще не покрыт льдом, по долинам и падам к нему с большими скоростями направляются потоки холодного воздуха со склонов горных хребтов. Усиливаются ветры западных направлений, достигая скорости в 40-50 м/с [1]. Период с октября до декабря-января (ледостав озера) волнение почти постоянно, высота волн достигает 5,5 м и более. В этот период времени происходит наиболее интенсивное разрушение берега.

Озерные осадки Байкала в дельтовой части р. Селенги представлены тремя низкими террасами: первая - 1,5-3,0 м, вторая - 4-6 м и третья - 10-12 м. Террасы сложены

частицами < 0,01 мм, которые подвержены интенсивному размыву [7]. Первая терраса встречается в районе сел Посольск, Энхэлук и представлена серыми тонкозернистыми и глинисто-иловатыми супесями, переходящими в белесовато-бурые глины с разнозернистым песком. У основания ее обнажаются галечники и мелкие валуны, которые ничем не отличаются от современных пляжевых отложений [3]. Исследования береговых ландшафтов в дельте р. Селенги показали, что сильный размыв берегов наблюдается на участке побережья сел Оймур, Энхэлук, Поворот. Они располагаются на 4-6-метровой террасе, сложенной комплексами аллювиальных, аллювиально-озерных, аллювиально-дельтовых отложений песчаного и песчано-иловатого состава. Довольно значительный размыв характерен и для 1,5-3,0-метровой байкальской террасы, состоящей из песков и суглинков, на которой располагаются села Корсаково, Степной Дворец, Сухая, Заречье, Истомино, Посольск. За 40 лет наблюдений (репера заложены в 1962 г.) в результате абразионной деятельности берег был значительно разрушен, а затем размыв: в с. Старый Энхэлук – 24,5 м; с. Сухая – 28,7 м, с. Оймур (пристань, створ 1) – 41,6 м; с. Оймур (пристань, створ 2) – 36,25 м; с. Посольск – 41 м; бывший рыбпункт Поворот – 82,4 м [8].

Село Оймур

Село Оймур расположено на берегу залива Провал в Кабанском районе Республики Бурятия, строения и инженерные сооружения села занимают территорию от дельты реки Оймурка до устья реки С. Молька. На этом отрезке берега озера Байкал выделяются два участка с наибольшей интенсивностью берегообрушения.

Участок №1. Участок берегообрушения от р. Оймурка до территории рыбзавода протяженностью 870 метров. Берег оз. Байкал на данном участке сложен из мелких песчаных и супесчаных грунтов, легко размываемых при волновом и ледовом воздействии. Высота обрыва берега (берегового уступа) около 6 м, прибрежная отмель слабо развита, составляет всего около 4-5 метров. Она сложена из мелких песчаных грунтов. К территории рыбзавода берег понижается до 3-х метров. В результате волнового воздействия идет вымывание грунта в основании откоса с образованием «козырьков» в верхней части. Далее происходит отрыв и обрушение крупных блоков пород. Низовая часть откоса разрушается с образованием осыпей. Прилегающая к бровке берега территория покрыта трещинами отрыва, местами захватывающими массивы до 1 м шириной и длиной до 5-6 метров. Пребывание на данной территории опасно для населения и сельскохозяйственных животных [9]. От береговой полосы до жилой застройки около 35-45 м. В непосредственной опасности расположено 22 жилых дома с численностью проживающих 77 человек. До здания рыбзавода осталось 20 м [10].

Участок №2. Этот участок имеет протяженность 750 метров. Высота берегового уступа составляет от 4,5 до 6 метров, береговая отмель 5-10 метров. Береговая полоса покрыта трещинами отрыва, на участках даже незначительного поверхностного стока воды в озеро наблюдаются глубокие промоины. За период наблюдений с 2010 г. по 2012 г. разрушение берега в районе рыбзавода составила около 5 м. В 100-150 метрах от этих участков проходит автодорога районного значения, линия электропередачи. Разрушающиеся участки береговой полосы представляют реальную угрозу производственным объектам и населению с. Оймур. Численность населения, попадающего в опасную зону, составляет 80 человек.

По данным обследования в 2013 году на территории МО СП «Оймурское» смыто около 50 000 м² прибрежной полосы залива Провал. Разрушение берега за счет абразионных процессов и образования оползней происходит на протяжении 5 километров. На данной территории находятся сельхозугодия, земельные участки личных подсобных хозяйств жителей с. Оймур, а также пастбищные земли. В зону разрушения попадает линия электропередач. Береговая полоса вплотную подошла к рыбзаводу и жилым домам.

Села Шигаево, Ранжурово, Степной Дворец

Эти села располагаются на левом берегу дельты реки Селенга. Береговая полоса подвергается интенсивному подтоплению и размыву. Для защиты поселений в 1941 году сооружена Кабанская защитная дамба протяженностью 28,7 км. Высота дамбы составляет 1,2-2,5 м, ширина по верху 3,5-4,5 м. Это инженерное сооружение подвергается подмыву и абразии, ежегодно выделяются средства для его ремонта.

Подъем уровня воды выше НПУ приводит к развитию подтопления на большой площади, в зону подтопления попадут земли сельскохозяйственного назначения. Участок автомобильной дороги Шигаево-Ранжурово будет испытывать воздействие подтопления и криогенной деформации полотна в зимний период, потребуются дополнительные вложения в поддержании ее в рабочем состоянии.

Село Посольск

Село Посольск расположено у основания северной песчаной косы Посольского Сора, отделяющего этот залив от Байкала. Озерные осадки Байкала в дельтовой части р. Селенги представлены тремя низкими террасами: первая – 1,5-3,0 м, вторая – 4-6 м и третья – 10-12 м. Первая терраса встречается в районе сел Посольск и Энхэлук и представлена серыми тонкозернистыми и глинисто-иловатыми супесями, переходящими в белесовато-бурые глины с разнозернистым песком. У основания ее

обнажаются галечники и мелкие валуны, которые ничем не отличаются от современных пляжевых отложений [11].

В связи с изменением уровня озера песчаная коса интенсивно размывается. Юго-западная часть села, где располагается старейший в Забайкалье Посольский монастырь, основанный в 1681 году, который является историческим и культурным памятником РФ, подвергается абразионному воздействию волн. Юго-восточная часть села подвергается подтоплению. После подъема уровня озера к востоку от села сформировался водоем, увеличилась площадь заболоченных земель в окрестностях села.

Побережье с. Танхой – ст. Мысовая

Оползни в рассматриваемом районе развиваются преимущественно в неогеновых отложениях, слагающих цоколи озерных террас [12]. Слабая литификация этих пород, неоднократное переслаивание водоупорных глин и водонасыщенных песков, а также высокая неотектоническая и сейсмическая активность предопределили ведущую роль оползневого процесса в формировании озерных склонов на этом участке побережья оз. Байкал [13]. Здесь следы древних оползней фиксируются как на надводной, так и в подводной частях байкальских склонов [5]. Поверхность склона большей частью покрыта корой выветривания, озерно-речными отложениями и осыпями. Между реками Малый Мамай и Осиновка-Кедровая на расстоянии 10 км длина оползневого склона составляет 1,5 км. Всего вдоль южного берега Байкала в поле развития четвертичных отложений был выявлен 21 подводный оползень [14].

В районе ст. Мысовая сооружены инженерные сооружения бонового типа. В настоящее время ежегодно для защиты железной дороги на этом участке выполняются берегоукрепительные работы. На этом участке побережья озера Байкал при подъеме уровня сверх НПУ на 10-20 см активизируются с новой силой склоновые негативные явления.

Таким образом, населенные пункты, расположенные на восточном побережье Байкала, страдают от интенсивного воздействия абразионной деятельности волн. В связи с подъемом уровня озера после строительства Иркутской ГЭС в значительной степени активизировались оползневые процессы, подтопление и заболачивание земель, разрушения инженерных сооружений. Выявлены активно протекающие негативные физико-геологические явления на всем восточном побережье Байкала. Происходит разрушение защитных инженерных сооружений в п. Нижнеангарск, с. Оймур, с. Щигаево, с. Ранжурово, с. Степной Дворец.

1.1.6.2 Анализ данных о современном состоянии песчаных островов Ярки, островов в Ангарском Соре в северном Байкале, острова Карга-Бабья, п-ова Карга, островов в дельте Селенги в Центральном Байкале, подверженных размыву

Наиболее интенсивному разрушению после подъема уровня оз. Байкал подверглись песчаные бары, которые сформировались в местах впадения в озеро крупных рек, приносящих взвешенный материал. Песчаные бары отделяют мелководные заливы от акватории озера. В заливах сформированы благоприятные условия для развития биоты, они выполняют важную роль для восполнения рыбных ресурсов, поэтому деградация островов (песчаных баров) в значительной степени влияет на экологическое состояние всего озера.

Архипелаг островов Ярки

Рассматриваемый участок берега, общей протяженностью около 17,5 км представляет собой песчаный бар, который называется острова Ярки (рис. 1.1.12). Архипелаг островов располагается между устьями рек Кичера и Верхняя Ангара. В настоящее время когда-то единый остров Ярки разбит на четыре фрагмента. Первый фрагмент представляет собой остров, протянувшийся от устья р. Кичера к юго-востоку на расстояние 7 км. Второй фрагмент острова, протяженностью 4,7 км, разделяется с первым двадцатиметровым проемом. Третий фрагмент острова имеет протяженность 580 м, он отделяется от второго проемом протяженностью 2,4 км. С восточной стороны третий остров ограничен протокой Власиха. Река Верхняя Ангара впадает в оз. Байкал двумя рукавами: собственно Верхняя Ангара и протокой Власиха. Между ними расположен остров Миллионный (четвертый фрагмент) [15–21].

Первый фрагмент острова в 2007 году был отделен от второго промоиной шириной около 100 м и глубиной более 2 метров. Со стороны озера этот фрагмент бара обрамлен полосой песчаного пляжа, ширина которого с запада на восток уменьшается с 40 до 5 м.

Второй фрагмент острова длиной 4,7 км также включает две разные по морфологическому облику части. Западный фланг второго фрагмента протяженностью 2,5 км и шириной 70-90 м низкий с ровной песчаной поверхностью, практически лишенной растительности. Максимальные отметки, приуроченные к современному береговому песчаному штормовому валу, образованному при воздействии волн, не превышают 456,70 -456,80 м БС.

Длина третьего фрагмента острова в настоящее время составляет всего 580 м при ширине, изменяющейся от 20 до 40 м. Отметка самой высокой части острова составляет 459,2 м БС, что на 3,3 м выше среднего уровня озера.

Четвертый фрагмент бара Ярки – остров Миллионный – отделен от третьего протокой Власиха и обширным мелководьем, образовавшимся на месте размытой западной части острова, и представляет собой аккумулятивную форму, образованную выносами р. Верхняя Ангара. При низких уровнях, отмечаемых весной и в начале лета, мелководье обсыхает, и длина острова увеличивается более чем на 1 км. При высоком уровне (456,3 м БС) длина этого аккумулятивного образования составляет 2 км при максимальной ширине – 80 м. Отметки наиболее высокой части острова составляют 458,5–458,8 м БС и только несколько отдельных вершин достигают 459,3 м БС.

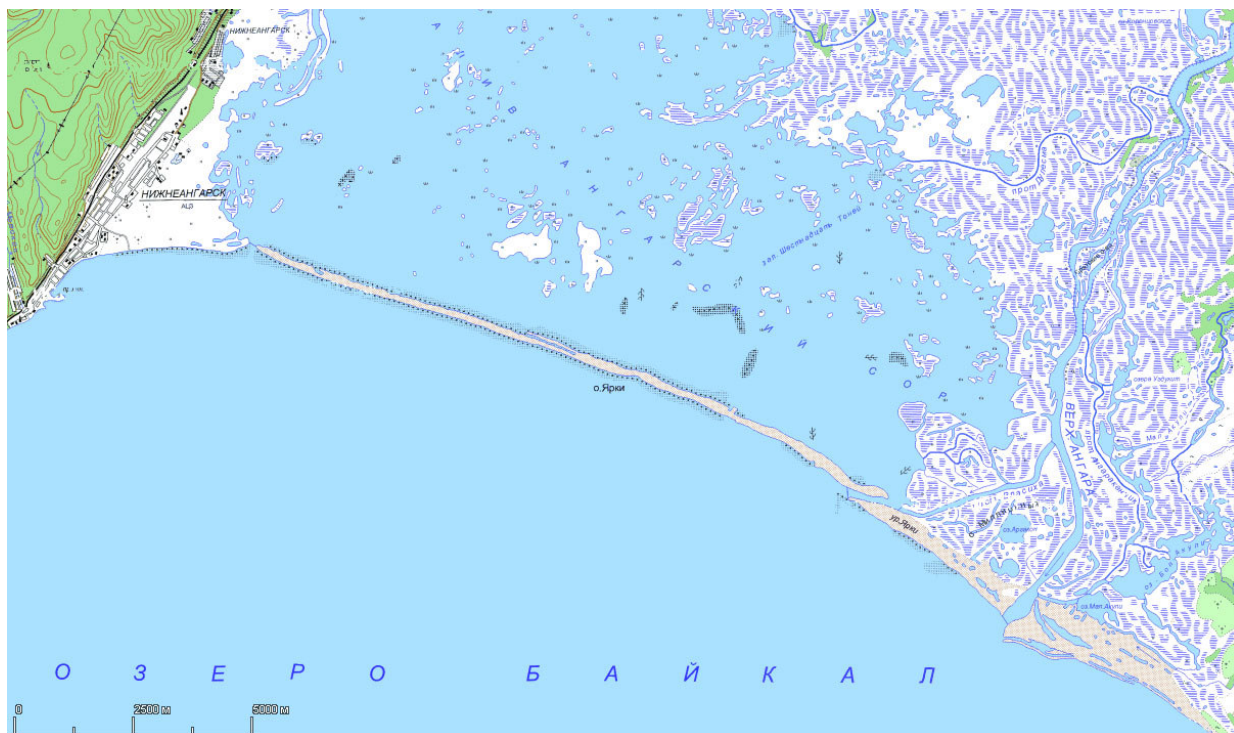


Рисунок 1.1.12 – Топографическая карта северной части озера Байкал с архипелагом островов Ярки

Песчаный бар залива Сор

Этот песчаный бар отделяет заливы Сор и Малый Сор от Байкала. Он сформировался за счет приноса песчаного материала реками Култушная, Абрамиха, Толбазиха, Большая Речка 500-600 лет назад после опускания части суши [15]. Ранее бар был полуостровом аккумулятивного типа, протягивающимся в северо-восточном направлении на расстояние 13,5 км (рис. 1.1.13). Полуостров был разделен проливом Прорва на южную и северную части. Ширина пролива не превышала 100 м. Южная часть полуострова имела протяженность 7,25 км, северная – 6,15 км. Наибольшая ширина южной части полуострова достигала 380 м, северной – 270 м. Максимальные отметки высот находились в северной части полуострова, достигая 463 м БС. В средней части

полуострова абсолютные отметки понижались до 455,7 м БС. Затем далее к югу абсолютные высоты возрастали до отметок 457.9, 458.1, 459.0 м БС.



Рисунок 1.1.13 – Топографическая карта района залива Сор 1:50000 масштаба, составленная по материалам съемки 2011 г. Черной ломаной линией путем наложения показан контур полуострова Карга с карты, созданной по материалам геодезической съемки 1942 г.

После подъема уровня озера полуостров подвергся интенсивному размыву. На рисунке видно, что изменилась протяженность южной и северной части бара. В результате подъема уровня озера в средней части бара сформировался промой шириной 1,08 км. Его образование произошло не на месте существовавшего ранее пролива Прорвы, а севернее за счет размыва песков бара. В результате северная часть полуострова стала короче, его длина составляет 5,4 км. Южная часть бара стала длиннее, на период проведения геодезической съемки в 2011 году ее длина составила 7,02 км. Наибольшая ширина полуостровов не превышает 160 м. Общая площадь этого песчаного бара сократилась с 1,8488 км² до 1,4406 км². Повышение уровня активизировало размыв берегов

повсеместно [22], в результате чего усилился вдольбереговой поток наносов. В настоящее время основной поток наносов формируется волнением северо- и юго-западных румбов [23]. Процесс переформирования песчаных отложений не прекратился, полуостров продолжает интенсивно размываться в период осенних штормов. Если не проводить берегозащитных мероприятий, песчаные косы будут полностью размывы [24].

Ситуация резко усугубляется с подъемом уровня Байкала выше НПУ. В период осенних штормов волны будут перехлестывать через бар и «слизывать» песчаный материал с его поверхности. Для его защиты необходимо возведение инженерных сооружений, которые будут препятствовать перемещению материала вдоль берега.

Дельта реки Селенга

Основными природными факторами, оказывающими влияние на дельту Селенги, являются колебания уровня Байкала, гидрологический режим речной сети и ландшафтные характеристики [25]. Динамичность субаэральной поверхности дельты, обусловленная современными эрозионно-аккумулятивными процессами, в наибольшей степени проявляется в периоды повышенной водности, что способствует высотным и плановым перестройкам рельефа и гидрографической сети. В 1986 г. площадь дельты составляла 602 км², в 1998 г. – 535 км², в 2007 г. – 558 км², в 2011 г. – 543 км². Основной причиной уменьшения площади является затопление поверхности, возможно, связанное с уплотнением дельтовых отложений [25]. Конфигурация и морфометрические параметры русел и островов быстро варьируют в пространстве и во времени. Происходит изменение фарватера реки, размыв островов и образование новых [26].

Внешний край дельты формируется одновременно под влиянием речных и морских факторов. В предустьевое взморье может вноситься за год более 7 млн т песчаной взвеси, при среднегодовом стоке наносов 2,3 млн т в год. Окраинные части дельты, выходящие в лагуны (сор Черкалова и залив Провал), почти не подвергаются волновым воздействиям и нарастают значительно быстрее.

Бары, отчленяющие залив Провал от Байкала, смещаются внутрь лагуны-залива. Смещение началось в 1961-1962 гг., когда бары были затоплены. Над их гребнями установилась глубина, соизмеримая с высотой волн, и возникает прибойный поток наибольшей скорости. Он слизывает гребни баров и перемещает материал на лагунный берег залива.

Полуостров Карга Лемасова, острова Карга Бабья, остров Чаячий

В результате подъема уровня озера и активизации абразионных процессов произошла коренная перестройка конфигурации побережья в районе залива Сор-Черкалова. Этот когда-то живописный берег был местом отдыха населения на протяжении очень продолжительного времени. С карт исчез полуостров Карга Лемасова, площадь которого составляла 0,6465 км² (рис. 1.1.14).



Рисунок 1.1.14 – Карты побережья озера Байкал в районе с. Исток (М 1:50000): А – по результатам геодезической съемки 1942 г., Б – по результатам съемки 2011 г.

В результате волновой деятельности пески, слагающие этот полуостров, передвинуты к берегу. Соответственно, исчез и залив, который отделял этот полуостров

от берега. В этом мелком заливе вода хорошо прогревалась и на его берегу останавливались многочисленные отдыхающие. Южный остров Карга Бабья уменьшился в размерах, его площадь до подъема уровня Байкала была 0,4117 км², а в 2011 году составляла всего 0,2536 км². Существенно сократилась площадь острова Чаячий, до подъема уровня озера он имел площадь около одного квадратного километра (0,9776), а после подъема – всего 0,2752 км². Произошло заболачивание земель на обширной территории, прилегающей к крутому береговому уступу. В целом эта местность потеряла привлекательность для организации рекреации населения. Реальные шаги по выводу этого уникального места могут быть связаны с созданием здесь охраняемой территории [28].

Баргузин-Чивыркуйский перешеек (Мягкая Карга)

Мягкая Карга образовалась в результате заполнения осадками Баргузинско-Чивыркуйского пролива в течение 2-10 тыс. лет [29]. Рельеф перешейка сформирован несколькими сериями береговых валов разного возраста (рис. 1.1.15). Они формировались при разных уровнях озера с обеих сторон Баргузин-Чивыркуйского пролива [30]. Генезис многочисленных озер связывается с развитием криогенных процессов [31]. На перешейке длительное время существует уникальный водный объект – содовое озеро Бормашовое, которое располагается в 800 м от пресноводного Байкала [32]. В результате подъема уровня озера Байкал в этом уникальном месте полуострова Святой Нос произошли значительные изменения. Когда-то залесенный западный берег потерял значительную часть соснового массива. Изменение уровня оз. Байкал сказалось не только на подъеме грунтовых вод, но и на изменении гидрографической сети, река Буртуй уже не впадает в Баргузинский залив, а доходит только до болотного массива. Широкое распространение получили болота [33]. Происходят изменения в направленности развития болот, связанные с их гидрологическими, гидрохимическими, микробиологическими характеристиками. Затоплены места разгрузки азотных термальных вод [34]. Вместо сосредоточенной разгрузки, термальные воды стали разгружаться на большой площади, смешиваясь с болотными водами.

В результате подъема уровня озера активизировались процессы размыва и переноса песчаных отложений, слагающих пляж на побережье Баргузинского залива. В многоводный период происходит подтопление и разрушение автомобильной дороги, соединяющей села Корбулик, Катунь, Монахово с материковой частью района.

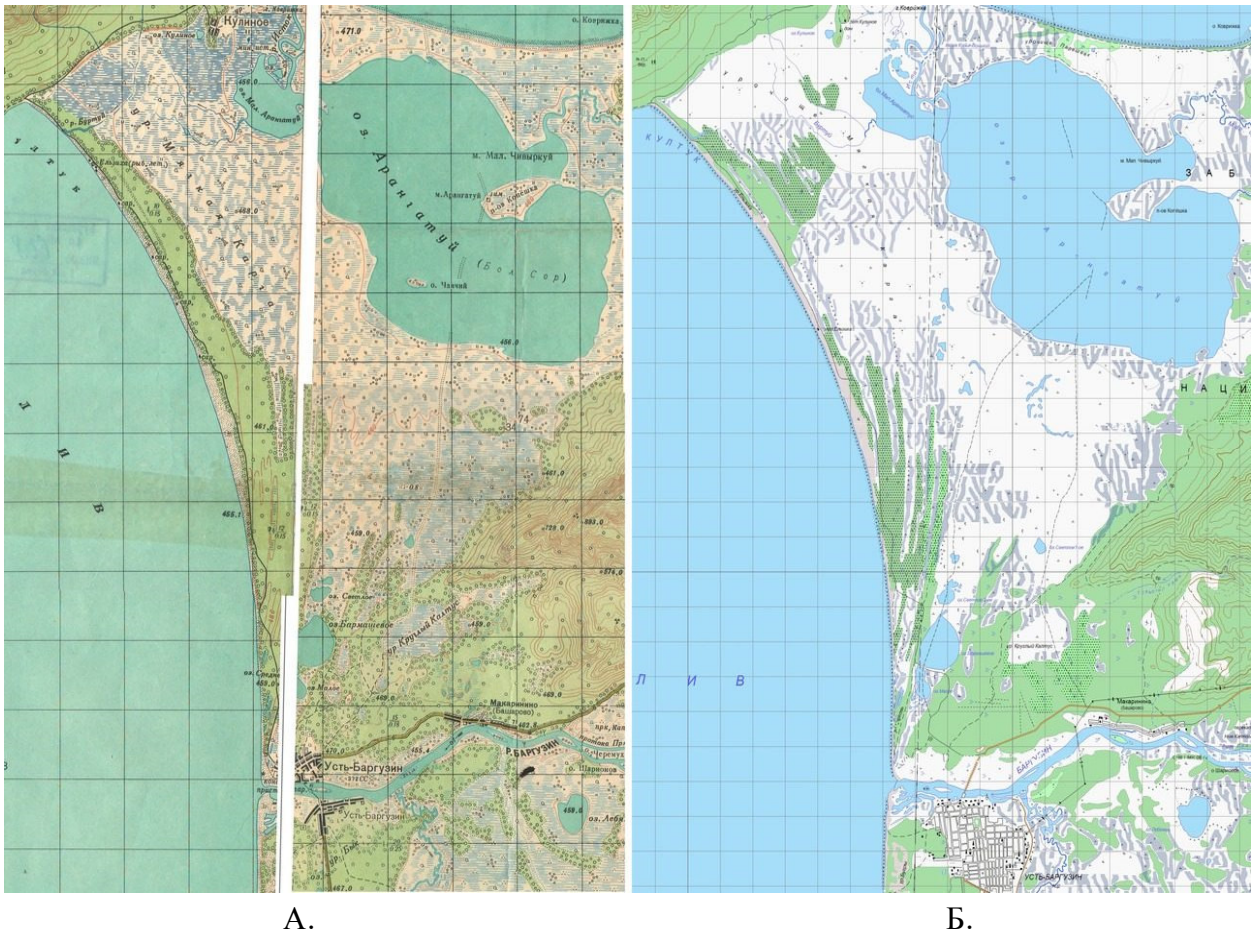


Рисунок 1.1.15 – Топографические карты Баргузин-Чивыркуйского перешейка: А – по результатам геодезической съемки 1942 г., Б – по результатам съемки 2011 г.

Выводы (разделы 1.1.6.1–1.1.6.2)

Формирование песчаных кос, баров, островов происходит в результате переноса вдоль берегов взвешенного материала, образующегося при денудации склонов, абразионно-аккумулятивных процессов. Поднятие уровня воды Байкала привело к усилению экзодинамических процессов в пределах берегового уступа и формированию новейших осадков в пределах прибрежной зоны озера. Волновая деятельность в период низкого уровня озера вызывает абразию дна прибрежных отмелей, что способствует разрушению берегов при высоких уровнях. За годы, прошедшие после поднятия уровня, в результате абразионной деятельности берег значительно разрушен. Наносы, образующиеся при размывах, способствуют видоизменению многих пересыпей, кос, заливов, миграции русел рек, впадающих в озеро. Этот процесс зависит от многих факторов и для прогноза его развития необходимо проведение более детальных исследований.

Анализ влияния уровня воды в озере Байкал на развитие негативных физико-геологических явлений на побережье показывает, что береговая полоса трансформируется импульсами, интенсивность которых зависит от водности года. Высокая водность Байкала отмечалась в 1962, 1963, 1971, 1973, 1982, 1985, 1986, 1988, 1990-1994 гг. В первые 4-6 лет после резкого повышения уровня оз. Байкал среднегодовая скорость размыва низких берегов составляла 3-4 м в год, а максимальная – 12 м в год. В период с более низким уровнем воды скорость размыва снижалась в 4-5 раз, в среднем до 0,6 м в год.

После повышения уровня озера вследствие постройки Иркутской ГЭС ширина абразионного отступания за 1959-1964 гг. колебалась от 1-2 до 30-40 м в год. В последующие годы разрушение берегов уменьшилось. По реперам, размещенным в разных частях побережья Байкала, замерено, что аккумулятивные террасы и пролювиально-делювиальные шлейфы в различных точках побережья размывались со скоростью 1-105,7 см в год. Усиление абразионного сноса рыхлого материала увязывается с высоким уровнем воды в Байкале, отмечается максимальная абразия в 1971 и 1973 гг. Ослабление абразионного сноса наблюдается в относительно маловодные периоды 1968, 1970, 1974, 1975 гг. Поступающий в Байкал абразионный материал частично расходуется на образование мысов, но в основном переходит в донные отложения озера, стекает по подводным каньонам на дно озера.

Интенсивность абразионных процессов резко усиливается при высоте волны 1,3 м. В период осенних штормов, которые происходят в сентябре-ноябре, высота волн достигает 5,5 м. В естественных условиях до строительства плотины шторма не наносили такого ущерба береговой полосе, так как существовала достаточно широкая и высокая пляжная зона, защищающая берег. С подъемом уровня Байкала пляжи оказались затопленными и волны стали беспрепятственно достигать уступа берегов. Вследствие сезонных изменений в период штормов уровень воды в Байкале достигает максимальных значений, поэтому защитная функция пляжей перестает выполняться и происходит максимальное разрушение берега.

Во время штормов произошло разрушение во многих населенных пунктах пирсов, расположенных на берегу Байкала. На восточном побережье такое разрушение произошло в п. Нижнеангарск, с. Посольск, п. Оймур, рыбопунктов Поворот, Болаково и др., которые так и не были восстановлены. Причиной разрушения пирсов является не только абразия, но и мощные вдольбереговые перемещения наносов. В результате этого в районе пирсов не накапливаются сколько-нибудь значительные массы песков и галечников.

Оползневые процессы развиваются преимущественно на подрезанных или подмытых склонах и на шлейфах из глинистых и суглинистых отложений. Наиболее

распространена абразионная подрезка рыхлого покрова склонов. Длина абразионного подрезания оползней по восточному побережью составляет 81 км. Оползание рыхлых масс непосредственно в Байкал чаще всего обуславливается обильными ливнями и интенсивной абразионной подрезкой склонов во время наиболее высоких уровней воды в озере. Одновременное проявление этих причин активизации оползневой оползневой процесса наблюдалось в 1932, 1938, 1962, 1964, 1971, 1973, 1985 гг., т.е. в среднем через восемь лет.

В ход изменения уровня поверхности воды определенный вклад дают сгонные и нагонные денивеляции, сейши, а также изменения, вызванные асинхронным колебанием атмосферного давления в разных частях котловины озера. При сгонных и нагонных денивеляциях изменения уровня колеблются от 5-8 до 30-35 см. Амплитуда сейш в южной котловине 14–16 см, в северной – 8–10 см. Амплитуда приливов и отливов составляет 1–2 см.

В водной толще во все сезоны существуют циркуляционные течения, которые оказывают большое влияние на перемещение и аккумуляцию наносов. В прибрежной полосе под воздействием вдоль берегового переноса наносов в периоды интенсивного волнения уничтожаются защитные песчаные косы и берег становится доступным для абразионного воздействия волн.

Для защиты берегов необходимо предусмотреть создание защитных сооружений активного типа, которые будут аккумулировать осадочные породы в опасных для развития абразии местах.

Для выбора наиболее уязвимых участков, где будут активно протекать процессы разрушения берегов, необходимо провести всестороннее обследование участков, подвергающихся абразии, размыву песчаных отложений, установленных в предыдущие годы. Обследование необходимо произвести с применением современных методов. Результатом такого исследования будут количественные характеристики, включающие их абсолютные отметки, геологическое строение, протяженность по берегу, глубину проникновения в побережье, залегание грунтовых вод и др. По результатам исследования будет сформулирована концептуальная модель развития негативного физико-геологического явления, выявлены усложняющие факторы его развития при подъеме воды в озере.

1.2 Характеристика природных условий и ресурсов прибрежной зоны оз. Байкал. Анализ современных проблем в состоянии водных биологических ресурсов озера и возможных сценариев дальнейшего их развития

1.2.1 Характеристика природных условий и ресурсов прибрежных территорий.

1.2.1.1 Побережье озера Байкал

Важнейшими условиями переформирования берегов при изменении уровня воды в Байкале являются морфоструктурные особенности и геологическое строение побережий. Орографическое положение отдельных элементов морфоструктуры Байкальской рифтовой зоны относительно уровня озера определяет участки побережья с различной активностью воздействия уровенного фактора. Берега в пределах пониженных участков в первую очередь подвержены трансформации при затоплении, подтоплении, выходах рек на поймы, активизации экзогенных склоновых процессов и абразии. Важным условием переформирования берегов к абразии является устойчивость горных пород, находящихся в зоне прибоя.

Побережье оз. Байкал в различной степени уязвимо к изменениям уровенного режима озера и находится в стремлении к динамическому равновесию. По морфогенетическому типу участки побережья подразделяются на структурный (сбросовый, риасовый, шермовый), структурно-денудационный (гравитационные процессы на склонах и уступах тектонических структур), потамогенный (устьевых систем больших и средних рек). Перечисленные типы относятся к берегам, созданным не волновой деятельностью.

Берега, созданные при преимущественном участии волновой деятельности, формируются за счет донного питания (лагунный, лиманный, морские бары, береговые валы, косы, пляжи с неактивным клифом, переймы и другие выравнивающиеся берега). И полигенетические берега, сформированные комплексом с различными источниками аккумулятивного материала, к ним относятся абразионно-аккумулятивные системы вторичного расчленения (береговые террасы с активным клифом, в подгорных шлейфах, в конусах выноса и др.).

На рис. 1.2.1 показаны характерные участки побережья оз. Байкал и определены зоны по условиям реакции природных сред на повышение уровня воды в пределах границ Иркутской области. Геометрический рисунок берега в целом отражает морфоструктурные и морфоскульптурные особенности побережья, характер взморья и морфогенетический тип устьевой системы, и может служить прямым признаком при дешифрировании

материалов космо- и аэрофотосъемки (БПЛА). В Приложении Б.1 дается комплексное гидролого-геоморфологическое покомпонентное описание береговой зоны оз. Байкал с выделением морфоструктурных краевых элементов Байкальской рифтовой зоны, геолого-геоморфологического строения побережья и гидроморфологических характеристик устьевых областей малых и самых малых рек в соответствии со схемой на рис. 1.2.1.

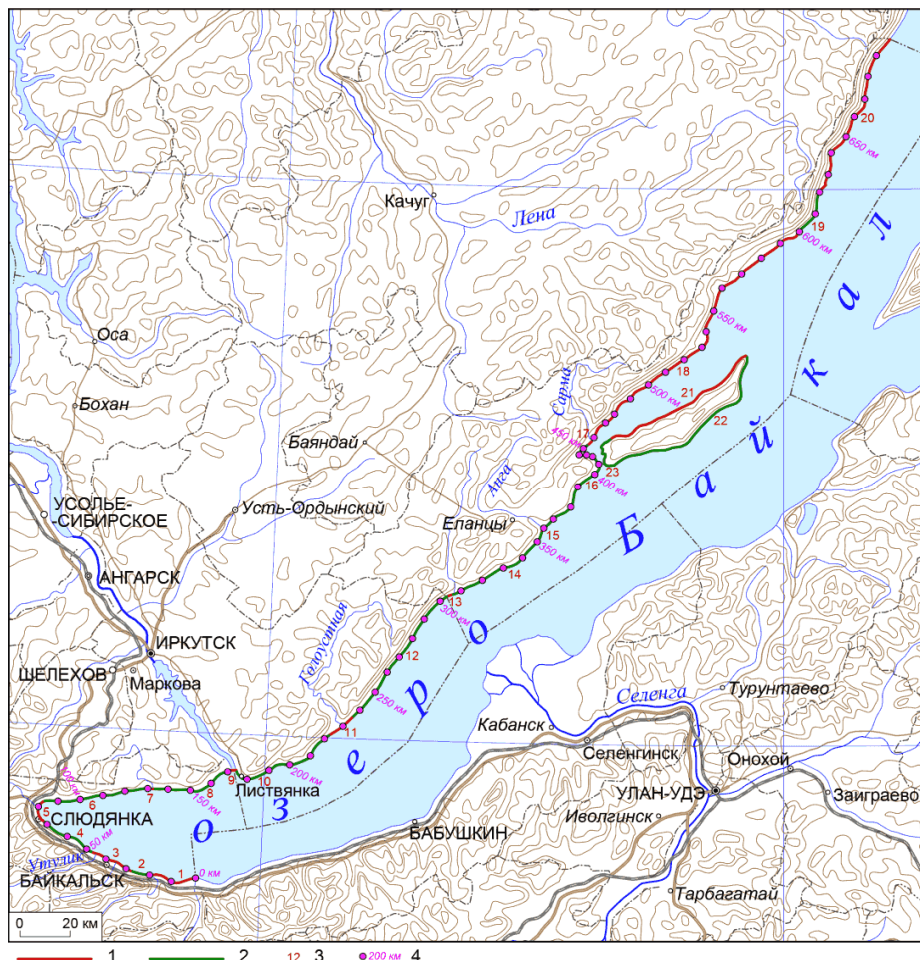


Рисунок 1.2.1 – Гидролого-геоморфологическое деление побережья по степени уязвимости к колебаниям уровня оз. Байкал в пределах Иркутской области. Участки побережья: 1 – особо уязвимые; 2 – уязвимые. 3 – номер участка. 4 – расстояние по береговой линии южного и западного побережья оз. Байкал от р. Снежной, км

Исходя из этого, береговая зона разбита на участки и оценена по качественному критерию отклика на внешние воздействия. Описание подготовлено по материалам государственных геологических карт масштаба 1:1000000 третьего поколения и полистных геологических основах 1:200000 первого и второго поколений наполнения [1]. Совокупность природных компонентов береговой зоны определяет степень уязвимости по двум позициям: «уязвима» и «очень уязвима» к колебаниям озера (Приложение Б.1).

Характеристика побережья Байкала в границах Иркутской области

На участках №№1-5 (1-83 км) южное побережье Байкала представлено единым морфоструктурным комплексом глыбово-сводового поднятия хребта Хамар-Дабан, выходящего на побережье сбросово-денудационными уступами отрогов гор. В основании уступов и крутых склонов развиты коллювиально-делювиальные осыпи и конусы, состоящие из глыб и валунов и подверженные волновой обработке в активной зоне приобья. Коренные породы уступов и шлейфов принадлежат Харагольской и Култукской свитам, представленными метаморфизованными гнейсами, мраморами, и кристаллическими сланцами, а также протерозойскими интрузиями габбро-диабазов, габбро-диоритов, гранитов и граносиенитов, имеющих высокую степень сопротивляемости абразии.

Положительные морфоструктуры разделены впадинами байкальского типа: Муринский прогиб, выраженный в рельефе Танхойской предгорной равниной с конусами выноса по рекам Хара-Мурин и Снежная; Утуликская впадина представлена наклонной предгорной равниной, осложненной в прибрежной части селевыми и аллювиальными конусами выноса по долинам рек Утулик и Солзан; Култукская впадина (субаэральная ступень Южно-Байкальской впадины) образует пологонаклонную аллювиальную заболоченную равнину с лагунами, лиманами, отграниченными косами и барами. Впадины заполнены с основания неоген-четвертичными рыхлыми отложениями танхойской свиты и других свит, слабоустойчивых к разрушительной деятельности приобья. В пределах впадин развиты аллювиальные, пролювиальные, делювиальные селевые и ледниковые отложения.

На участках №№6-9 (83-174 км) структурно-денудационные склоны и сбросовые уступы Олхинского плато на участке Ангарского надвига сложены биотитовыми и магнетитовыми гнейсами шумихинской и жидойской свит, входящих в шарыжалгайскую серию архея. К истоку р. Ангары в составе пород, слагающих надвиг, преобладают архей-раннепротерозойские интрузии китойского комплекса (гнейсовидные плагиограниты и биотитовые граниты). В истоке р. Ангары находится еловский комплекс раннепротерозойских интрузий гибброидов, измененных до состояния кристаллосланцев. Породы склонов и гравитационных отложений, выходящих на побережье Байкала, устойчивы к выветриванию. Аллювиальные отложения приурочены к устью р. Половинной, рекам и ручьям с небольшими водосборами. По логам и распадкам развиты пролювиальные и коллювиальные шлейфы и конусы.

На участках №№10-12 (174-236 км) по побережью оз. Байкал от истока р. Ангары до п. Бол. Коты продолжается распространение метаморфических и кристаллических

устойчивых к волновой деятельности пород шарыжалгайской серии (шумихинской и жидойской свит), устойчивых к абразии. В морфоструктурном плане породы подняты сводово-глыбовым поднятием Приморского хребта, выходящего к берегу структурно-денудационными склонами и уступами. Далее на небольшом отрезке побережья до м. Кадильный распространены сжатые в складки породы юры байкальской толщи (дабатская и заларинская свиты), состоящей из конгломератов, галечников и валунов, редко – гравелитов и песчаников, имеющих среднюю сопротивляемость к абразии. До конуса выноса р. Голоустной на побережье местами выходит таланчанская толща гнейсов и амфиболитов. Долина р. Голоустной занимает малую межгорную впадину и открывается в сторону оз. Байкал зубцом, заполненным селевым конусом выноса, преобразованным рукавами устьевой системы реки. На побережье фитогенный берег выдвигает псевдodelьты, лагуны, галечные косы и бары. Севернее по побережью сбросово-денудационные уступы и склоны сложены породами приморского интрузивного комплекса гранитов и доломитизированных известняков с доломитами, кварцитами, песчаниками и гравелитами байкальской серии верхнепротерозойского комплекса голоустненской свиты; улунтуйской свитой кристаллических известняков, доломитизированных известняков, сланцев, песчаников; кочергатской свитой песчано-глинистых, сланцев, песчаников, конгломератов. На побережье чередуются участки пород, устойчивых к абразии и податливых длительной абразии, что выражается в бухтовом рисунке береговой линии.

Участки №№13-17 (304-463 км). Устье р. Бугульдейки представлено эстуарно-дельтовой системой заполнения, образованной между сбросовыми уступами Приморского хребта и Приольхонской краевой ступени. В устье формируются галечные косы за счет волновой деятельности. Морфоструктура горстовых поднятий краевой ступени протягивается вплоть до северной оконечности о. Ольхон. Побережье структурное сбросовое, местами сбросово-денудационное. Береговые уступы ступени круто падают под воду оз. Байкал, редко формируется глыбовая отмостка, поэтому взморье здесь особо приглубокое с уклонами более 4-8°. Породы побережья и гравитационных отложений представлены кристаллическими известняками святоносской толщи озерской свиты и габбро-норитами, габбро-диоритами и диоритами с дайками габбро-диабазов муйского комплекса и раннепротерозойскими интрузиями.

К устью р. Анги в строении береговой части ступени появляются биотитовые гнейсы, кристаллические известняки, кварциты и гранитовые интрузии тажеранской свиты архея. Устьевая область р. Анги также относится к эстуарно-дельтовому морфогенетическому типу. В периферийной части на отмелем взморье формируется

низкое фитогенное заболоченное побережье, подверженное размыву и затоплениям. Далее на север по побережью Приольхонская ступень понижается и прорывается по межгорной впадине пра-Сармы, отделяясь от о. Ольхон проливом Ольхонские Ворота. По побережью Малого моря до м. Хадарта в строении берега принимает участие чернорудская свита святоносской толщи, сложенная биотитовыми и рогообманковыми гнейсами, кристаллическими известняками и кварцитами устойчивыми к абразии. Берега Малого моря структурные абразионные, и по морфогенетической классификации риасовые с бухтами, в которых на побережье образуются песчаные пляжи. Генетические типы рыхлых отложений на этом участке весьма разнообразны: коллювиальные, пролювиальные, волновые, озерные, селевые и аллювиальные. В устье р. Сармы сформирован многоуровневый селевый конус, прорезаемый современной гидрографической сетью. На отмелом взморье формируется фитогенный берег, выдвигающийся в акваторию. На границе галечные косы блокируют лагуны, местами заболоченные, встречаются переиры. Побережье подвержено затоплениям и подтоплениям при подъеме уровня озера, породы не устойчивы к абразии.

На участках №№18-20 (463-700 км) от м. Хадарта до м. Елохин происходит смена морфоструктурных элементов Приморского сводового поднятия на блоки, принадлежащие Байкальскому хребту. В строении побережья до пос. Замаы участвуют породы тажеранской и чернорудских свит архея, присутствующие в коллювиально-делювиальных шлейфах на опущенном крыле Приморского сброса. На участке развиваются гравийно-галечные пляжи, отшнурованные береговыми валами лагуны, переиры и другие абразионно-аккумулятивные комплексы, чувствительные к колебаниям уровня озера. Сбросовые уступы Зундукско-Заминской промежуточной ступени отвесно обрываются в озеро сбросово-денудационными уступами, сложенными метаморфизованными породами. Заминское побережье образовано абразионно-аккумулятивным комплексом на пониженном участке ступени, наклонно уходящей под уровень воды оз. Байкал и чувствительно к его флуктуациям. В районе предгорной крутонаклонной равнины Кочереково-Онгуренской краевой промежуточной ступени на побережье обрывами выходят кристаллические и метаморфические неразмываемые и слабразмываемые породы харанцойской и чернорудской свит архей и протерозойского возраста и голоценовые хорошо размываемые склоновые образования. От м. Риты до м. Покойники вплотную к оз. Байкал выходят сбросово-глыбовые уступы отрогов Байкальского хребта, сложенного неразмываемыми и слабразмываемыми верхнепротерозойскими породами чайского комплекса габбро-долеритов, кочерековского гранитоидного комплекса, хибеленского вулканического комплекса туфов, андезитов,

базальтов и интрузиями иликтинской свиты сарминской серии метаморфизованных песчаников и конгломератов. Далее вплоть до м. Заворотного эти породы находятся в тиррегенных коллювиально-делювиальных шлейфах на предгорных краевых ступенях сводово-глыбового поднятия Байкальского хребта (Солнце-Падская, Саган-Морянская). В прибрежной части на подводных отмелях участках ступеней между пролювиальными конусами выноса развиваются абразионно-аккумулятивные формы лагун, кос, береговых валов, пляжей, образованных при устойчивом уровне оз. Байкал в позднем голоцене. До границы Иркутской области (м. Елохин) побережье представляют слаборазмываемые формы и породы ирельского гранит-граносиенитового комплекса и чайского габбро-диаритового состава.

Остров Ольхон представлен единым массивом горстового поднятия, входящего в систему краевых ступеней Приморского сводово-глыбового хребта. В рельефе выражен наклон ступени горста к Малому Морю, что и определяет характер взморья и типы северо-западного и юго-восточного побережья. На северо-западе и южной оконечности острова унаследовано развиваются рiasовые и шермовые берега с отмелым взморьем, имеющие геометрический рисунок бухт с широким составом различных генетических типов рыхлых отложений. Юго-восточное побережье сбросовое и сбросово-денудационное с уступами, уходящими вглубь южно-байкальской котловины. Породы, слагающие остров, принадлежат чернорудской, тажеранской свитам архея.

Характеристика побережья оз. Байкал в границах республики Бурятия

Для восточного побережья оз. Байкал характерно наличие в строении береговой зоны разнообразных по генезису и возрасту горных пород. Для значительной части территории характерны выходы на поверхность коренных кристаллических, магматических и метаморфических горных пород. С ними связаны коры выветривания, содержащие грубообломочный щебнисто-глыбово-песчаный материал. В районах, где в рельефе берегов выражены выровненные слабонаклонные поверхности (прибрежные равнины, крупные конуса выносов, устьевые части речных долин), а также фрагментарно сохранившиеся байкальские террасы, распространены рыхлые, в основном четвертичные отложения различного генезиса. Это пески, супеси, валунно-галечниковый материал. Устойчивость берегов перед абразионными процессами и облик береговой зоны напрямую зависит от литологического состава слагающих их пород, а современную морфологию определяют главным образом абразия и аккумуляция, реже оползни, обвалы, ветровой перенос и другие экзогенные процессы.

На основе натурных обследований, анализа картографических и аэрокосмических материалов, литературных и фондовых источников построена картосхема, отображающая

типы и подтипы берегов на всём протяжении береговой линии оз. Байкал в пределах Республики Бурятия (рис. 1.2.2). На ней выделены 3 типа берегов:

- 1) абразионные с пляжами неполного профиля;
- 2) структурно-абразионные без выраженных пляжей или со скалистым уступом;
- 3) аккумулятивные с пляжами полного профиля.

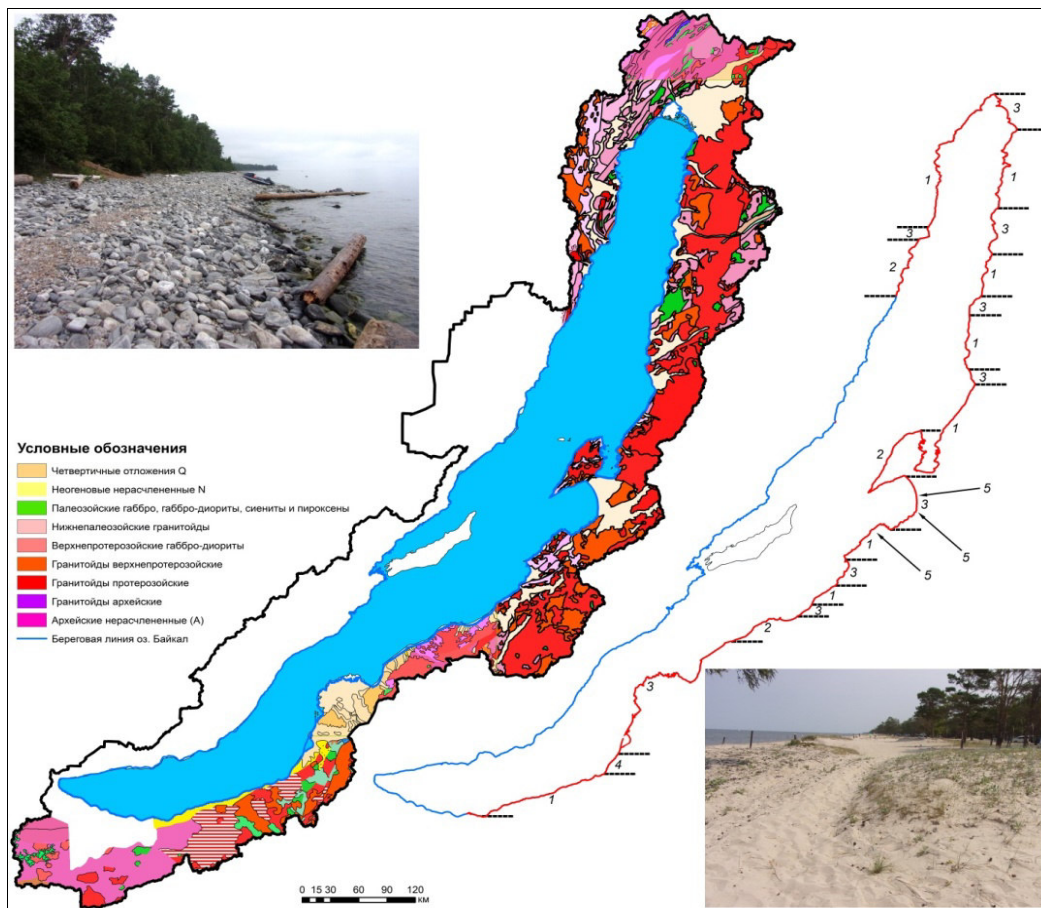


Рисунок 1.2.2 – Геолого-геоморфологическое строение побережья оз. Байкал в пределах республики Бурятии и типизация берегов по характеру проявления экзогенных процессов, связанных с волноприбойной деятельностью.

Типы берегов: 1 – абразионный тип с галечниковыми, песчано-галечниковыми пляжами и песчаными пляжами неполного профиля; 2 – структурно-абразионный тип без выраженного пляжа либо со скалистым уступом; 3 – аккумулятивный тип с береговыми валами либо песчано-галечниковыми пляжами; 4 – абразионно-обвальный подтип с песчаными, песчано-галечниковыми пляжами неполного профиля; 5 – абразионно-эоловый подтип с песчаными пляжами полного и неполного профиля. На фото: абразионный берег с галечниковым пляжем неполного профиля (сверху), аккумулятивный берег с пляжем полного профиля (береговой вал)

Выявлены также участки береговой линии оз. Байкал с подтипами абразионных берегов: абразионно-обвальным и абразионно-эоловым. Для каждого типа и подтипа берегов характерны определенные морфологические особенности облика береговых зон.

Структурно-абразионные берега свойственны для районов, где коренные кристаллические горные породы выходят на дневную поверхность. Подобный тип берега

распространён на участках побережья от устья р. Большая Сухая до устья р. Кика (отроги Морского хребта), побережье п-ова Святой Нос, на отдельных небольших участках протяженностью 1-2 км на побережьях Средней и Северной котловин оз. Байкал. Для участков береговой линии оз. Байкал с такими типами берегов характерно ограниченное распространение пляжей, зачастую берег представляет собой отвесные скалы над урезом воды. На западном побережье оз. Байкал в пределах Иркутской области данный тип берегов преобладает.

Абразионные типы берегов преобладают на участке побережья Южной котловины оз. Байкал от устья р. Выдриной до устья р. Мантурихи. Поскольку геологическое строение и генезис горных, слагающих берега, пород отличается разнообразием, а среди рыхлых отложений выделяются обломочные четвертичные (пролювиально-делювиальные, озерные и др.), то в строении береговой зоны выражены пляжи, валунно-галечниковые, как правило, неполного профиля. Клиф часто представлен в виде уступа, сложенного рыхлым материалом. Этот тип берегов активно подвергается переработке абразионными процессами.

Неким переходным подтипом от абразионных к аккумулятивным берегам можно считать выделенный на участке от пос. Боярский до Посольского сора абразионно-оползневый подтип берега. Он связан с наличием пролювиально-делювиальных отложений легкого гранулометрического состава, перекрывающих озерные террасовые образования. Здесь в береговой зоне развиты пляжи неполного профиля, галечниковые, песчано-галечниковые и песчаные. Наблюдаются на этом участке процессы интенсивного разрушения берега абразионными процессами в условиях высоких уровней воды в оз. Байкал.

Абразионный тип берегов характерен также для участка побережья Средней котловины оз. Байкал к северу от залива Провал, участка от устья р. Кика до пос. Максимиха на побережье Баргузинского залива и преобладает в береговой зоне Северной котловины Байкала. Для этих участков типично развитие песчано-галечниковых и галечниковых пляжей неполного профиля. Клиф сложен обломочными горными породами разнообразного генезиса, которые и подвергаются эрозионной деструктивной переработке.

На побережье Средней котловины оз. Байкал также распространены участки с абразионно-эоловым подтипом берега, который наблюдается в районе губы Каткова, на побережье бухты Безымянной, в районе пос. Турка и др. Здесь эоловые формы рельефа, береговые дюны во многих местах располагаются в непосредственной близости от уреза воды озера.

Аккумулятивные берега, где аккумуляция преобладает над деструктивными процессами разрушения берегов, распространены на побережье Южной котловины оз. Байкал, на участке Селенгинского мелководья, включающего дельту р. Селенги и окружающие её с юго-запада и северо-востока заливы (соры); от Посольского сора до северной оконечности залива Провал; на участках побережья Средней котловины в районе поселков Гремячинск, Горячинск, Турка, а также в Баргузинском и Чивыркуйском заливах. Фрагментарно аккумулятивные берега представлены в устьях рек и прибрежных частях надводных поверхностей совместной дельты рек Верхней Ангары и Кичеры, выражены на участках береговой зоны Северной котловины оз. Байкал. Характерной особенностью строения данного типа берега является формирование пляжей полного профиля (береговые валы), иногда протяженных пляжей с клифами, удаленными от уреза воды, преимущественно песчаных. В районе Посольского сора, дельт рек Селенги, Верхней Ангары и Кичеры сформированы прибрежные песчаные косы, осложняющие водообмен между озером и мелководными заливами – сорами.

На побережье оз. Байкал имеются участки с фитогенным типом берега. На картосхеме (рис. 1.2.2) фитогенные берега не получили отражения из-за масштаба картографического отображения. Тем не менее, протяжённость этих берегов на побережье оз. Байкал в пределах территории республики Бурятии в несколько сотен раз больше, чем на противоположном побережье озера со стороны Иркутской области. Фитогенный тип берега развивается на участках побережий в заливах и бухтах, где волнение не оказывает заметного влияния на перемещение водных масс и переформирование подводного берегового склона. Для таких мест характерна небольшая глубина прибрежной водной толщи озера (в среднем 0,4-1,2 м) с защищёнными косами от сильных ветро-волновых воздействий, с условиями хорошей прогреваемости воды, роста и развития лугово-болотной растительности. Уклон профиля устойчивого фитогенного берега на побережье Байкала обычно составляет $0-2^\circ$, не превышая $3-4^\circ$.

Фитогенный тип берега распространён на побережьях соров: Черкалов, Провал, Ангарский; а также Чивыркуйского залива. Поверхности биогенных берегов обычно представляют собой участки лугово-болотной растительности со 100 %-ным проективным покрытием растительности, местами с локальными участками заболачивания и торфяниками. Формирование устойчивого биогенного типа берега представляет собой длительный процесс накопления постоянно присутствующей биомассы [2]. В связи с этим протяжённость фитогенных берегов сравнительно невелика относительно общей длины береговой линии оз. Байкал.

Техногенные берега, также не отражённые на картосхеме из-за масштаба картографического изображения, с берегоукрепительными, линейными, припортовыми сооружениями распространены по побережью Южной котловины оз. Байкал вдоль проложенной здесь трассы Восточно-Сибирской железной дороги. Укрепление берегов в этой части побережья Байкала выполнено как активными методами, направленными на снижение волновой нагрузки водных толщ на берега – бонами, волноломами, так и пассивными – волно-отбойными стенками, ряжами, укрепленными пирсами. Современные укрепления, портовые сооружения с применением новых материалов и технологий берегоукрепления построены в районе устьевой части р. Турки на территории особой экономической зоны рекреационного назначения «Байкальская гавань».

В целом около 70 % протяжённости береговой зоны оз. Байкал в пределах территории Республики Бурятия отличается преобладанием подверженных активным абразионным процессам берегов, из них лишь 1/3 являются структурно-абразионными, где разрушительное воздействие волн возможно лишь в долгосрочной перспективе. Не менее 500 км побережья оз. Байкал в пределах территории Республики Бурятия – это участки, где в условиях повышения уровня воды в оз. Байкал абразионные процессы приводят к усиленной переработке берега с последующей аккумуляцией материала в прибрежной зоне пляжей. Зачастую при этом происходит гибель прибрежной лесной растительности, меняется морфологический облик побережья. В тех частях побережья, где аккумулятивные процессы преобладают над разрушением берегов в силу особенностей рельефа и геологического строения, повышение уровня воды в озере выражается в переработке пляжей, уменьшению их протяженности и площадей, смыву песка, размыву кос в устьях рек и сорах.

1.2.1.2 Побережье Иркутского водохранилища, р. Ангары ниже Иркутской ГЭС

Территория исследования охватывает верхнее течение р. Ангары в границах Предсаянской впадины Сибирской платформы с типами рельефа от низкогорного до платообразного и равнинного [3]. Высоты водоразделов составляют 650-600 м, склоны более пологие на левобережье – 12-20° и крутые на правом берегу – до 30-45°.

Часть рассматриваемого бассейна лежит в поле распространения отложений кембрийского, юрского и четвертичного возраста. Наиболее распространены отложения черемховской свиты, сложенной переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Верхнекембрийские доломиты и известняки вскрываются в бортах долин р. Ангары и ее наиболее крупных притоков.

Наиболее мощные толщи четвертичных отложений отмечаются в устьевых частях притоков рек Ушаковка, Иркут, Китой, слагающие их пойменно-русловые комплексы.

Естественное состояние русла р. Ангары нарушено созданием каскада водохранилищ (Иркутского и Братского) Ангаро-Енисейской системы ГЭС.

Участок нижнего бьефа частично находится в зоне подпора (выклинивания) Братского водохранилища (пос. Тельма – устье Белой) [4, 5]. По степени нарушенности естественного состояния долинного комплекса р. Ангары на территории исследования можно выделить два района. Район Иркутского водохранилища (от истока до плотины ГЭС в г. Иркутске) с затопленным пойменно-русловым комплексом и частично затопленными низкими террасами. Для этого отрезка характерно комбинирование элементов пляжевого рельефа водохранилища, пойменного рельефа и комплекса террас. Второй район – от плотины ГЭС до устья р. Белой – адаптированное разветвленное русло с развитым комплексом низких и высоких террас.

Террасовый комплекс р. Ангары имеет длительную историю изучения, в том числе в связи с планированием строительства каскада ГЭС, проведением инженерно-геологического районирования [6], инженерно-геоморфологического районирования и типизации речных долин территории [7]. Отличительная особенность низких террас – их небольшая ширина, для высоких террас характерна морфологическая невыраженность (сглаженные уступы, бровки).

По морфологическим особенностям на водохранилище выделяются три участка – Приплотинный, Средний и Истоковый (табл. 1.2.1) [8].

Таблица 1.2.1 – Морфометрические характеристики Иркутского водохранилища при НПУ [8]

Участок	Площадь зеркала, км ²	Объем, км ³	Глубина, м		Ширина, км		Длина, км
			средняя	макс.	средняя	макс.	
Истоковый	10,8	0,04	3,9	14	1,1	1,8	10
Средний	61,6	0,63	10,2	27	1,9	1,9	26
Приплотинный	81,6	1,43	7,5	35	2,6	2,6	19
По водохранилищу	154	2,1	13,6	35	2,0	2,0	55

Для Приплотинного участка характерны слабая изрезанность береговой линии, малые глубины и значительные уклоны дна до 1,15 ‰. Так как этот участок находится в зоне переменного подпора, то большую роль здесь играют стоковые течения, а волновые явления находятся в зависимости от колебания уровня воды в водоеме.

Средний участок характеризуется значительной изрезанностью береговой линии. Динамика береговой зоны определяется ветровым волнением, в свою очередь, зависящим от уровня воды в водоеме.

В результате многолетних исследований формирования берегов от начала заполнения до периода стабилизации Иркутского водохранилища, было проведено районирование по интенсивности развития абразионного процесса [5].

В целом по водохранилищу протяженность абразионных берегов составила 150 км, из них наибольшая протяженность (63,6 км) приходится на абразионные берега с шириной размыва до 10 м. Абразионные берега с шириной размыва от 50 м и более составляют около 24 км и отмечаются в основном по правому, наиболее освоенному берегу водохранилища. В Приложении Б.2 представлено геолого-геоморфологическое районирование Иркутского водохранилища по материалам [5, 9–12] с дополнениями, приведены геоморфологические характеристики и оценка возможности активизации опасных геоморфологических процессов, связанная с колебанием уровня.

Участки мониторинга за абразионными процессами Иркутского водохранилища

В настоящее время сотрудниками ИЗК СО РАН [12–15] ведется мониторинг динамики берегов (в частности, абразионных процессов) водохранилища на двух участках: «Тальцы» и «Патроны». Абразионному размыву в пределах Иркутского водохранилища подвержена береговая линия на протяжении 140 км, максимальная ширина размыва за весь срок существования водоема более 150 м приурочена к берегам, формирующимся в лессовидных суглинках. Участки мониторинга расположены в верхнем, среднем и нижнем частях правобережья Иркутского водохранилища в различных литологических и ветро-волновых условиях. Результаты мониторинга показывают, что наибольшая динамика переработки береговой линии отмечается на участках, сложенных лессовидными суглинками. Так, в 2015 году на участке «Патроны» по результатам наблюдений максимальная величина размыва составила 1,47 м. В меньшей степени подвержены размыву берега, сложенные литифицированными отложениями.

Например, на участке «Тальцы», где береговой склон сложен сцементированными песчано-суглинисто-галечными отложениями, за последнее время не отмечается отступления береговой линии. Однако продольный профиль берега на этом участке находится в стадии предельного равновесия – на уровне уреза в береговом уступе формируются волноприбойные ниши [16].

На участках мкр. Солнечный, пос. Молодежный, садоводство Иркутянин, пос. Новогрудиново, Ерши (Ершовский водозабор) были проведены берегоукрепительные работы и в настоящее время мониторинг не проводится.

Участки мониторинга за оползневыми процессами Иркутского водохранилища

По данным [5, 9, 10] на берегах Иркутского водохранилища оползни развиты слабо, однако до создания водохранилища в приплотинной части весь левый берег был поражен оползнями, которые были затоплены в результате заполнения водохранилища. Новых оползней в результате абразионной подрезки склонов образовано не было. Однако, в 1990 году при расширении водосборного сооружения (Ершовский залив) после подрезки бульдозером склона возник оползень объемом около 300 м³. Для остановки движения оползня была отсыпана специальная дамба – контрфорс, которая предохраняет строящиеся объекты от разрушения. Однако данные действия не привели к полной стабилизации склона, нижняя ступень продолжает наползать на дамбу [10].

По левобережью Иркутского водохранилища отмечаются участки с развитием небольших неглубоких оползней сплывов. Общая площадь пораженных земель оползневыми деформациями составляет 0,3 км². Динамика оползневого процесса в определенной мере зависит от уровня режима водохранилища (для низких уровней характерно снижение активности оползневого процесса).

По оценке оползневого риска [10] все оползни Иркутского водохранилища отнесены к типу процессов умеренно опасной трансформации земельных угодий небольшой вероятности. Оползень у залива Ерши отнесен к опасному типу катастрофического смещения реальной вероятности.

Берегоукрепительные мероприятия

Филиал ФГБВУ «Востсибрегионводхоз» (ФГБВУ «Центррегионводхоз») ведет работы по обследованию и укреплению берегов Иркутского водохранилища. Участки берега, оборудованные берегоукрепительными сооружениями, сосредоточены в районе м. Южный (4 уч.), м. Зеленый мыс (3 уч.), пос. Патроны (4 уч.) и пос. Ангарские хутора (1 уч.). Берегоукрепительные сооружения представлены в виде ряжевых стенок, каменной наброски и железобетонных блоков. «Востсибрегионводхоз» ведет мониторинг разрушения берегов, проводит работы по объему обрушившейся древесины и очистке ложа от ее остатков [16].

По приведенному на 2004 г. прогнозу размывов берегов Иркутского водохранилища [10] по левому берегу размыв определяется процессами выветривания и не должен был превысить 10 м, тогда как по правому максимальная величина размыва может составить 100 м.

В итоге, учитывая геолого-геоморфологическое строение, степень антропогенной нагрузки, наиболее уязвимые к возникновению и активизации опасных и неблагоприятных экзогенных геологических процессов при колебании уровней озера

Байкал и Иркутского водохранилища участки охватывают значительную часть правобережья в средних и приплотинных районах левобережья. К районам с максимальной степенью геологической опасности отнесены (в порядке убывания) пос. Тальцы – плотина ГЭС (правобережье) и пос. Новогрудино – плотина ГЭС.

Участок нижнего бьефа (плотина Иркутской ГЭС – устье р. Белой)

На основании сравнительного картографического анализа, геолого-геоморфологической структуры территории Прибайкалья проведено районирование нижнего бьефа Иркутской ГЭС по степени опасности экзогенных геологических процессов с учетом антропогенной нагрузки (Приложение Б.3). Выделено три района: Приплотинный, Средний и район зоны выклинивания Братского водохранилища. По направленности эрозионно-аккумулятивных процессов выделяются зона усиленной эрозии нижнего бьефа Иркутской ГЭС и зона переменного подпора Братского водохранилища, которые характеризуются особыми условиями формирования берегов, определяемыми уровнем режимом, который способствует циклическому чередованию абразионных и аккумулятивных процессов.

Для Приплотинного района, расположенного в пределах города, характерна асимметричная группировка процессов, что связано с разной степенью и типами урбанизации правобережья и левобережья. К участкам с высокой степенью проявления опасных экзогенных геологических процессов, в том числе и вызванных колебаниями уровней озера Байкал и водохранилища, можно отнести устьевые части притоков р. Ангары и участки: плотина – мост Академический; р. Иркут – Путевая машинная станция (ПМС-45) – ст. Батарейная (левобережье); мост Академический – мост Глазковский – ПМС-45 – ст. Батарейная (правобережье).

В пределах Среднего района наиболее динамичные русловые процессы отмечены на участке остров Монастырский – остров Большой (Приложение Б.3), где естественное стабильное состояние пойменно-руслового комплекса нарушено техногенными преобразованиями [17]. Колебания уровня, расходов воды, обусловленные естественными и техногенными факторами, создавали здесь в разное время размыв, намыв островов, посадку уровней до 2 м [17].

Участок пос. Тельма – устье р. Белой, который находится в зоне переменного подпора Братского водохранилища, требует дополнительного исследования, так как активизация геологических процессов будет зависеть от колебаний уровней трех водоемов – озера Байкал, Иркутского и Братского водохранилищ. Такая многофакторность развития эрозионно-аккумулятивных процессов обуславливает усложнение структуры и динамики развития экзогенного рельефообразования долинных комплексов в целом.

Помимо указанных участков, повышенного внимания к мониторингу и предупреждению опасных геологических процессов следует отнести все территории устьевых систем притоков р. Ангары, включая долинные комплексы их нижнего течения.

В результате, учитывая геолого-геоморфологическое строение, степень антропогенной нагрузки, наиболее уязвимые участки к возникновению и активизации опасных и неблагоприятных экзогенных геологических процессов при колебании уровней озера Байкал и Иркутского водохранилища расположены на большей части правобережья, а также в средних, приплотинных частях левобережья.

К районам с максимальной степенью геологической опасности ниже Иркутской ГЭС отнесены (в порядке убывания) правобережные и левобережные участки в границах г. Иркутска; левобережный участок: остров Монастырский – остров Большой (42 км от плотины ГЭС); участок в зоне переменного подпора Братского водохранилища: пос. Тельма – устье р. Белая.

1.2.1.3 Поверхностные воды, устьевые системы притоков озера Байкал

Одними из наиболее уязвимых к изменениям уровня оз. Байкал являются пониженные устьевые области рек – притоков водоема. Устьевые системы Байкальского побережья находятся в неразрывной связи со многими факторами, главными из которых являются сток воды и наносов, колебания уровня приемного водоема – озера Байкал. В результате техногенного подъема уровня, сезонного и многолетнего регулирования Иркутского водохранилища происходят существенные изменения облика и динамики устьевых систем и побережья в целом. Происходит преобразование ранее существовавших природно-динамических устьевых систем (УС) и, в первую очередь, это затрагивает зону контакта в устьях рек.

Наиболее наглядно подъем уровня проявляется в размыве береговых форм рельефа (косы, бары), затоплении периферийных участков и их заболачивании, возникновении и развитии лагунно-лиманных комплексов и фитогенных берегов. Подпор со стороны озера приводит к русловым деформациям и перестройке устьевой гидрографической системы, подтоплению пойм. Изменениям могут быть подвержены участки рек и на удалении от устьев. Режим поступления и осаждения речных наносов в УС изменяет скорости, интенсивность и направленность эрозионно-аккумулятивных процессов. Повышение уровня оз. Байкал ведет к активизации взаимосвязанных экзогенных процессов не только в пределах береговой зоны, но и на более обширных пространствах. Взаимодействие речных и грунтовых вод в условиях подпора создает возможность подтопления не только

элементов пойменного комплекса УС, но и наиболее пониженных участков всей устьевой области, а в холодный период приводит к возникновению наледных образований.

Существенное значение в формировании некоторых морфогенетических типов устьевых систем имеет характер взморья. Для озерной котловины оз. Байкал по уклону выделено четыре градации: особо приглубый (более 3,8-4°); приглубый (3-4°); переходный от отмелого к приглубому (1,3-3,8°); отмелый (менее 1,3°). Морфогенетический тип устьевой системы связан с особенностями берегов. Здесь выделены типы устьевых систем: эстуарные, эстуарно-дельтовые, псевдо-дельтовые (врезанные в конуса выноса), простые и многорукавные на конусах выноса с фитогенным берегом или с аккумулятивным выступом. При некоторых условиях гидравлической связи речных и грунтовых вод развиваются сухоходльные устьевые системы с конусами выноса и эпизодическим стоком.

Гидролого-геоморфологические характеристики притоков и устьевых областей представлены по участкам береговой линии оз. Байкал (Приложение Б.1).

Участок №1 (1-21 км). Река Снежная – самый крупный и многоводный приток южного берега оз. Байкал, берущий начало в отрогах хр. Хамар-Дабан. Длина реки 173 км, средний уклон более 10 ‰, среднегодовой расход воды 47,8 м³/с, годовой объем стока – 1,51 км³. Устьевая система р. Снежной простая с аккумулятивным выступом, островной многорукавностью. Река впадает в озеро одним руслом, которое врезано в алювиально-пролювиальный конус выноса.

Небольшие речки Малые и Большие Мангилы, р. Паньковка впадают в озеро, образуя простые устьевые системы. Отдельные малые водотоки, дренируя Муринскую впадину, теряются в болотных массивах.

Река Хара-Мурин берет начало на Патовом плато. Длина реки 86 км, площадь ее бассейна 1186 км², средний уклон реки 15 ‰, среднегодовой расход воды 24,5 м³/с. В нижнем течении реки преобладает островная многорукавность. Река впадает в озеро 3-4 рукавами, имеет врезанную русловую систему с псевдо-дельтой.

На участке расположены оз. Тыклинское и болотные массивы: Большое Мангильское, Январское, Большое и Длинное.

Участок №2 (21-28). На участке протекают несколько малых речек и ручьев (Ширингаиха, Семиречка, Банный и др.), имеющих истоки в горном массиве отрогов хр. Хамар-Дабан. Устьевые системы водотоков простые, однорукавные.

Участок №3 (28-48). Участок характеризуется большим количеством водотоков – реки Малая и Большая Осиновки, Солзан, Харлахта, Бабха, Утулик, ручьи Болотный и Красный, берущих начало в горах Хамар-Дабана. Устьевые системы этих рек простые с

незначительным аккумулятивным выступом, впадают единственным руслом. У реки Солзан русловая сеть с островной многорукавностью врезана в селевой конус выноса. Устьевые системы простого типа. На прилегающих участках береговой линии сохранились старые устья.

Более крупные реки участка – р. Бабха и р. Утулик. Река Бабха длиной 23 км имеет многорукавную устьевую систему с аккумулятивным выступом и русловым расширением, впадает четырьмя врезанными в конус выноса устьями. Река Утулик имеет длину 35,3 км, среднегодовой расход воды 16,4 м³/с, средний уклон 17,0 ‰. Устьевая система реки относится к простому типу, формируется на конусе выноса, имеет выраженную низкую террасу и впадает в озеро двумя-тремя рукавами. Сохранились палеоруслу и лиманные бухточки в местах прошлых устьев.

Участок № 4 (48-72 км). На участке семь постоянных водотоков незначительной протяженности до 5-7 км. В озеро водотоки впадают простыми устьями, некоторые не имеют ярко выраженного устья и сток этих водотоков в основном проходит в отложениях подгорных шлейфов, осыпей и селевых конусов. Наиболее крупный водоток участка – р. Безымянная длиной 9 км со средним многолетним расходом воды 5,25 м³/с. Устьевая система реки представлена простым типом на пролювиальном конусе выноса.

Участок № 5 (72-83 км). На участке протекают реки Слюдянка, Комар, Похабиха, Култучная, ручьи, присутствуют небольшие пади и временные водотоки. Верховья рек находятся на Комаринском и Быстринском хребтах, в режиме водотоков ярко выражены фазы половодья и паводков, что создает благоприятные условия для формирования селей и оползневых процессов. Сток рек часто теряется в мощных толщах аллювиально-пролювиальных отложений селевых конусов. Низовья рек и их устьевые системы пересекают Култукскую впадину, речные потоки распластаны, поймы заболочены и подтоплены. Устьевые системы осложнены обилием водоемов, возникших при техногенном повышении уровня Байкала, здесь формируется лагунно-лиманный комплекс, блокированный аккумулятивными косами, созданными волновой деятельностью за счет донного питания и, в меньшей степени, за счет речных наносов. Тип устьевых систем простой с аккумулятивным выступом или устьевым расширением.

Участок № 6 (83-131 км). На участке 15 небольших постоянных водотоков протяженностью до 20 км: рр. Левая и Правая Ангасолки, Большая и Малая Крутая Губа, пади Семафорная, Козличная, Шабартуй, Маритуй. Устьевые системы простые однорукавные с устьевым расширением или эстуарного типа с приглубым взморьем.

Участок № 7 (131-134 км). Река Половинная имеет протяженность около 45 км, уклон реки более 8 ‰, средний многолетний расход воды 2,7 м³/с. В нижнем течении

русло реки, разветвленное структурными островами (эрозионно-тектонические останцы), впадает в небольшую бухту одним руслом.

Участок № 8 (134-171 км). Участок представлен 15 небольшими постоянными водотоками: Пономаревка, Ивановка, Бол.и Мал. Шумихи, Пыловка, Каторжанки, Кузьмиха, Бол. Баранчик, Марьянин, временными ручьями и падами. Длины главных рек составляют от 1 до 15 км. Устья водотоков простые, однорукавные, редко с устьевым расширением, взморье – приглубое.

Участок № 9 (171-174 км). На участке находится исток р. Ангары. Ширина потока в истоке 1,1 км, глубина до 1,8-1,9 м, средний расход в истоке 1920 м³/с, годовой объем стока 61 км³.

Участок № 10 (174-222 км). Участок представлен 27 малыми постоянными водотоками: Крестовка, Солонцовая, Черная, Коты, Бол. Сенная, Нижняя, Кадильная, Прямая и др., ручьями, а также падами и временными водотоками незначительной протяженности (1-15 км). Реки стекают с Приморского хребта и впадают в озеро простыми устьями с приглубым взморьем.

Участок № 11 (222-236 км). Река Голоустная берет начало с северо-западных склонов Приморского хребта, имеет длину 122 км, площадь водосбора 2280 км², средний уклон реки 4,6 ‰. Среднегодовой расход воды составляет 9,6 м³/с, годовой объем стока 0,30 км³. Долина реки в нижнем течении заболочена, русловая сеть представлена тремя основными действующими водотоками, прорезающими селевой конус выноса. При этом в разные периоды водности река впадает в оз. Байкал несколькими, от 3 до 6, протоками (Новое Устье, Среднее Устье, Крестовка, Тальник, Большое Устье). Временные русла имеют сезонный характер стока, однако достаточно четко выражены в рельефе. Устьевая система имеет «псевдо-дельту», сформированную неаллювиальными отложениями, выпуклый конус освоен современной гидросетью, фитогенно-дельтовый нарастающий озерный край часто с блокирующими галечными косами и барами, с дельтовыми водоемами: внутренними озерами, лагунами и лиманами. В сочетании морфометрических признаков дельта представляет собой дугообразную систему выдвигания. Часть речного стока фильтруется через рыхлые отложения конуса.

Устьевые системы падей Прямая, Левый и Правый Роговики представлены простыми устьями, развитыми на конусах выноса из узких прямолинейных распадков.

Участок №12 (236-304 км). На участке находятся реки-пади протяженность от 1 до 15 км: Еловка, Дыроватая, Пр. Широкая, Нижние и Средние Хомуты, Средняя и Верхняя Шумихи, Харгин, Песочный, Ханхильтуй, Куркера, Курта, ручьи и 15 временных

водотоков. Истоки водотоков расположены на восточном макросклоне Приморского хребта. Реки впадают в озеро простыми устьями с приглубым взморьем.

Участок № 13 (304-306,5 км). Река Бугульдейка, одна из наиболее крупных рек, впадающих в оз. Байкал на западном побережье. Длина реки 78 км, площадь водосбора 1729 км², средний уклон реки 5,63 ‰, среднегодовой расход воды 3,1 м³/с. Устьевая система Бугульдейки относится к эстуарно-дельтовому типу с дельтой заполнения, озерный край местами сильно изрезан, песчаная коса блокирует лагуны и лиманы от акватории озера. Устье реки слабо выдвинуто в озеро, изменение выдвинутой за генеральную линию берега части устья связано преимущественно с колебаниями уровня оз. Байкал.

Участок № 14 (307-356 км). Небольшие реки участка Таловка, Зун-Кужиртуй, Крестовский, Бирхин, Бегун и 11 малых и временных водотоков, протекающих по падам и распадкам, берут начало на отрогах Приморского хребта. В нижнем течении днища многих падей переувлажнены или заболочены. Впадают в озеро реки простыми устьями с приглубым взморьем.

Участок № 15 (356-362 км). Река Анга берет начало на склонах Приморского хребта и впадает в залив Усть-Анга оз. Байкал. Бассейн реки площадью 1170 км², длина 99 км, средний уклон реки 6,12 ‰, среднегодовой расход воды составляет 2,6 м³/с. В нижнем течении река меандрирует. В устье формируется эстуарно-дельтовая система с дельтой заполнения, один из редких морфогенетических типов на байкальском побережье.

Участок № 16 (362-455 км). На участке находятся 10 небольших постоянных водотоков и пади. Истоки рек Кучелга и Хорга находятся в отрогах Приморского хребта. Реки маловодные, в нижнем течении сток фильтруется в отложения подгорных шлейфов и конусов выноса и в устье может отсутствовать. Имеют простые однорукавные устьевые системы на приглубом взморье.

Участок № 17 (455-463 км). Река Сарма берет начало на Приморском хребте в районе горы Голец Трехголовый и впадает в оз. Байкал в зал. Мухор. Длина реки 66 км, площадь водосбора 770 км², средний уклон реки 14,0 ‰. В нижнем течении река прорезает селевый конус выноса тремя рукавами. Площадь конуса составляет около 15 км². Устьевая система представлена многорукавной псевдо-дельтой на конусе выноса с фитогенным берегом.

Участок № 18 (463-600 км). На участке присутствуют небольшие реки: Курма, Улан-Хан, Зундук, Зама, Глубокая, Кочерикова, Хейрем, Риты, пади временных водотоков; озера Зама, Ехе-Нур, Элигей. Водотоки берут начало в горах Байкальского хребта. В нижнем течении для многих рек характерна потеря части стока в отложениях подгорных

шлейфов. Долины заболочены, русла рек (одно или несколько) в устьях прорезают конуса выноса различного генезиса. В прибрежной зоне находятся озерки-лагуны, отшнурованные косами и барами от акватории озера. Устьевые системы рек относятся к типу простых однорукавных и малорукавных на конусах выноса.

Участок № 19 (600-622 км). На участке представлены пади малых (Анютка, Шартлай) и временных водотоков (10 шт.). Истоки и верхнее течение находятся на отрогах Байкальского хребта. В нижнем течении и устьевых областях поверхностный сток поглощается мощными толщами подгорного шлейфа и может полностью отсутствовать в маловодные периоды. Устьевые системы простые однорукавные и малорукавные на конусах выноса.

Участок № 20 (622-700 км). На участке находятся небольшие постоянные водотоки (реки Солнце Падь, Ледяная), пади и временные водотоки (более 30). Истоки расположены на отрогах Байкальского хребта. Реки длиной от 1 до 10 км, протекая по предгорным коллювиально-делювиальным шлейфам, теряют русловой сток в толще отложений. Большинство устьевых систем включает небольшие лагуны. Побережье таких озер-лагун в основном заболочено. Устьевые системы простые однорукавные и малорукавные на конусах выноса.

Остров Ольхон дренируется малыми реками, падами (Семь сосен, Харанцинская, Курхунская, Одёны, Хата-Ямен, Ташкиней и Идиба) и временными водотоками (7шт.) с эпизодическим стоком. На побережье находится несколько озер-лагун (Муку-Нур, Ханхой). Устьевые системы водотоков простые однорукавные, с эпизодическим русловым стоком.

Мыс Елохин – мыс Берла. На участке находятся около 30 небольших речек и временных водотоков, берущих начало в гольцовой зоне Байкальского хребта. На выходе из гор, протекая по предгорным коллювиально-делювиальным шлейфам, водотоки теряют русловой сток в толще отложений. Большинство устьевых систем включает небольшие озера-лагуны, чаще всего с заболоченными берегами. Гидравлическая связь с Байкалом осуществляется через косы и бары. Устьевые системы простые однорукавные на полигенетических конусах выноса.

Мыс Берла – г. Нижнеангарск. На участке расположены устья рек Горемыки, Рель, Слюдянки, Тыи и 10 малых водотоков. Устьевая система р. Горемыки относится к эстуарно-дельтовому типу с дельтой заполнения, впадает несколькими рукавами.

Река Рель берет начало со склонов Байкальского хребта на высоте 1678,6 м. Длина реки 50 км, площадь ее бассейна 579 км², средний уклон реки 19,9 ‰, средний годовой расход воды 13,0 м³/с. Река Тыя берет начало из озера Верховье Тыи на Северо-

Байкальском нагорье на высоте примерно 1430 м. Длина реки 120 км, площадь водосбора 2580 км², средний уклон реки 10,0 ‰, средний годовой расход воды 38,8 м³/с.

Устьевые системы рек Рель, Слюдянки, Тьи относятся к типу врезанных дельт, имеют несколько рукавов, глубоко врезанных преимущественно в водно-ледниковые конусы выноса. Берега низкие сильно изрезанные, заболочены и слабо выдвигаются за генеральную линию побережья. Лагунно-лиманный комплекс частично ограничен песчаными косами. Формируются абразионно-аккумулятивные комплексы прибрежных форм рельефа и фитогенные берега. На участке находится группа Слюдянских озер, имеющих гидравлическую связь с Байкалом.

Залив Ангарский сор. Река Верхняя Ангара берёт начало на Демон-Уранском хребте из озера с отметкой 1678 м. Длина реки 438 км, площадь ее бассейна 21400 км², средний уклон реки 2,7 ‰, средний годовой расход 258 м³/с. Устьевые системы относятся к эстуарно-дельтовому типу с дельтой заполнения и отчлененные от озера блокирующими аккумулятивными косами системы островов Ярки. Общая площадь устьевой области Верхняя Ангара составляет порядка 224 км², площадь современной действующей устьевой области около 163 км², общая площадь озер и стариц более 10 км². Берег дельты на контакте с внутренним сором сильно расчлененный, у вершины основное русло разветвляется на 3 основных рукава: Ангаркан, Хайракан и относительно недавно возникшая Дулесма.

Устьевые системы рек Холодной и Неручангды (притоки в устье В. Ангары) эстуарно-дельтового типа, с фитогенными нарастающими берегами, большая часть которых перемещается, следуя течению вышележащих рек. Площади устьевых областей рек занимают в среднем 14 км² и 8 км² соответственно.

Устьевые системы находятся в зоне взаимного контакта и участвуют в образовании и формировании местного ландшафта. Сложная гидрографическая система водотоков, водоемов и заболоченных земель залива Ангарский Сор весьма динамична и быстро реагирует на любые внешние изменения (повышение уровня, сток воды и наносов).

Залив Ангарский Сор – бухта Сосновка. На участке более 50 различных водотоков, из которых 25 рек (Токшаки. Ака, Биракан, Эрекшакан, Фролиха, Ая, Бирая, Ширильды, Томпуда, Амундакан, Шегнанда, Иринда, Урбукан, Кабанья, Езовка, Куркавка, Большая, Давша, Таркулик, Сосновка, Кудалы). Устьевые системы представлены тремя основными морфогенетическими типами. Устьевые системы рр. Фролихи и Ая эстуарного типа; рр. Ширильды и Томпуда – эстуарно-дельтового, остальные устьевые системы простого типа одно- и многорукавные с устьевым расширением, часто блокированные береговыми валами, косами с лагунно-лиманным комплексом.

Бухта Сосновка – р. Большой Чивыркуй. На участке малые водотоки и 8 рек – Шумилиха, Грамотуха, Большая и Малая Черемшины, Кедровая, Большая и Малая Сухая, Большой Чивыркуй. Устьевые системы простые однорукавные, устьевая система Большой Чивыркуй с устьевым расширением.

Река Большой Чивыркуй – п-ов Святой Нос (м. Верхнее Изгололье). На участке малые реки – Безымянная, Крестовская, Маршалиха, Онгокон, Молодость и около 10 малых и временных водотоков и падей. Устьевые системы – простые.

П-ов Святой Нос (м. Верх.Изгололье) – зал. Култук. На участке малые реки, р. Маркова, небольшой протяженности, с большими уклонами. Устьевые системы простого типа.

Залив Култук – м. Холодняки (побережье Баргузинского залива). Река Баргузин берет начало в пределах северо-западных отрогов Южно-Муйского хребта со склонов безымянной вершины, имеющей отметку 2492 м; впадает в Баргузинский залив оз. Байкал. Длина реки 480 км, площадь водосбора 21 100 км², средний уклон 2,8 ‰, средний годовой расход 122 м³/с. Устьевая система р. Баргузин – эстуарно-дельтового типа, впадает одним руслом, побережье и пойма осложнены береговыми валами, лагунно-лиманном комплексом и заболоченными землями, в устьевой системе находятся озера Арангатуй, Светлое, Бармашовое, Лебязье.

Река Баргузин – р. Малая Сухая. На участке более 30 водотоков. Река Максимиха образуется слиянием рек Левая Максимиха и Правая Максимиха, берущими начало на юго-западных склонах Голондинского хребта. Длина реки 43 км, площадь водосборного бассейна 444 км², средний уклон реки 5,29 ‰, средний годовой расход 1,68 м³/с.

Река Турка берет начало в южных отрогах Икатского хребта, на высоте 1430 м. Длина реки 272 км, площадь водосбора 5870 км², средний уклон реки 3,57 ‰, средний годовой расход 51,6 м³/с.

Река Кика берет начало со склонов хребта Улан-Бургасы на высоте 1260 м. Длина реки 107 км, площадь бассейна 210 км², средний уклон реки 12,6 ‰, средний годовой расход воды 25,7 м³/с.

Крупные реки Максимиха, Турка, Кика формируют эстуарный и эстуарно-дельтовый тип устьевых систем. Малая Сухая и реки более низких порядков, пади и временные водотоки представлены простыми устьями. Устьевые области часто заболочены, глубина заболоченных участков может достигать 1,2 м (ниже современного уровня Байкала). Озера (Котокельское, Дикое, Малое Духовое и Духовое) гидравлически связаны с современной речной сетью. Множество водоемов подпружены береговыми валами. По побережью развиты пляжи, террасы, береговые валы, прорезаемые мелкой речной сетью.

Малая Сухая – м. Облом. На участке шесть небольших рек – Зеленовская, Капустинская, Большая Сухая, Топка, Загза, Энхалук и более 10 малых водотоков. Исток реки Большая Сухая расположен на склонах Морского хребта. Длина реки 33 км, водосборная площадь 386 км², средний уклон реки 23,3 ‰, средний годовой расход 3,9 м³/с. Устьевые системы простые с устьевым расширением, русла прорезают береговые валы, образуя заболоченные участки с лиманами.

М. Облом – р. Бол. Култушная. Река Селенга – крупнейший приток оз. Байкал, берет начало в пределах МНР от слияния рек Идэра и Мурэн. Длина реки 1024 км (в пределах РФ 409 км), площадь водосбора 447060 км² (в пределах РФ 148060 км²), средний уклон в пределах РФ составляет 0,34 ‰, средний годовой расход 946 м³/с. Низовья р. Селенги со сложной гидрографической сетью рукавов, проток, каналов, озер и заболоченных территорий. Динамичная и уязвимая устьевая система с многорукавной дельтой выдвигания на мелководном взморье с барьерными косами и барами. По периферии дельты формируются фитогенно-дельтовые берега и лагунно-лиманский комплекс озер. По селенгинскому побережью развит комплекс аккумулятивно-абразионных прибрежных форм.

Река Большая Речка образуется от слияния реклевой Большой Речки и Правой Большой Речки на высоте 660 м. Длина реки 43 км (от истока р. Левая Большая Речка 77 км), площадь водосбора 656 км², средний уклон реки 12,6 ‰, средний годовой расход воды 12,4 м³/с.

Устья рек Дулан, Оймур, Сырая Молька, Исток, Бол. Речка, Толбажиха, Абрамиха, Култушная представлены простым типом с устьевым расширением, прорезают береговые валы или впадают в крупные тектонические лиманы зал. Провал, Черкалов, Малый и Посольский Соры. Устьевые области заболочены.

Река Бол. Култушная – р. Снежная. На участке более 50 рек и водотоков, формирующихся и дренирующих западный макросклон хр. Хамар-Дабан (Боярский, Сухой Ручей, Мантуриха, Бол. Тельная, Мысовка, Бол. Осиновка, Ключевка, Бол. и Мал. Ивановки, Крестовка, Ореховка, Быстрая, Калтусная, Болваниха, Мишиха, Бол. и Мал. Язовка, Ушаконка, Осиновка, Малиновка, Половинка, Куркавочная, Калтусная, Переемная, Безголовка, Осиновка, Шестипалиха, Селенгушка, Дулиха, Аносовка, Куркавка, Выдриная, Бол. и Мал. Мамай, Осиновка, Толбазиха).

Река Мантуриха берет начало на хр. Хамар-Дабан на высоте 1060 м. Длина реки 54 км, площадь водосбора 568 км², средний уклон реки 11,6 ‰, средний годовой расход воды 7,92 м³/с.

Река Мысовка берет начало со склонов хр. Хамар-Дабан на высоте 1200 м. Длина реки 29 км, площадь водосбора 151 км², средний уклон реки 25,0 ‰, средний годовой расход воды 2,95 м³/с.

Устьевые системы рек простые малорукавные с устьевым расширением или аккумулятивным выступом на полигенетических конусах выноса. Множество озер и заболоченных территорий в районе распространения ледниковых отложений Танхойского поля.

Устьевые системы притоков оз. Байкал, представляющие различные морфогенетические типы с комплексом абразионных, аккумулятивных, эрозионно-аккумулятивных форм рельефа, созданных на контакте речных потоков и водоема, являются крайне уязвимыми к колебаниям уровня оз. Байкал участками побережья.

1.2.1.4 Подземные воды, гидрогеологические подразделения побережий озера Байкал и Иркутского водохранилища

В соответствии с картой гидрогеологического районирования РФ [18] побережье оз. Байкал расположено в пределах Байкальской гидрогеологической складчатой области, а побережье Иркутского водохранилища – в пределах Ангаро-Ленского артезианского бассейна.

Байкальская гидрогеологическая складчатая область характеризуется распространением следующих основных гидрогеологических подразделений (Приложение Б.4): водоносный комплекс четвертичных аллювиальных отложений; водоносный комплекс неоген-четвертичных аллювиальных отложений; водоносная зона трещиноватости архей-протерозойских метаморфических и магматических образований.

Водоносный комплекс четвертичных аллювиальных отложений (QIV) распространен в долинах и устьях рек и представлен, в основном, аллювиальными образованиями – валунно-гравийно-галечниковым материалом с песчаным и супесчаным заполнителем мощностью до 18-30 м. В нем разведано Воротнинское, Безымянское и Чайкинское месторождения подземных вод. Воротнинское и Чайкинское месторождения имеют незначительные запасы – 0,02 и 0,03 тыс.м³/сут соответственно. Наиболее крупным является Безымянское месторождение питьевых подземных вод с запасами 5,24 тыс.м³/сут.

Безымянское месторождение расположено в нижней части долины р. Безымянная вблизи пос. Мангутай. Водовмещающими породами являются валунно-галечниковый материал с песчано-глинистым и песчаным заполнителем. В отдельных скважинах среди крупно-окатанного материала вскрываются слои песка крупного мощностью до 6,5 м,

фациально не выдержанного. Уровень подземных вод вскрывается на глубинах 1,2-3,8 м. Производительность продуктивного горизонта изменчива по площади и во времени. Коэффициент фильтрации варьирует от 5,35-6,23 м/сут до 36,5-77,2 м/сут. Питание грунтовых вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и за счет открытого и скрытого дренирования коренных трещинных вод в аллювиальные образования. Грунтовые воды аллювия не защищены от загрязнения. По химическому составу вода гидрокарбонатная магниевое-натриево-кальциевая с минерализацией 0,15 г/л, жесткостью – 1,17 ммоль/л.

Водоносный комплекс неоген-четвертичных аллювиальных отложений (N-Q) приурочен к кайнозойской аккумулятивной впадине, протягивающейся шириной в несколько километров вдоль береговой линии оз. Байкал в районе г. Байкальска. Водовмещающие породы представлены неоген-нижнечетвертичными и верхнечетвертичными-современными валунно-гравийно-галечниковыми отложениями с песчаным заполнителем. Глубина залегания подземных вод в зависимости от рельефа изменяется от 5,0-9,1 до 20-30 м. Мощность грунтового горизонта от первых метров (в южной части рассматриваемой территории) до 30-40 м и более. Фильтрационные свойства по данным откачек характеризуются коэффициентами фильтрации и водопроницаемости соответственно от 20 до 36 м/сут и от 800 до 1020 м²/сут. Удельный дебит при этом может достигать 6,0-6,2 л/с. Грунтовые воды по химическому составу гидрокарбонатные магниевые-кальциевые с минерализацией 0,1-0,2 г/л., качество воды соответствует требованиям для питьевых вод. Питание горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод рек.

Водоносная зона трещиноватости архейпротерозойских метаморфических и магматических образований (AR-PR) распространена на побережье оз. Байкал повсеместно. Обводнена главным образом зона экзогенной и эндогенной трещиноватости, представленная трещиноватыми гранитами, гранито-гнейсами, гнейсами, сланцами, мраморами. Глубина залегания уровня варьируется в зависимости от рельефа. В долинах глубина изменяется от 1-5 до 10-15 м, на склонах и водоразделах составляет десятки метров. Фильтрационные свойства водовмещающих пород зоны не однородны, коэффициент водопроницаемости изменяется от первых единиц до тысяч м²/сут. Наименьшие фильтрационные показатели характерны для экзогенной трещиноватости, наибольшие – для эндогенной и карста. Дебиты родников изменяются также в очень широких пределах от десятых долей до первых сотен л/с. Питание водоносной зоны трещиноватости осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Химический состав подземных вод преимущественно гидрокарбонатный с минерализацией 0,1-0,3 г/л.

Ангаро-Ленский артезианский бассейн на побережье Иркутского водохранилища характеризуется распространением водоносного комплекса четвертичных аллювиальных отложений и водоносного комплекса юрских угленосно-терригенных отложений.

Водоносный комплекс четвертичных аллювиальных отложений (QIV) приурочен к фрагментам третьей надпойменной террасы Иркутского водохранилища. Фрагменты террасы сохранились в виде полуостровов, выдвинутых в сторону акватории на 500-700 м. Подземные воды вскрываются на глубинах от 1,4-3 до 5-8 м. Они имеют напор от 2-3 до 15 м. Водовмещающими породами являются галечники с гравием, мелкими валунами и песчаным заполнителем. Мощность горизонта изменяется от 3-5 до 10-12 м. Фильтрационные характеристики водовмещающих пород неоднородны. Минимальные дебиты в процессе откачек из скважин составляют 0,1-0,07 л/с, а максимальные – 23,0-28,2 л/с. Наибольшая производительность скважин отмечена ближе к основной акватории водохранилища, и меньшая – ближе к заливам.

Сверху водоносный комплекс перекрыт толщей суглинков и глин мощностью до 10-15 м, которая препятствует инфильтрации атмосферных осадков. Подземные воды являются защищенными от проникновения загрязнения с поверхности земли. Питание комплекса осуществляется за счет геофильтрационного потока со склона в условиях подпора. Подземные воды по химическому составу, преимущественно, гидрокарбонатные магниево-кальциевые с минерализацией до 0,4 г/л. Минерализация воды выше, чем в водохранилище.

Водоносный комплекс юрских угленосно-терригенных отложений (J) распространен по склонам водохранилища и слагает цоколь третьей надпойменной террасы. Водовмещающими породами являются песчаники и реже угли. Их разделяют слабопроницаемые (водоупорные) прослои алевролитов и аргиллитов. Наиболее встречаемая мощность интервалов водопритока по скважинам – 9-14 м. Водообильность водовмещающих пород невысокая. Удельные дебиты скважин, как правило, не превышают 1 л/с. Питание подземных вод на склонах происходит за счет атмосферных осадков, в пределах акватории водохранилища – за счет геофильтрационного потока со склонов и перетока из рыхлых четвертичных отложений. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные магниево-кальциевые с минерализацией 0,25-0,45 г/л.

На побережье оз. Байкал в пределах Иркутской области и на берегах Иркутского водохранилища расположено 10 участков Государственной опорной наблюдательной сети, где ведутся наблюдения за режимом подземных вод (Приложение Б.5). В

Приложении Б.6 даны характеристики участков наблюдательной сети. Из десяти пунктов наблюдений за подземными водами в качестве ключевых участков для определения влияния колебаний уровня водоемов на режим подземных вод могут быть использованы 3 пункта, расположенные в береговой зоне водоемов – г. Иркутск, пос. Ангарские Хутора, г. Байкальск.

1.2.1.5 Ландшафты прибрежных территорий

Иркутская область

Ландшафты территории характеризуются различной интенсивностью и направленностью физико-географических процессов, что определяет возможную их динамику в случае изменения гидрологических условий. Анализ ландшафтов прибрежной зоны оз. Байкал (Иркутская область) проведен по ландшафтной карте масштаба 1:500 000. Наибольшее количество участков (Иркутская область), подверженных влиянию колебания уровня воды в озере, сосредоточено на южном побережье оз. Байкал и побережье пролива Малое море.

На южном побережье оз. Байкал (рис. 1.2.3) преобладают подгорные таежные ландшафты возвышенностей темнохвойные кедрово-пихтовые чернично-травяно-моховые с высокотравьем. К северо-востоку от пос. Култук до пос. Бугульдейка доминируют подгорные подтаежные ландшафты склонов южной и юго-восточной экспозиции светлохвойные и мелколиственные, часто разреженные леса вейниково-разнотравные, разнотравно-орляковые; от пос. Култук до устья р. Ангары часто встречаются низкогорные горнотаежные ландшафты крутых обрывистых склонов сосновые и лиственничные редкостойные остепненные литофильные.



Рисунок 1.2.3 – Ландшафты южного побережья оз. Байкал (фрагмент карты «Ландшафты побережья оз. Байкал»)

Обозначения на рисунке 1.2.3:

– Ландшафты южного побережья оз. Байкал: Высокогорные. Горно-таежные редуцированного развития: 1 – выровненных поверхностей водоразделов, верхних и средних частей склонов кедровые и пихтово-кедровые (с лиственницей по склонам северной экспозиции) редкостойные кустарничково-зеленомошные с мелкотравьем (с кедровым стлаником и кашкарой – по склонам северной экспозиции, с баданом по крутым склонам, с кашкарой – по пологим склонам и выровненным поверхностям); 2 – выровненных поверхностей водоразделов, верхних и средних частей склонов пихтовые и кедрово-пихтовые (с елью и кедром по склонам северной экспозиции) кустарничково-зеленомошные (с баданом по крутым склонам, с кедровым стлаником по склонам северной экспозиции) в сочетании с кустарничково-травянистыми и травянистыми по склонам южной экспозиции;

– Среднегорные. Горно-таежные ограниченного развития: 3 – плоских водоразделов и склонов южной экспозиции пихтово-кедровые и кедрово-пихтовые кустарничково-мелкотравно-зеленомошные (иногда мелкотравно-кустарничково-долгомошно-зеленомошные); 4 – преимущественно пологих склонов кедровые и пихтово-кедровые (иногда с примесью ели и лиственницы) кустарничково-зеленомошные с мелкотравьем (кустарничково-долгомошно-зеленомошные с багульником по пологим склонам северной экспозиции); 5 – склонов разной экспозиции и крутизны пихтовые и елово-пихтовые (по крутым склонам – кедрово-пихтовые) кустарничково-зеленомошные (с баданом по крутым склонам, с багульником – по пологим склонам северной экспозиции, мелкотравно-крупнотравно-вейниковые и бруснично-разнотравные с орляком – по склонам южной экспозиции, со сфагновыми мхами в нижних частях склонов);

– Низкогорные. Горнотаежные оптимального развития: 6 – крутых северных склонов, находящихся под влиянием оз. Байкал кедровые, с кедровым стлаником в подлеске; 7 – крутых обрывистых склонов к Байкалу сосновые и лиственничные редкостойные остепненные литофильные; 8 – склонов и водоразделов обезлесенные разнотравно-вейниковые закустаренные со смытой почвой и участками каменистых выходов. Таежные оптимального развития: 9 – предгорных возвышенностей кедрово-пихтовые чернично-травяно-моховые с высокотравьем. Подтаежные: 10 – подгорных равнин злаково-разнотравные луга антропогенного происхождения, в комплексе с березовыми перелесками и осоковыми низинными болотами;

– Межгорных понижений и долин. Таежные ограниченного развития: 11 – долин еловые и лиственнично-еловые смешанно-кустарниковые травяно-зеленомошные и разнотравно-вейниковые. Таежные оптимального развития: 12 – долин болота верховые и

переходные подгорных равнин осоково-сфагновые и кустарничково (багульник, клюква, кассандра)-осоково-сфагновые с рединами из кедра, ели и березы; 13 – долин светлохвойные и темнохвойные с тополем разнотравно-вейниковые влажнотравные закустаренные;

– 14 – населенные пункты.

К северу от р. Бугульдейки до устья р. Анги доминируют низкогорные горнотаежные ландшафты – склоновые низкогорий и возвышенностей сосновые травяные иногда с подлеском из рододендрона даурского остепненные, но появляются подгорные степные ландшафты – террас и шлейфов мелкодерновинно-злаковые литофильные.

В Приольхонье, к северу от устья р. Анги (рис. 1.2.4), широко распространены низкогорные и подгорные степные ландшафты: на участке от устья р. Анги до пролива Ольхонские Ворота – крутых обрывистых склонов разнотравно-типчаковые в сочетании с низкоразнотравными и полынными литофильными, в бухтах проливов Ольхонские Ворота – пологих склонов с участками каменистых россыпей мелкодерновинно-злаковые и разнотравно-типчаковые в сочетании с низкоразнотравными и полынными литофильными, на побережье пролива Малое море до оз. Курма – террас и шлейфов мелкодерновинно-злаковые литофильные. Последние севернее чередуются с низкогорными горно-таежными (склонов низкогорий сосновые травяные иногда с подлеском из рододендрона даурского остепненные), а севернее устья р. Кочерикова – с подгорными подтаежными ландшафтами (склонов южной и юго-восточной экспозиции светлохвойные и мелколиственные, часто разреженные леса вейниково-разнотравные, разнотравно-орляковые).

В Приложении Б.7 приведен полный систематический список ландшафтов побережья оз. Байкал в границах Иркутской области, которые являются «вмещающими ландшафтами», отражающими ландшафтный фон, преобладающий в зонах потенциального влияния колебаний уровня озера. Наиболее уязвимые участки имеют небольшие площади и занимают самые низкие прибрежные местоположения, отличающиеся особым гидрологическим режимом и, как правило, специфическими ландшафтами более низкого иерархического уровня.

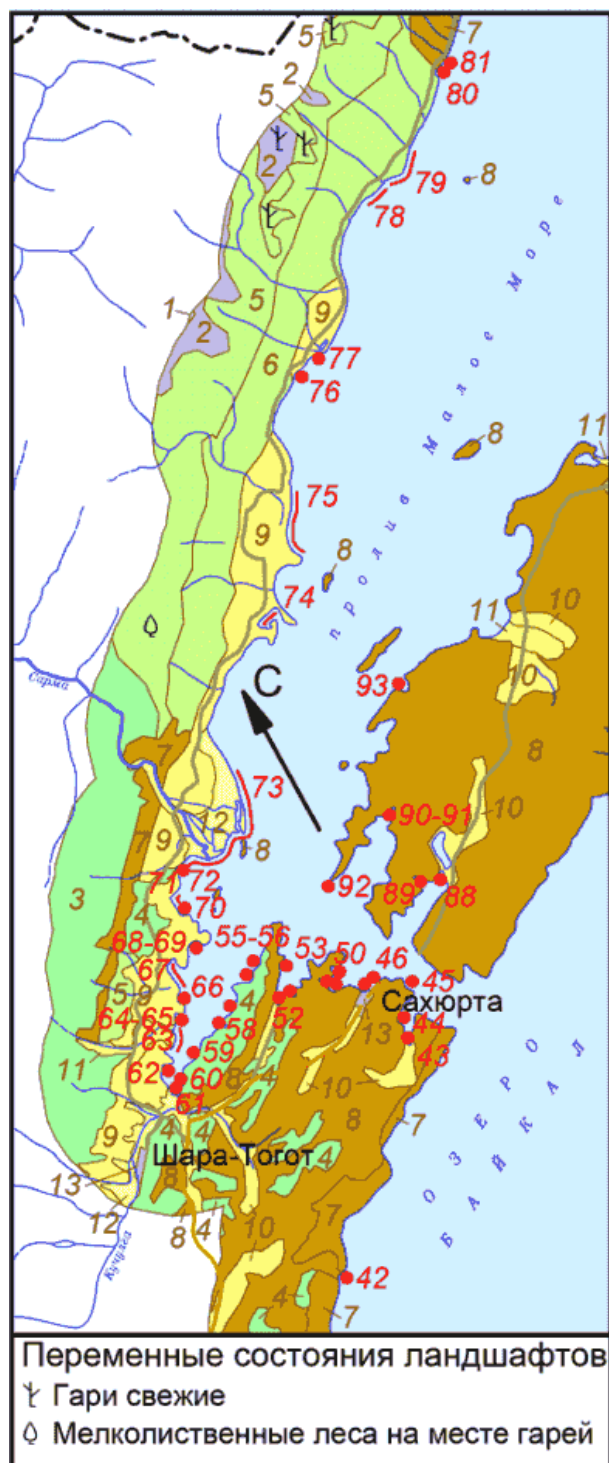


Рисунок 1.2.4 – Ландшафты побережья пролива Малое море (фрагмент карты «Ландшафты побережья оз. Байкал»)

Обозначения на рисунке 1.2.4:

– Ландшафты побережья пролива Малое море: Высокогорные. Подгольцовые: 1 – крутых склонов кустарниковые с кедровым стлаником; 2 – водоразделов и склонов редколесные кедровые и пихтовые с ерником кустарничково-зеленомошные и травяно-кустарничково-лишайниковые;

– Низкогорные. Горнотаежные оптимального развития: 3 – склонов лиственничные с кустарниковым подлеском; 4 – пологих склонов лиственничные редкостойные с редким кустарниковым подлеском злаково-разнотравные в сочетании со степями; 5 – склонов сосновые и лиственнично-сосновые со смешанным подлеском; 6 – склонов низкогорий и возвышенностей сосновые травяные иногда с подлеском из рододендрона даурского остепненные. Степные: 7 – крутых обрывистых склонов разнотравно-типчаковые в сочетании с низкоразнотравными и полынными литофильными; 8 – пологих склонов с участками каменистых россыпей мелкодерновинно-злаковые и разнотравно-типчаковые в сочетании с низкоразнотравными и полынными литофильными;

– Подгорные. Степные: 9 – террас и шлейфов мелкодерновинно-злаковые литофильные; 10 – днищ котловин крупнозлаковые ковыльно-житняковые; 11 – днищ падей мелкодерновинно-злаковые пятнистые в сочетании с галофитно-луговыми;

– Межгорных понижений и долин. Степные: 12 – долин осоково-злаковые лугово-болотные солонцеватые;

– 13 – населенные пункты.

По ландшафтным ситуациям среди них можно выделить: 1) дельты рек Голоустной, Сармы; 2) устья крупных и средних рек (Снежная, Хара-Мурин, Солзан, Безымянная, Култучная, Половинная, Бугульдейка, Анга, Кучелга, Зундук, Глубокая Падь, Кочерикова); 3) бухты; 4) небольшие распадки.

Дельты рек Голоустной и Сармы имеют похожую ландшафтную структуру. Здесь доминируют болота осоковые на торфянистых мерзлотных почвах, контактирующие с лугами злаково-осоковыми (дельта р. Голоустной) на лугово-болотных почвах и степями разнотравно-злаковыми на черноземах выщелоченных.

Ландшафты в устьях малых и средних рек, как правило, являются частью долинных комплексов и не выделяются в отдельную категорию. Так, на южном побережье приустьевые участки долин рек Хара-Мурин, Солзана, Безымянной представлены долинными ландшафтами светлохвойными и темнохвойными с тополем разнотравно-вейниковыми влажнотравными (ива, ольха) пойменного режима. Более сложную структуру имеют долины рек Култучной, Талой, Снежной – приустьевые части долин этих рек заняты разнотравно-злаковыми лугами антропогенного происхождения в комплексе с березовыми перелесками и низинными осоковыми болотами (рис. 1.2.5, 1.2.6).

На западном побережье в распадках господствуют ландшафты хорошо дренируемых днищ падей березово-редкостойные с густым подлеском из душекии разнотравно-злаковые, часто антропогенно-нарушенные. К северу от пос. Бугульдейка в распадках и

приустьевых частях долин малых рек четко прослеживаются процессы остепнения, а к северу от устья р. Анги степные ландшафты доминируют в бухтах и небольших распадках. Здесь наблюдаются ландшафты межгорных понижений и пологих подножий склонов разнотравно-типчаковые на каштановидных супесчаных поверхностно-среднекаменистых почвах, на границе с ним встречаются полевицево-осоковый на лугово-каштановых супесчаных почвах ландшафты.



Рисунок 1.2.5 – Ландшафты в устье р. Снежной

Горнотаежные: 1 – долинные светлохвойные и темнохвойные с тополем разнотравно-вейниковые влажнотравные закустаренные (ива, ольха) пойменного режима. Подгорные и межгорных понижений таежные: 2 – подгорные равнинные по низким водоразделам производные березовые разнотравно-черничные на месте темнохвойных (кедр, пихта, ель) чернично-зеленомошных и мелкотравно-чернично-зеленомошных; 3 – подгорные равнинные злаково-разнотравные луга антропогенного происхождения в комплексе с березовыми перелесками и осоковыми низинными болотами; 4 – болота верховые и переходные подгорных равнин осоково-сфагновые и кустарничково (багульник, клюква, кассандра)-осоково-сфагновые с рединами из кедра, ели и березы; 5 – селитебные



Рисунок 1.2.6 – Ландшафты в устье р. Хара-Мурин

Горнотаежные: 1 – долинные светлохвойные и темнохвойные с тополем разнотравно-вейниковые влажнотравные закустаренные (ива, ольха) пойменного режима. Подгорные и межгорных понижений таежные: 2 – подгорные равнинные по низким водоразделам производные березовые разнотравно-черничные на месте темнохвойных (кедр, пихта, ель) чернично-зеленомошных и мелкотравно-чернично-зеленомошных; 3 – подгорные равнинные злаково-разнотравные луга антропогенного происхождения в комплексе с березовыми перелесками и осоковыми низинными болотами; 4 – подгорные на шлейфах сноса темнохвойные (кедр, пихта, ель) с участием березы разнотравно-черничные; 4а – подгорные на шлейфах сноса производные мелколиственные разнотравно-черничные

Республика Бурятия

Характеристика ландшафтной структуры побережья оз. Байкал на территории Республики Бурятия выполнена на основе карт «Экологического атласа бассейна озера Байкал» [19]. Ниже приводится перечень прибрежных ландшафтов регионального уровня, которые имеют непосредственный контакт с водным зеркалом озера (рис. 1.2.7). Ландшафты расположены в порядке убывания занимаемой ими в пределах Центральной экологической зоны Байкальской природной территории площади, которая может считаться характеристикой типичности/редкости того или иного ландшафта.

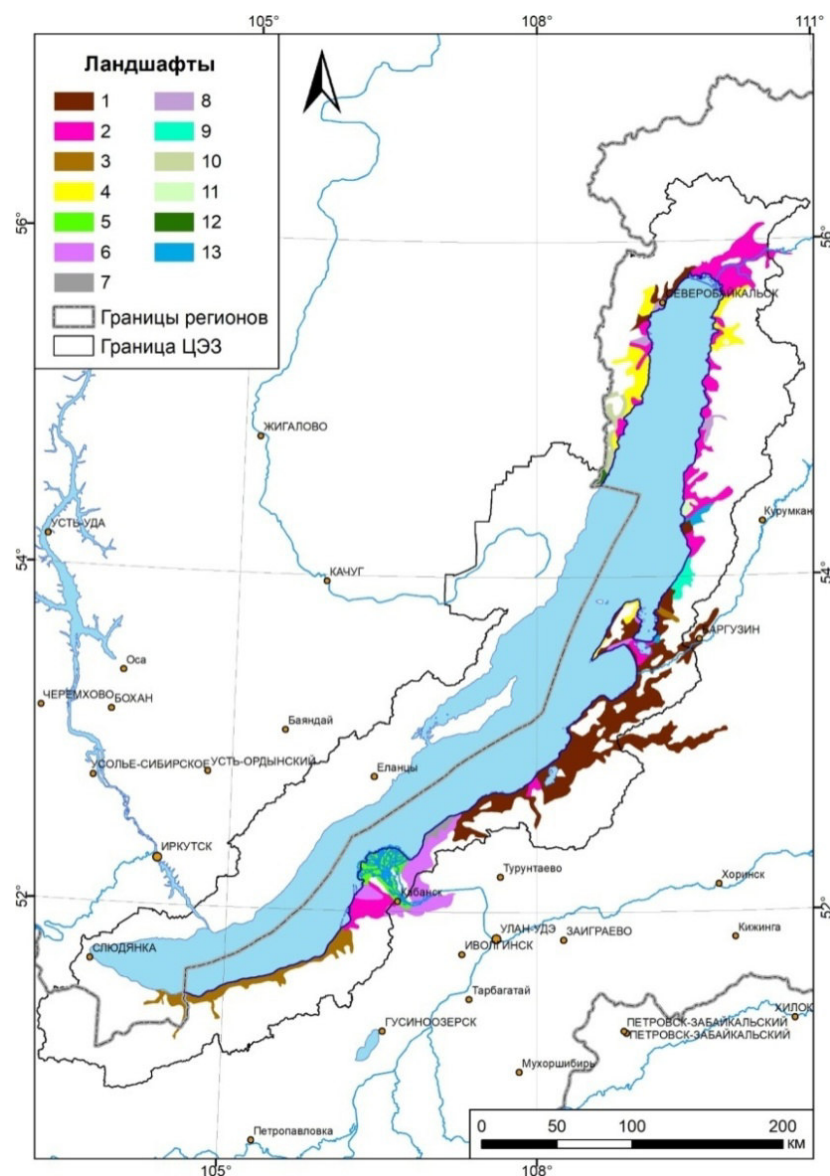


Рисунок 1.2.7 – Ландшафты береговой зоны на территории Республики Бурятия [19].

Легенда: Ландшафты (региональный уровень): 1 – горнотаежные светлохвойные; 2 – межгорных понижений и долин таежные лиственничные условий ограниченного развития; 3 – подгорные, межгорных понижений и долин таежные темнохвойные оптимального развития; 4 – нижнегорные таежные лиственничные условий оптимального развития; 5 – подгорные, межгорных понижений и долин таежные лиственничные условий оптимального развития; 6 – подгорные подтаежные светлохвойные в сочетании с горно-степными; 7 – подгорные подтаежные лиственничные остепненные; 8 – межгорных понижений и долин таежные лиственничные условий редуцированного развития; 9 – нижнегорные таежные условий оптимального развития темнохвойные; 10 – подгольцовые высокогорно-кустарниковые с фрагментами тундр; 11 – среднегорные таежные лиственничные ограниченного развития; 12 – гольцовые тундровые; 13 – среднегорные таежные лиственнично-темнохвойные условий ограниченного развития

Ландшафты первых пяти типов занимают 83,26 % прибрежной длины береговой зоны оз. Байкал в рамках Республики Бурятия. Пространственное распределение ландшафтов вдоль береговой полосы имеет определенные закономерности. На южном побережье оз. Байкал от устья р. Снежная до зал. Посольский Сор господствуют подгорные, межгорных понижений и долин таежные темнохвойные оптимального развития ландшафты.

К северо-востоку на участке от зал. Посольский Сор до устья р. Бол. Сухая ландшафтная структура характеризуется большим разнообразием и контрастностью, здесь происходит смена ландшафтов от таежных лиственничных ограниченного развития через таежные лиственничные оптимального развития (в дельте р. Селенги они представлены ландшафтами заболоченных лугов) к подгорным подтаежным светлохвойным в сочетании с горно-степными и лиственничными остепненными. Такая смена отражает изменение условий тепло- и влагообеспеченности.

Севернее от устья р. Бол.Сухая до п-ова Святой Нос (в районе Морского хребта, Катковской горной гряды и хр.Черная Грива) господствуют горнотаежные светлохвойные (сосновые и лиственнично-сосновые) ландшафты.

Ландшафтная ситуация меняется в сторону контрастности к северу от п-ова Святой Мыс с увеличением абсолютных высот и вертикальной расчлененности рельефа, снижением теплообеспеченности. Здесь чередуются нижнегорные таежные лиственничные условия оптимального развития ландшафты и ландшафты межгорных понижений и долин таежные лиственничные условия ограниченного развития. В межгорных понижениях и долинах отмечаются лиственничные багульниковые с ерниковым подлеском, заболоченные луга в сочетании с болотами и ерниками, сфагновые болота.

Гольцовые тундровые и подгольцовые кустарниковые ландшафты встречаются в прибрежной зоне только на западном побережье в районе Байкальского хребта.

Каждый из ландшафтов регионального уровня на территории Республики Бурятия представлен одним или несколькими ландшафтами топологического уровня. Топологический ландшафтный спектр береговой зоны на территории Республики Бурятия представлен в систематическом списке (Приложение Б.7) [20, 21].

1.2.1.6 Почвенный покров

Исследуемая территория охватывает относительно узкую полосу побережья оз. Байкал, которая находится в зоне влияния колебаний уровня озера. При поднятии уровня оз. Байкал наибольшая площадь территории затопленных и подтопленных земель будет наблюдаться в устьях рек. Ключевые участки на побережье оз. Байкал, наиболее «уязвимые» к колебаниям уровня озера, выбраны в низменных участках устьев рек в районе населенных пунктов Листвянка, Большое Голоустное, Сарма, Байкальск, Северобайкальск, Усть-Баргузин, в дельте р. Селенги, а также на побережье Иркутского водохранилища.

Закономерности пространственного размещения почв на территории сложные, так как высотно-вертикальная зональность накладывается на слабо выраженную широтную зону. Северо-восточная часть территории характеризуется господством в автоморфных условиях подзолов и подбуров со слабодифференцированным профилем. На юго-западном побережье Байкала распространены дерново-подзолистые почвы. Восточный макросклон Приморского хребта, который сильно прижат к Байкалу, отличается большой крутизной и изобилием скалистых утесов. На коренных склонах южного побережья озера с подтемно-хвойными и травяными осиново-березовыми лесами с подростом темнохвойных пород распространены подзолы, буроземы оподзоленные. К выходам мраморов и их дериватов приурочены карболитоземы (перегнойно-) темногумусовые, серогумусовые и темногумусовые почвы (рис. 1.2.8).

В присклоновой части хр. Хамар-Дабан при менее однородных экологических условиях окружающей среды набор почв разнообразен. Среди почв с дифференцированным профилем распространены подзолы, подзолистые и дерново-подзолистые. На северном склоне хр. Хамар-Дабан встречаются подбуры и буроземы грубогумусовые, которые сформировались под темнохвойными лесами (с преобладанием пихты) и мощным снежным покровом, что обеспечивает слабое промерзание почв.

В пониженных элементах рельефа устьев рек южного побережья, где расположен один из основных ключевых участков – г. Байкальск и прилегающая территория (окружение г. Слюдянки и пос. Култук), развиты заболоченные ландшафты с торфяно-криоземами, аллювиальными перегнойно (торфяно)-глеевыми почвами. Встречаются аллювиальные гумусовые (дерновые) и темногумусовые почвы. При поднятии уровня воды озера эти почвы будут подвергаться наибольшему влиянию.

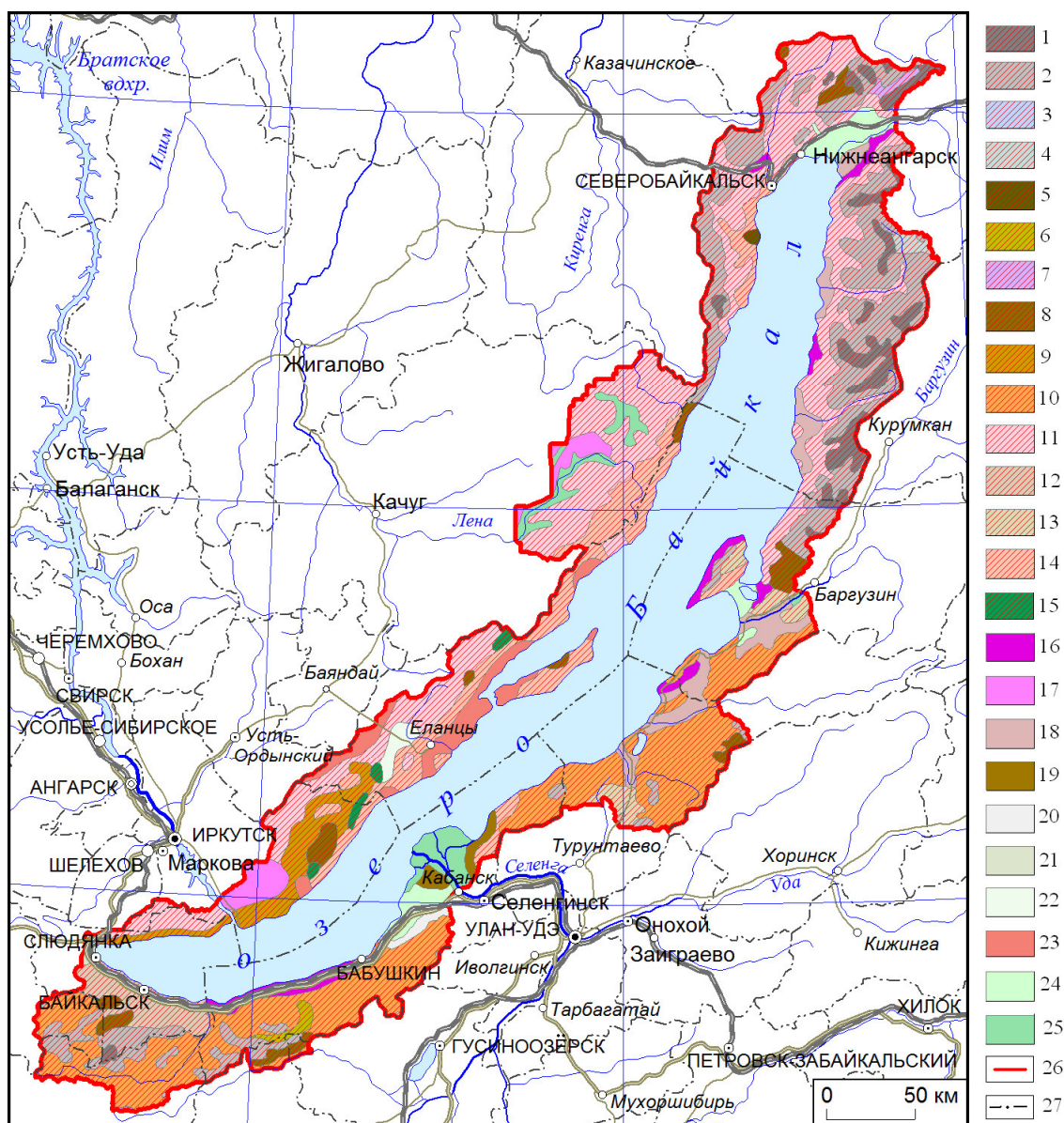


Рисунок 1.2.8 – Почвы центральной экологической зоны БПТ [22].
Условные обозначения в таблице 1.2.2

Таблица 1.2.2 – Легенда к карте «Почвы центральной экологической зоны БПТ»

№ контура на карте	Основные почвы	Сопутствующие (около 15-20 % к площади контура)	Встречающиеся (около 5-10 %)
Почвы горных территорий			
1	литоземы, петроземы	криоземы, подбуры	глеоземы, подзолы
2	литоземы	петроземы	подбуры
3	литоземы грубогумусовые	глеоземы, подбуры	петроземы
4	глеоземы	торфяно-глеоземы	торфяно-литоземы
5	карбо-литоземы темногумусовые	карбо-литоземы перегнойно- темногумусовые	карбо-литоземы перегнойные

№ контура на карте	Основные почвы	Сопутствующие (около 15-20 % к площади контура)	Встречающиеся (около 5-10 %)
6	перегнойно-темногумусовые	перегнойно-криометаморфические	перегнойные
7	торфяно-криоземы	торфяно-подбуры	торфяно-глееземы
8	подбуры грубогумусированные	дерново-подбуры, сухоторфяно-подбуры	буроземы грубогумусовые
9	подбуры оподзоленные	подбуры иллювиально-железистые	подбуры иллювиально-гумусовые
10	подбуры, буроземы грубогумусовые	дерново-подбуры	подзолы
11	подбуры, подзолы	дерново-подзолы	дерново-подбуры
12	буроземы	подбуры	подзолы
13	подбуры и грубогумусовые	дерново-подзолы и буроземы грубогумусовые	подзолы
14	дерново-подбуры	серогумусовые	литоземы серогумусовые и петроземы гумусовые
15	темногумусовые типичные	темногумусовые метаморфизированные	темногумусовые глееватые
Почвы высоких равнин и межгорных понижений			
16	подзолы	дерново-подзолы	подзолистые
17	дерново-подзолистые	подзолистые	дерново-подбуры оподзоленные
18	дерново-подзолы глеевые	дерново-подзолисто-глеевые	дерново-подзолы глееватые
19	дерново-подбуры и дерново-серые	псаммоземы гумусовые	темногумусовые
20	серые метаморфические	дерново-серые	серогумусовые
21	гумусово-гидрометаморфические	темногумусовые	перегнойно-темногумусовые
22	черноземы дисперсно-карбонатные	черноземы гидрометаморфизованные	черноземовидные
23	серогумусовые	темногумусовые, литоземы	каштановые, каштановые гидрометаморфизованные
24	торфяные эутрофные	торфяно-глееземы	перегнойно-глеевые
25	аллювиальные серогумусовые	аллювиальные темногумусовые глеевые, слоистые, перегнойно-глеевые	торфяно-глеевые, торфяно-криоземы глееватые

Почвенный покров ключевых участков в устьях рек и ручьев (Крестовка, Сеннушка и др.) в районе пос. Листвянка в основном представлен аллювиальными перегнойно-глеевыми и торфяно-глеевыми почвами, встречаются аллювиальные гумусовые и

темногумусовые. На склонах и в присклоновой территории распространены дерново-подзолистые и подзолистые почвы.

В сухих степях предгорного рельефа Приольхонья встречаются каштановые и так называемые «каштановидные» почвы [23], которые не распространены в Иркутской области. Формирование сухостепных ландшафтов определено засушливой горной зональностью. На Приольхонском плато сохранился древний «добайкальский» геоморфологический ландшафт с мощным слоем глубоковыветренных пород, сформировавшихся в условиях субтропиков позднемеловой-раннепалеогеновой эпохи. Древний «добайкальский» рельеф сохранился благодаря сухому климату и относительно стабильному положению поверхности Приольхонского тектонического блока, зажатою между Байкальской впадиной и Прибайкальским хребтом. Недостаток атмосферного увлажнения усугубляется высокой водопроницаемостью рыхлого почвенно-грунтового покрова. В структуре почвенного покрова предгорий Приольхонского плато и Приморского хребта доминируют серогумусовые почвы. Каштановидные, каштановые (гидрометаморфизованные) и темногумусовые почвы встречаются в устье рек Сарма, Бугульдейка и Голоустная. В междуречье рек Бугульдейки и Анги также встречаются темногумусовые остаточно-карбонатные, черноземы дисперсно-карбонатные и черноземовидные (гидрометаморфизованные). При поднятии уровня воды озера почвенный покров устьев рек побережья Малого моря, представленный в основном комплексом аллювиальных почв, будет подвергаться наибольшему влиянию.

В почвенном покрове ключевого участка в устье р. Голоустной преобладают аллювиальные темногумусовые, черноземовидные и аллювиальные гумусовые почвы. Встречаются темногумусовые метаморфизованные выщелоченные и серогумусовые метаморфизованные выщелоченные, аллювиальные торфяно-глеевые почвы.

Преобладающими почвами современной дельты р. Селенги с постоянным затоплением паводковыми водами являются слоисто-аллювиальные гумусовые. В почвах с грунтовым увлажнением получают развитие аллювиальные темногумусовые почвы. В пониженных элементах пойменно-дельтового рельефа в условиях постоянного избыточного увлажнения в результате развития процессов торфообразования и глеевого формируются аллювиальные торфяно- и перегнойно-глеевые почвы. Встречаются черноземы на высокой пойме, псаммоземы (гумусовые) на эловых буграх. При поднятии уровня воды озера могут затапливаться пониженные участки пойм пастбищ с плодородными почвами.

В долине р. Баргузин развиты аллювиальные темногумусовые почвы, а при близко залегающей мерзлоте – торфяно-глееземы и аллювиальные (торфяно-) перегнойно-

глеевые почвы. В дельте Верхней Ангары преобладают торфяные эутрофные, торфяно-глееземы и перегнойно-глеевые почвы.

В районе Калтуского массива, Кулиных болот, болот перешейка п-ва Святой Нос, сфагновых болот Ангарского сора (залив в устье В. Ангары) формируются в основном торфяные эутрофные почвы, торфяно-глееземы и встречаются перегнойно-глеевые почвы, торфяно-глееземы и торфяно-криоземы. Приозерные территории в исследуемой зоне заняты темногумусовыми глеевыми и торфяными эутрофными почвами, а в местах впадения в озера – различными комплексами аллювиальных почв [24]. При поднятии уровня воды Байкала территория болотных массивов с малопригодными почвами будет увеличиваться.

Ключевой участок в районе г. Иркутска согласно почвенно-географическому районированию территории [25, 26] входит в равнинную провинцию, высоко-, средне- и низковисотных плато Иркутского амфитеатра Иркутско-Черемховского округа равнин с распространением дерново-подзолистых, подзолисто-глеевых, гумусово-глеевых, перегнойно-глеевых, торфяных эутрофных почв, черноземов, серых и темногумусовых почв. Почвы с перегнойными и торфянистыми горизонтами, а также с повышенным содержанием фракции физической глины, которые встречаются в пониженных элементах рельефа и северных районах города (рис. 1.2.9), могут аккумулировать загрязняющие вещества и препятствовать дальнейшей их миграции в ландшафте, что положительно сказывается на химическом составе поверхностных и грунтовых вод г. Иркутска [27].

При повышении уровня воды Иркутского водохранилища и оз. Байкал будут подтоплены пониженные элементы рельефа в устьевых зонах рек побережья озера с комплексом аллювиальных почв и их антропогенных аналогов в пригородной зоне г. Иркутска. Почвы долин рек наиболее плодородны и характеризуются разнообразием (аллювиальные гумусовые, аллювиальные темногумусовые (глееватые), аллювиальные перегнойно-глеевые, аллювиальные торфяно-глеевые и др.). В условиях пойм рек получили развитие слоисто-аллювиальные (гумусовые) почвы. В пониженных элементах рельефа устьев рек встречаются торфяно-криоземы (глееватые). К антропогенно измененным почвам можно отнести комплекс урбаземов, агроземов, урбо- и агро-почв. В наиболее освоенных районах пригородной зоны Иркутска возможно подтопление почв рекреационных зон и сельскохозяйственных земель.

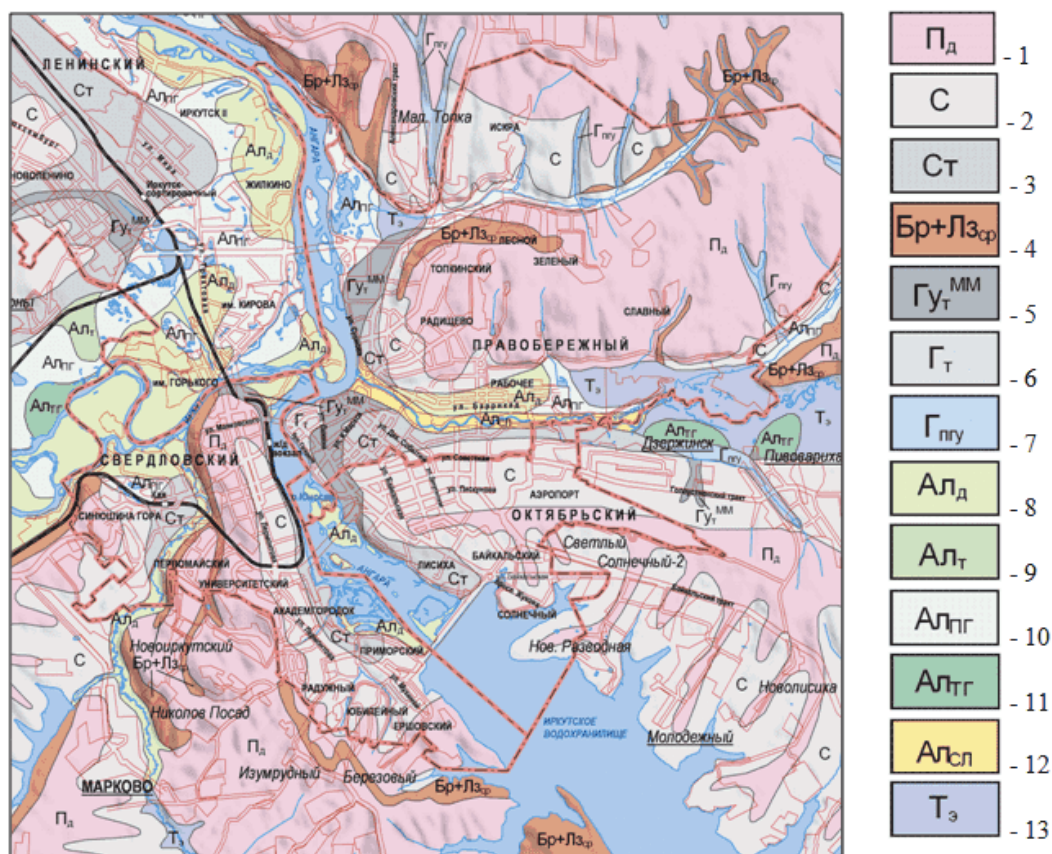


Рисунок 1.2.9 – Почвенно-географическое районирование ключевого участка в районе г. Иркутска

1.2.1.7 Растительность прибрежной зоны озера Байкал

Субширотное расположение оз. Байкал в центре северной части Азии в зоне контакта нескольких крупных физико-географических областей, а также горный рельеф местности выражается в высоком разнообразии растительного покрова, несмотря на относительно невысокое видовое разнообразие лесообразующих пород.

Эдификаторами лесов в прилегающих к побережью районах выступают сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour), пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), ель обыкновенная (*Picea obovata* Ledeb.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), преобладающая в лесах западного и южного побережья и лиственница даурская (*Larix dahurica* Laws.), доминирующая в ценозах восточного берега, непосредственно на побережье Байкала. Сочетание ареалов этих двух видов лиственницы приводит к широкому распространению гибридной породы – лиственницы Чекановского (*Larixczekanowskii*Szafer). Важную роль играют мелколиственные породы – береза (*Betula pendula* Roth, *Betula platyphylla* Sukaczewi др.), осина (*Populus tremula* L.), активно участвующие в сложении древостоя коренных сообществ, а также образующие основную

часть вторичных (производных) лесов на местах гарей и рубок. В составе древостоя горно-долинных лесов преобладают тополь (*Populus suaveolens* Fisch. И *P. laurifolia* Ledeb.), а на севере района – ольха шерстистая (*Alnus hirsuta* (Spach) Turcz. ex Rupr.) и чозения (*Chosenia arbutifolia* (Pall.) A.K. Skvortsov).

Разнообразие растительности отмечается как в прибрежной полосе, так и по всему вертикальному профилю от берега до гольцов. Своеобразие придает явление инверсии, когда на побережье оз. Байкал формируется ложно-подгольцовый пояс с кедровым стлаником и лиственницей, связанный с охлаждающим влиянием озера [28]. На северном побережье озера Байкал кедровый стланик принимает активное участие в сложении лесов нижней части горно-таежного пояса. Отдельные экземпляры кедрового стланика встречаются по всему побережью, за исключением участка, входящего в состав Прибайкальского Национального парка и дельты р. Селенги.

Наибольшую площадь прибрежной территории в пределах Республики Бурятия занимают светлохвойные лиственничные и сосново-лиственничные леса (49,74 %) Южносибирской и Байкало-Джугжурской формации. На бортах Верхнеангарской котловины развиты лиственничные с подлеском из кустарниковых ив осоково-моховые заболоченные леса (9,77 %), на Чивыркуйском перешейке, в окрестностях с. Турка и с. Истомино – сосновые и лиственнично-сосновые бруснично-толокнянковые с пятнами лишайников (9,19 %).

На восточном побережье оз. Байкал в прибрежной части на долю темнохвойных лесов Южносибирской формации приходится 23,66 % площади территории. Состав таежных массивов устойчив, это кедр, ель, пихта, иногда с участием лиственницы сибирской. В составе древостоя отмечены пихтово-кедровые формации (0,62 %) в окрестностях пос. Давша, елово-пихтовые (0,03 %) на Байкальском хребте и тополево-пихтовые (0,64 %) в окрестностях с. Выдрино. Отмечены также антропогенные серии с кедром и пихтой (10,08 %) на п-ове Святой нос. Чистые ельники представлены мало, еловые с лиственницей сообщества (1,06 %) встречаются в окрестностях пос. Давша. (рис. 1.2.10, табл. 1.2.3).

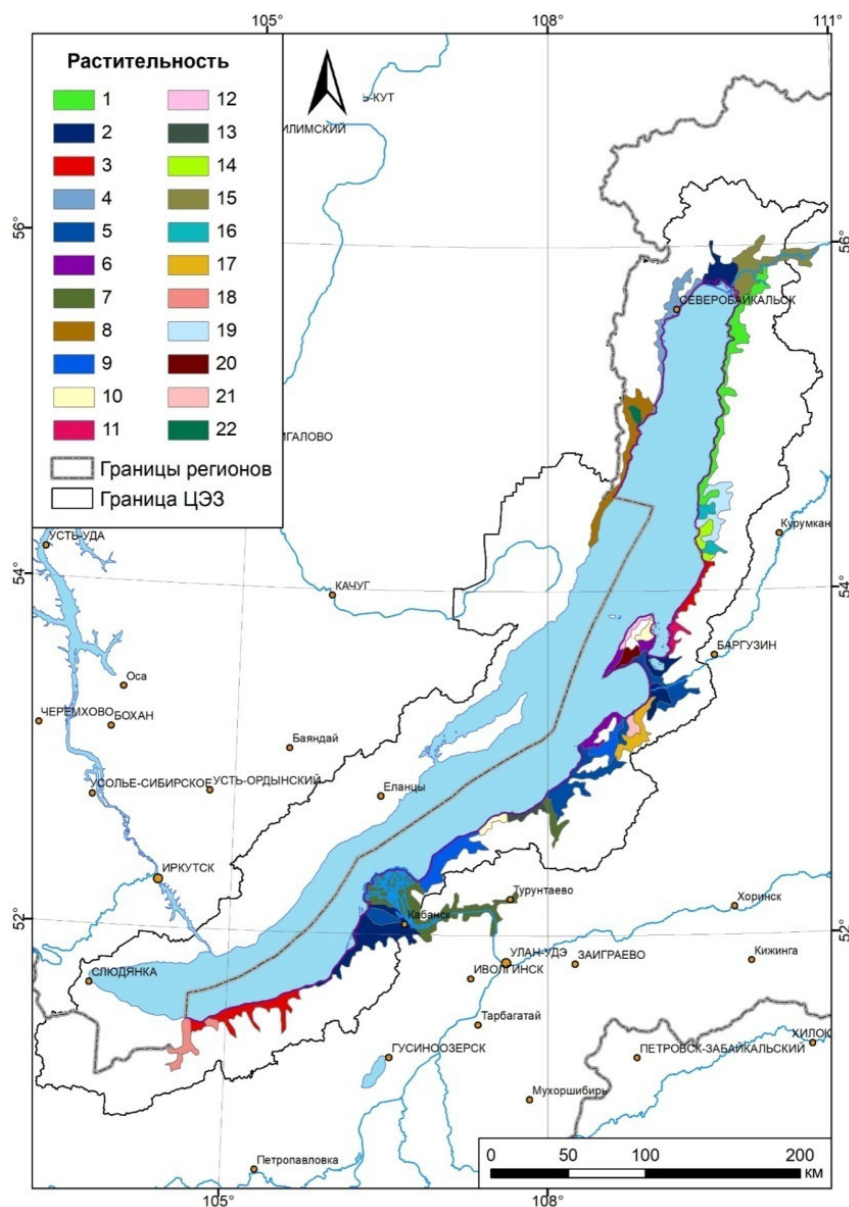


Рисунок 1.2.10 – Растительность береговой зоны на территории Республики Бурятия [19].
1-22 – расшифровка значений легенды – в таблице 1.2.3

Таблица 1.2.3 – Легенда к карте «Растительность береговой зоны на территории Республики Бурятия»

№	Растительность	Протяженность	
		L, км	%
1	Лиственничные, местами редкостойные с подлеском из кедрового стланика (<i>Pinus pumila</i> (Pallas) Regel), багульниково (<i>Ledum palustre</i> L.)-зеленомошные (<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.)Mitt., <i>Polytrichum commune</i> Hedw.) леса в верхних частях лесного пояса на водораздельных поверхностях и каменистых склонах разной крутизны и экспозиций часто на склонах речных долин с суглинистыми каменистыми почвами	158,8	14,45
2	Вейниково-осоковыеиосоково (<i>Carex pseudocuraica</i> Fr.Schmidt, <i>C. wiluica</i> Meinsh., <i>C. enervis</i> С.А.М.)-вейниковые (<i>Calamagrostis langsdorffii</i> Trin.)долинные переувлажненные луга на торфянисто-глеевых мерзлотных почвах, местами в сочетании с зарослями кустарников (<i>Rosa acicularis</i> Lindl., <i>Spiraea salicifolia</i> L., <i>Betula exilis</i> Sukaczew, <i>Salis rosmarinifolia</i> L.) на вершинах прирусловых валов и гривах центральных пойм с супесчаными и суглинистыми почвами	137,1	12,47

№	Растительность	Протяженность	
		Л, км	%
3	Кедрово-еловые с лиственницей, местами пихтово-еловые с душекией и рябиной в подлеске кустарничково (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L., <i>V. myrtillus</i> L., <i>Rubus arcticus</i> L.)-травяно (<i>Linnaea borealis</i> L., <i>Pyrola rotundifolia</i> L., <i>Equisetum palustre</i> L., <i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br., <i>Lusula parviflora</i> (Ehrh.) Desv.)-зеленомошные (<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt., <i>Polytrichum commune</i> Hedw.) леса в нижних частях пологих волнистых склонов теневых экспозиций, межгорных понижениях на склонах кречным долинам суглинистыми и торфянисто-перегнойными мокрыми почвами	112,2	10,21
4	Лиственничные с подлеском из кустарниковых и в (<i>Salix lanata</i> L., <i>S. rosmarinifolia</i> L., <i>S. pyrolifolia</i> Ledeb.) осоково (<i>Carex diandra</i> Schrank, <i>C. meyeriana</i> Kunth, <i>C. capitata</i> L., <i>C. irriqua</i> (Wahlenb.) Hiitonen)-моховые (<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwägr., <i>Sphagnum warnstorffii</i> Russow, <i>Sph. teres</i> (Schimp.) Engstr., <i>Tomenthypnum nitens</i> (Hedw.) Loeske) заболоченные леса в пониженных участках долин с торфянистыми мерзлотными почвами	107,4	9,77
5	Сосновые и лиственнично-сосновые бруснично-толокнянковые (<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Sprengel) с пятнами лишайников (<i>Cladonia alpestris</i> (L.) Rabenh., <i>C. amaurocreae</i> (Flörke) Schaer, <i>Cladonia rangiferina</i> (L.) Web.) леса на пологих песчаных склонах световых экспозиций и выровненных поверхностях с щебнистыми маломощными почвами	101,0	9,19
6	Осиново-березовая с кедром и пихтой чернично-мелкотравно-зеленомошная антропогенная серия	70,2	6,39
7	Осоково-злаковые преимущественно солонцеватые луга (<i>Hordeum brevisubulatum</i> (Trin.) Link., <i>Agrostis mongolica</i> Roshev., <i>Puccinellia tenuiflora</i> (Griseb.) Scribner et Merr.) в котловинах соленых озер, на береговых валах и прирусловых поймах, сложенных наносами крупных фракций в сочетании с осоковыми болотами и ивняками (<i>Salix dahurica</i> Turcz., <i>S. rossica</i> Nas.) в пониженных участках поймы с заболоченными торфянистыми почвами	68,1	6,20
8	Заросли кедрового стланика с единичными деревьями (<i>Larix dahurica</i> Laws., <i>Pinus sibirica</i> Du Tour., <i>Betula lanata</i> (Regel) V.N. Vassil.) на склонах с грубыми каменистыми субстратами и каменисто-щебнистыми несформированными почвами в сочетании с кустарничковыми (<i>Cassiope ericoides</i> (Pall.) D. Don, <i>Ribes fragrans</i> Pall.) и луговыми (<i>Festuca altaica</i> Trin., <i>Dracocephalum grandiflorum</i> L., <i>Aquilegia glandulosa</i> Fisch. ex Link) сообществами в понижениях микрорельефа с горными тундрово-луговыми почвами	67,6	6,15
9	Лиственничные и сосново-лиственничные с подлеском из рододендрона (<i>Rhododendron dauricum</i> L., реже <i>Rh. ledebouri</i> Pojark.) багульниково-бруснично-зеленомошные леса на выровненных поверхностях и склонах разных экспозиций со слабоподзолистыми супесчаными мерзлотными почвами	55,9	5,09
10	Сосново-лиственничная с кедром, пихтой, березой, осинкой чернично-мелкотравно-зеленомошная антропогена ясерия	40,5	3,69
11	Лиственнично-сосновые с подлеском из рододендрона даурского (<i>Rhododendron dahuricum</i> L.) бруснично (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.)-разнотравные (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth, <i>Geranium pseudosibiricum</i> J. Meyer, <i>Viola uniflora</i> L.) леса в верхних и средних частях склонов разных экспозиций со среднеподзолистыми почвами	37,7	3,43
12	Лиственничные с подлеском из рододендрона даурского (<i>Rhododendron dahuricum</i> L.) травяно-бруснично-зеленомошные (<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt., <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L., <i>Carex iljinii</i> V.I. Krecz., <i>C. globularis</i> L., <i>Linnaea borealis</i> L.) леса на выровненных поверхностях, средних и нижних частях склонов и дренированных участках долин с дерново-подзолистыми почвами	35,3	3,21
13	Сосновые и лиственнично-сосновые с подлеском из рододендрона даурского (<i>Rhododendron dauricum</i> L.) и душекии кустарничковой (<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar) травяные (<i>Geum aleppicum</i> Jacq., <i>Crepis praemorsa</i> (L.) Tausch, <i>Euphorbia jensseiensis</i> Baikov., <i>Crepis praemorsa</i> (L.) Tausch, <i>Anemone crinita</i> Juz., <i>Saussurea controversa</i> D.C.) леса на пологих склонах в средних и нижних частях лесного пояса, в межгорных понижениях, и на склонах разных экспозиций к речным долинам с дерновыми слабоподзолистыми почвами	25,2	2,30
14	Лиственничные кустарничково (<i>Vaccinium uliginosum</i> L., <i>Ledum palustre</i> L.)-моховые (<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt., <i>Polytrichum commune</i> Hedw.) леса на слабо заболоченных террасах реки шлейфах склонов с торфянисто-глеевыми аллювиальными мерзлотными почвами	23,5	2,14

№	Растительность	Протяженность	
		Л, км	%
15	Ерниковые (<i>Betula fruticosa</i> Pallas, <i>B. exilis</i> Sukaczew) заросли с отдельными лиственницами (<i>Larix gmelinii</i> (Rupr.) Rupr.) и березами (<i>Betula platyphylla</i> Sukaczew) в долинах и поймах рек и ручьев и пониженных участках с торфянистыми почвами в сочетании с травяными болотами в низких поймах и осоково-вейниковыми лугами по берегам рек, прирусловыми валами на пологих склонах к речным долинам с суглинистыми влажными почвами	16,4	1,50
16	Еловые с лиственницей, местами с тополем (<i>Populus suaveolens</i> Fischer, <i>P. laurifolia</i> Ledeb.) травяно (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth, <i>C. langsдорffii</i> (Link) Trin., <i>Delfinium elatum</i> L., <i>Viola uniflora</i> L., <i>Viciacracca</i> L., <i>Orthilia secunda</i> L. Garcke., <i>Sanguisorba officinalis</i> L.)-кустарничковые (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L., <i>V. uliginosum</i> L.) леса в заболоченных долинах ручьев и рек с торфяно-болотными глубоко промерзающими почвами	11,6	1,06
17	Кедровые с лиственницей (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.), местами с пихтой и елью кустарничково (<i>Vaccinium myrtillus</i> L., <i>Ledum palustre</i> L.)-травяно (<i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Tritsch, <i>Carex iljinii</i> V. Krecz., местами с крупнотравьем)-зеленомошные леса на пологих склонах теневых экспозиций, седловинах, межгорных понижениях с мерзлотно-таежными торфянисто-глеевыми и торфянисто-слабоподзолистыми почвами	11,2	1,02
18	Тополево (<i>Populus suaveolens</i> Fischer)-пихтовые селю крупнотравные (<i>Solidago dahurica</i> Kitag., <i>Calamagrostis obtusata</i> Trin., <i>Hieracium umbellatum</i> L., <i>Agrostis stolonifera</i> L.) леса вдоль рек по русловым отложениям, в падах, широких вогнутых котловинах с мощными супесчано-перегнойными почвами	7,0	0,64
19	Пихтово-кедровые селю чернично-мелкотравно (<i>Mitella nuda</i> L., <i>Trientalis europaea</i> L., <i>Stellaria bungeana</i> Fenzl.)-зеленомошные (<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt., <i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hegw.) DeNot.), местами с баданом (<i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Fritsch) леса на выпуклых поверхностях и крутых каменистых склонах с маломощными хрящевато-суглинистыми увлажненными почвами	6,8	0,62
20	Травяно (<i>Calamagrostis lapponica</i> (Wahlenb.) Hartm., <i>Carex globularis</i> L., <i>C. ensifolia</i> Turcz. ex V.I. Krecz., <i>Hierochloa alpina</i> (Sw.) Roem. et Schult.)-лишайниковые (<i>Cladonia alpestris</i> (L.) Rabench., <i>C. sylvatica</i> (L.) Hoffm., <i>C. rangiferina</i> (L.) Web.) сухие тундры в средних и нижних частях гольцового пояса и в подгольцах на склонах и россыпях с мелкоземистыми оторфованными субстратами в сочетании с кустарничково (<i>Empetrum sibiricum</i> V.N. Vassil, <i>Cassiope ericoides</i> (Pallas) D.Don.)-кладониевыми тундрами и участками кобрезиевых (<i>Kobresia myosuroides</i> (Vill.) Fiori) пустошей и высокогорных типчаковых (<i>Festuca lenensis</i> Drob.) степей на плоских вершинах и пологих вогнутых склонах с горными тундрово-луговыми почвами	3,1	0,28
21	Лиственничные с подлеском из рододендрона мелколистного (<i>Rhododendron parvifolium</i> Adams) и березки круглолистной (<i>Betula rotundifolia</i> Spach)-травяно (<i>Pedicularis verticillata</i> L., <i>Delfinium crassifolium</i> Schrad. ex Spreng., <i>Carex amgunensis</i> F. Schmidt)-моховые (<i>Rhytidium rugosum</i> (Hedw.) Kindb) леса на выровненных поверхностях, довольно крутых склонах световых экспозиций и на склонах горных долин с дерново-карбонатными выщелоченными почвами	1,7	0,16
22	Пихтовые и елово-пихтовые редколесья, местами с березой шерстистой (<i>Betula lanata</i> (Regel) V.N. Vassil.), с золотистым рододендроном (<i>Rhododendron aureum</i> Georgi) и кедровым стлаником (<i>Pinus pumila</i> (Pall.) Regel) высокотравные (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn., <i>Dryopteris fragrans</i> (L.) Schott, <i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth, <i>Anemone baicalensis</i> Turcz., <i>Bupleurum multinerve</i> DC.) по каменистым склонам с горными подзолистыми хрящевато-супесчаными маломощными почвами в сочетании с участками субальпийских лугов (<i>Geranium krylovii</i> Tzvelev, <i>Aconitum baicalense</i> Turcz. ex Rapaics, <i>Carex aterrima</i> Hoppe) в прирусловых местообитаниях с горными тундрово-луговыми почвами	0,3	0,03

Мелколиственные леса в современном растительном покрове побережья озера занимают одну из лидирующих позиций. Связано это, главным образом, с активным и длительным антропогенным влиянием на природные системы района. Наиболее распространены березовые леса из березы повислой (*Betula pendula*) и плосколистной (*B.*

platyphilla) в нижних частях долин. Осиновые сообщества, распространенные по всей территории, не образуют ценозов, занимающих значительные площади, и встречаются обычно лишь ограниченными сообществами в составе березовых и осиново-березовых лесов, где занимают влажные и более теплые местообитания. Наиболее типичны осиновые кустарниковые травяные сообщества с хорошо развитым травостоем в широких речных долинах.

Луга на территории исследования распространены повсеместно, но значительных площадей не образуют. Ерники, болота и луга Байкало-Джугджурской и Среднесибирской формаций распространены на 20,17 % площади прибрежной зоны. Наибольшие площади лугов сосредоточены в долине и устье р. Селенги (6,2 %), где образуют пестрые комплексы со степными и кустарниковыми сообществами. Также заболоченные осоковые луга имеются в устье р. Верхняя Ангара (1,5 %).

На берегах Байкала степи наиболее хорошо выражены в средней части западного побережья и на о. Ольхон. Отдельными сообществами встречаются на южных склонах Баргузинского хребта, где в значительном количестве к степным видам примешиваются луговые и таежные растения. На восточном побережье нередки формации песчаных степей, характерные для эоловых форм рельефа.

Болота, широко распространенные в регионе, приурочены обычно к устьям крупных рек, низменностям междуречий, заторфованным дельтам. Наибольшие массивы болот сосредоточены в предгорьях хр. Хамар-Дабан. Растительный покров обычно представлен пушицево-подбелово-сфагновым покровом с участием шейхцериево-сфагновыми мочажинами и редким сосновым или березовым покровом и участием кустарников – ив и кустарниковых видов берез.

Территория характеризуется обилием эндемиков, находящихся под федеральной охраной. Большинство из них узколокальные, с концентрацией редких видов, в том числе реликтов третичного периода, местообитания которых приурочены к высокоспецифичным легко нарушаемым экотопам. Наиболее уязвимы к колебаниям уровня оз. Байкал эндемики, местообитанием которых являются пески береговой зоны и прибойная песчаная полоса на восточном побережье оз. Байкал (*Craniospermum subvillosum* Lehm., *Deschampsia turczaninowii* Litv., *Corispermum ulopterum* Fenzl., *Astragalus sericeocanus* Gontsch.).

Таким образом, наибольшее воздействие колебаний уровня озера Байкал может сказаться на прибрежных местообитаниях, прежде всего, в границах Республики Бурятия, представленных устьями рек (В. Ангара, Томпуда, Черемшанка, Бол. Дулан, Селенга, Бол. Речка, Снежная), прибрежными озерами (Духовое, Мал. Духовое, Слюдянское) и

пологими прибрежными местообитаниями из песчаных кос (перешеек п-ва Святой Нос, м. Мужинай, Бол. Коса) и др.

Лесная растительность побережий оз. Байкал (Иркутская область) и Иркутского водохранилища согласно [29] представлена горно-таежными южносибирскими формациями (кедрово-пихтовыми и кедровыми с подлеском из рододендрона золотистого (*Rhododendron aureum*), местами кустарничково-зеленомошными с мелкотравьем, мелколиственными с кедром и пихтой кустарничково-зеленомошными), южносибирскими подгорно-котловинными (лиственничными и сосново-лиственничными разнотравными, местами с остепненными травяными лиственничниками и участками степей), подтаежными среднесибирскими (сосновыми и лиственнично-сосновыми с подлеском из рододендрона (*Rhododendron aureum*) и душекии (*Duschekia fruticosa*) кустарничково-травяные леса в сочетании со злаково-разнотравными лесами на сухих песчаных террасах, орляково-крупнотравными на склонах и багульниково-голубичными в нижних частях склонов и по берегам рек). На западном побережье острова Ольхон и на побережье оз. Байкал в районе р. Куркут господствуют настоящие разнотравно-злаковые, злаково-разнотравные и злаковые степи, местами с караганой (*Caragana microphylla*, *C. Stenophylla*), со змеевковыми сообществами, фрагментами многокорешковой степи, зарослями кустарников (*Armeniaca sibirica*, *Ulmus japonica*, *Salix gordejewii*). На подтопление или затопление негативно реагирует значительная часть лесных фитоценозов.

Почти все рассматриваемые леса находятся на землях лесного фонда и особо охраняемых природных территорий (ФГБУ «Заповедное Прибайкалье») и являются защитными. На территории земель лесного фонда прибрежные леса находятся в составе защитных категорий лесов:

1) в лесничестве «Ангарское» в составе защитной категории – «леса, расположенные в 1 и 2 поясах зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения», «нерестоохраняемые полосы лесов»;

2) в лесничестве «Иркутское» – «запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов», «зеленые зоны, лесопарки» (в нижнем бьефе);

3) в Слюдянском лесничестве – «леса, расположенные в водоохраняемых зонах» (незначительно), «защитные полосы лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог и пр.», «зеленых зон» (природный парк «Утулик-Бабха»);

4) в Ольхонском лесничестве – «запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов», «нерестоохраняемые полосы лесов».

Леса находятся в достаточно узкой, на большей ее части затапливаемой (подтапливаемой), береговой полосе. Предварительное краткое описание ключевых участков побережья оз. Байкал и Иркутского водохранилища выполнено по дешифрованным крупномасштабным снимкам разных лет. Породный состав, возраст и полнота древостоев лесорастительных комплексов, а также характер иных природных растительных комплексов определены экспертным путем по прямым и косвенным дешифровочным признакам. Визуально относительная полнота древостоев определена по степени сомкнутости древесного полога (лесоводственная). Древостои с высокой сомкнутостью полога соответствуют высокополнотным насаждениям (0,8 и более), средней сомкнутостью – среднеполнотным (0,6-0,7), с низкой сомкнутостью – низкополнотным (0,3-0,4), редины (с полнотой менее 0,3).

Леса левого берега Иркутского водохранилища (от истока р. Ангары) практически на всем протяжении береговой линии располагаются в непосредственной близости от уреза воды. Произрастают (в районе рек Малолетней, Гробихи, Подорвихи, Аланки, Холодной, Шалихи, Змеиной и др.) преимущественно сосновые с участием березы и осины древостои, средневозрастные и спелые с полнотой 0,7-0,8, фрагментарно на заболоченных участках – с полнотой 0,4-0,6. Поймы и притеррасные участки рек, впадающих в Ангару, представлены болотно-луговыми комплексами, фрагментарно с зарослями кустарников.

В районе рек Петелихи, Сенной, Ола, Курмы и др. береговая линия р. Ангары, как и поймы впадающих рек, сильно заболочены на большой площади (особенно у рек Ола, Курмы, Средней Хеи), что свидетельствует о длительном и интенсивном процессе подтопления этих участков.

В районах рек Черемушки, Косачевой, Правой Хеи, Курминского залива, Большого Калея, Малого Калея сосновые и сосново-лиственничные с небольшим участием березы древостои преимущественно спелые и перестойные с высокой сомкнутостью полога (полнота 0,7-0,8) произрастают у самой береговой линии, имеются болотно-луговые и луговые комплексы. В районе Курминского залива и залива Малый Калей в прибрежной зоне имеются большие участки сгоревшего леса. В районах залива Картакой и рек Картакойчик, Семенова береговая часть занята болотно-луговыми комплексами. Лес, представленный сосновыми с небольшим участием березы с полнотой 0,7-0,8 древостоями, произрастает практически у самого уреза воды.

В районе пос. Новогрудино, пос. Падь Мельничная в береговой части имеются участки погибших лесов (от пожаров и от подтопления). В прибрежной части оконечности

залива Фалеевский имеются обширные площади заболоченных земель, уходящих на несколько сотен метров вглубь берега.

Погибшие по разным причинам древостои наблюдаются в районе заливов Ершовский и Зыбун. Относительно небольшие участки сосновых с березой лесов перемежаются здесь с луговыми и лугово-болотными комплексами.

Правый берег Иркутского водохранилища (от истока р. Ангары). Для правого берега характерны сосновые с участием березы и осины леса со средневозрастными и спелыми древостоями полнотой 0,5-0,7 участки. Поймы и притеррасные участки, впадающих в р. Ангару рек (Косая Никулиха, Щеглова, Черная, Тальца, Тарыгина, Малая Грязнуха, Бурдугуз и др.) представлены в основном луговыми и незначительно лугово-болотными комплексами с кустарником. Все древостои на свободных от застройки участках расположены на самом берегу р. Ангары. В районе 38-39 км от истока р. Ангары (падь и залив Долганиха и др.) наблюдается подтопление лугово-болотных, местами с кустарником, участков береговой линии расположенного здесь старичного озера (космоснимок от 29.08.2021).

На 44 км от истока р. Ангары (залив Узкий) береговая линия представлена болотно-луговыми с кустарником растительными комплексами, глубоко врезающимися в виде «конуса» в прибрежную территорию и окаймляющими находящееся в 90-100 м от берега старичное озеро. По обеим сторонам этого заболоченного участка, вплоть до самого берега, произрастают разновозрастные, высокополнотные, сосновые с редким участием березы и осины древостои. Далее по береговой линии наблюдается погибший лес (причина не выяснена), участки лугово-болотных комплексов. От 45 км до г. Иркутска вдоль береговой линии отмечаются лишь небольшие участки сохранившихся лесов, доминирует луговая, реже лугово-болотная растительность. Часть этих лесов также погибшие (падь Барабанщикова, Веселуха, Дьячкова, пос. Солнечный берег, п-ов и залив Чертугеевские).

Иркутский район (от пади Крестовая на северо-восток до границы Иркутской области с Республикой Бурятия). Наиболее уязвимыми участками береговой зоны на этой территории являются участки широких устьевых зон рек (Голоустная, Бугульдейка, Анга, Сарма), отдельных бухт (Заворотная, Базарная) и заливов (Покойники, Нуга, Зундукский, Шалба-Даин-Ятор, Тутайский, Мухор, Куркутский), а также обширные озерно-болотные прибрежные комплексы (оз. Кулгана, оз. Зама, мыс Зундук, мыс Ото-Хушун, оз. Сурхайтор-Нур, оз. Курма). Леса здесь в основном удалены от берега и представлены сосново-лиственничными с кедром разновозрастными и разнополнотными древостоями.

На склонах юго-восточных экспозиций, обращенных к озеру, они в основном представлены низко и среднеполотными насаждениями, рединами.

Остров Ольхон. Древесно-кустарниковая растительность присутствует в северной и северо-восточной части о. Ольхон и представлена преимущественно темнохвойными высоко- и среднеполотными древостоями (кедр, пихта) с участием лиственницы. Для лесной древесно-кустарниковой растительности острова Ольхон поднятие уровня воды в озере не представляет серьезной опасности за счет нахождения ее на высоких и удаленных от берега участках.

Ольхонский район (береговая линия от устья р. Бугульдейки). Характерной чертой береговой полосы побережья озера Байкал в пределах Ольхонского района является преобладание степных формаций, чередующихся с болотно-луговыми и озерно-болотными комплексами. Лесная растительность на побережье представлена малочисленными и фрагментарными, в основном средневозрастными и спелыми, сосново-лиственничными древостоями с кедром, рединами или даже единичными деревьями. В поймах ряда рек, впадающих в Байкал, и озер наблюдаются значительные заросли кустарников, иногда с единичными древостоями, среди луговых и болотно-луговых комплексов (северо-запад Хужир-Нугайского залива, р. Сарма, оз. Курма, м. Улан-Ханский, залив Кодовый, р. Кочерикова, бух. Заворотная).

Слюдянский район (от устья р. Снежной на северо-запад). Характерной чертой участка береговой зоны от р. Снежной и далее на северо-запад по побережью (около 34 км) является наличие луговых и лугово-болотных комплексов с кустарником и отдельно стоящими деревьями, и участками более удаленных от берега сосново-лиственничных с березой разреженных, преимущественно, средневозрастных древостоев. Далее (от 34 км) в береговой зоне присутствуют небольшие участки сосново-лиственничного леса, а с 79 км доминируют лугово-болотные комплексы.

При более детальном анализе влияния изменения уровня озера на состояние растительности прибрежной полосы озера Байкал (со стороны Иркутской области) важно отметить, что помимо прямого воздействия – затопления местообитаний или поднятия уровня вод в соровых озерах (рис. 1.2.11), отмечается косвенное влияние в результате поднятия уровня грунтовых вод, которое приведет к усыханию древостоев на пониженных прибрежных местообитаниях.



Рисунок 1.2.11 – Остатки древостоя, погибшего в результате подъема уровня сорového озера после строительства Иркутской ГЭС

В случае обратной ситуации – при понижении уровня озера и снижении уровня грунтовых вод – произойдет пересыхание мелководных участков сорových озер, приближение границы лесов к берегу озера и изменение видового состава гигрофильных сообществ, в которых сосредоточено значительное количество видов, внесенных в Красную книгу Иркутской области (Приложение Б.7).

Кроме этого, понижение уровня воды в сорových озерах может вызвать осушение торфяных отложений, накопленных в них, что создаст пожароопасные ситуации и возможность выгорания верхнего слоя дерна и травостоя, создающую дополнительную угрозу местообитаниям охраняемых видов, которые могли пережить неблагоприятные условия в виде семян или вегетативных органов.

Наибольшее воздействие колебаний уровня озера Байкал может сказаться на прибрежных местообитаниях, представленных устьями рек, прибрежными озерами и пологими прибрежными территориями песчаных кос и т.п., которые требуют особого внимания и ведения мониторинга. Ключевые участки находятся в устьях рек притоков оз. Байкал – Анги, Голоустной, Култучной, Кучелги, Сармы, Снежной (с озером Тыклинским) и устьях притоков Иркутского водохранилища – Большой, Бурдаковки, Каролок, Курмы. Кроме этого, «уязвимыми» к колебаниям уровня оз. Байкал являются прибрежные участки в районе мысов Зундук и Арал, а также территории, прилегающие к озерам Ханхой, Курма и Зама. На всех отмеченных участках произрастают охраняемые виды растений, вследствие чего изучение влияния колебаний уровня оз. Байкал и

Иркутского водохранилища имеет значение для сохранения биоразнообразия видов и сообществ в регионе.

В зависимости от береговых геоморфологических условий (перепад высот), состава субстрата (галечник, песок, суглинок и т.д.), и продолжительности застоя вод, изменение состава растительного покрова может несколько различаться по конкретным местоположениям.

Согласно литературным данным, в современный период непосредственно в самом озере и в прибрежно-соровой зоне обитает около 80 видов высших водных растений [30]. На открытых участках побережья озера встречается всего несколько видов: рдесты, урути, фонтиналис, ряска тройчатая, шелковник расходящийся и заносный вид – элодея канадская, другие виды отмечены только в укрытых местообитаниях [30].

В закрытых от прямого воздействия водных масс озера соровых озерах и закрытых заливах на мелководьях на песчаных илах развиваются заросли из тростника южного, по мере нарастания глубины зачастую наблюдается поясность из постепенно сменяющихся с увеличением глубины ценозов из болотницы болотной с манником трехцветковым сменяются персикарией земноводной и нимфейником щитолистным, которые в свою очередь заменяются сообществами из рдеста пронзеннолистного, урути колосистой и сибирской, с участием элодеи канадской, ряски тройчатой, персикарии земноводной, шелковника расходящегося и др. видов. Более конкретные результаты распределения растительных сообществ на пониженных участках будут получены после проведения натуральных полевых исследований с созданием крупномасштабных карт растительности.

По фондовым материалам Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН были составлены предварительные карты современной структуры растительного покрова на ключевые участки: для озера Байкал – устье р. Сармы и устье р. Курмы на Иркутском водохранилище (рис. 1.2.12, 1.2.13).

Таким образом, побережье оз. Байкал отличается высоким разнообразием растительности, ее сложной структурой, а также наличием эндемичных видов растений, занесенных в Красную книгу. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что значительные колебания уровня озера Байкал могут повлиять на изменение структуры сообществ, а также повлиять на снижение численности охраняемых видов флоры в околководных и водных сообществах прибрежных местообитаний, что может привести к снижению биоразнообразия экосистемы озера Байкал.

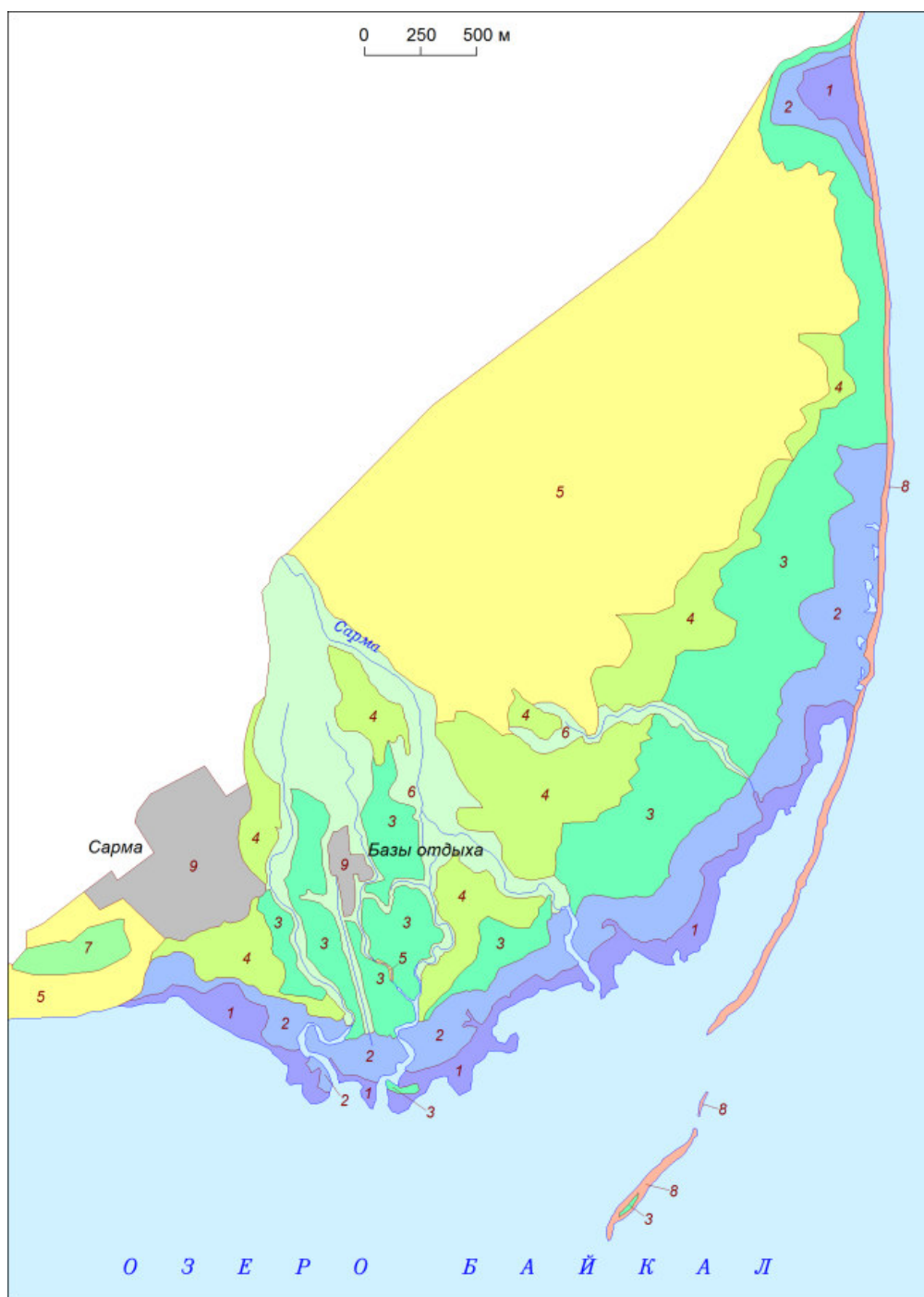


Рисунок 1.2.12 – Карта растительности устья р. Сармы.

Условные обозначения (легенда карты растительности устья р. Сарма (м-б 1:10 000): 1 – гидрофильные сообщества (существующие в воде или при постоянном избыточном увлажнении); 2 – гигрофильные сообщества (почти постоянное избыточное увлажнение, кратковременные сухие периоды); 3 – луговые сообщества; 4 – лугово-степные сообщества; 5 – степь; 6 – кустарниковые заросли; 7 – лесные ценозы; 8 – галечниковые косы с редким травяным покровом; 9 – селитебные территории

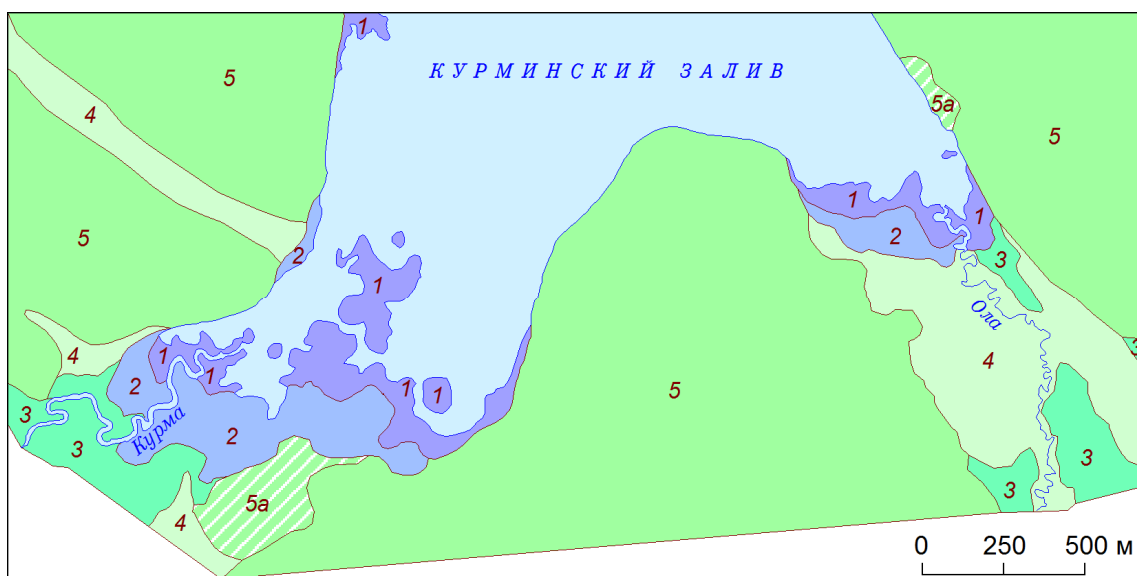


Рисунок 1.2.13 – Карта растительности устья р. Курмы.

Условные обозначения (легенда карты устья Курмы (м-б 1:10 000): 1 – гидрофильные сообщества (существующие в воде или при постоянном избыточном увлажнении); 2 – гигрофильные сообщества (почти постоянное избыточное увлажнение, кратковременные сухие периоды); 3 – лугово-болотные сообщества; 4 – кустарниковые заросли; 5 – лесные ценозы; 5а – нарушенные леса

1.2.1.8 Животный мир

Фауна позвоночных животных Центральной экологической зоны Байкальской природной территории является уникальной в силу своеобразного географического положения и отличается высоким видовым богатством, а подчас и самобытностью фаунистических комплексов. В настоящее время в районе исследований отмечено более 380 видов позвоночных животных, из которых 61 вид включен в Красную книгу Иркутской области и 18 видов – в Красную книгу Российской Федерации (табл. 1.2.4).

При всей многочисленности фаунистических работ, сведений о состоянии конкретных видов или популяций очень мало, а работы по влиянию гидрологического режима практически отсутствуют.

Таблица 1.2.4 – Характеристика видового разнообразия позвоночных животных ЦЭЗ БПТ

Позвоночные животные	Количество видов		В том числе		
	в Байкальском регионе	в ЦЭЗ БПТ (Иркутская область)	эндемики	чужеродные	включенные в Красную книгу Иркутской обл. / РФ
Амфибии	6	5	-	-	1 / 0
Рептилии	8	6	-	-	1 / 0
Птицы	376	>300	-	~12	47 / 17
Млекопитающие	106	70	2	6	12 / 1
Всего	588	~381	2	~18	61 / 18

Примечание. Прочерк – представителей в этих группах животных не отмечено

Восточное (в пределах Иркутской области) и юго-западное побережья Байкала характеризуются сложным рельефом, отсутствием мелководных заливов и обширных дельтовых участков рек, что неблагоприятно сказывается на обитании околородных и водоплавающих птиц. Чаще всего здесь гнездятся одиночные особи нырковых уток, крохалей, чаек и куликов. Отсутствие точных сведений не позволяет провести анализ этих территорий. Единственной более или менее изученной территорией восточного побережья являются окрестности г. Байкальска.

Отсутствие мелководных заливов с прибрежной кустарниково-травянистой растительностью снижает возможности гнездования здесь большинства околородных видов птиц. Во время сезонных миграций отмечено более 30 видов птиц, ведущих околородный образ жизни, из них достоверно гнездятся в прибрежной зоне: чирок-свистунок *A. crecca*, кряква *Anas platyrhynchos*, хохлатая чернеть *Aythya fuligula*, малый зуек *Charadrius dubius*, перевозчик *Actitis hypoleucos*, бекас *Gallinago gallinago*. Массовые скопления водоплавающих птиц отмечаются во время сезонных миграций и на удалении от побережья на 50 и более метров, что может быть связано с браконьерским отстрелом с берега. В это время отмечаются большая поганка *Podiceps cristatus*, большая выпь *Botaurus stellaris*, черный аист *Ciconia nigra*, лебедь-кликун *Cygnus cygnus*, кряква *Anas platyrhynchos*, шилохвость *Anas acuta*, каменушка *Histrionicus histrionicus*, огарь *Tadorna ferruginea*, скопа *Pandion haliaetus*, серый журавль *Grus grus*, фифи *Tringa glareola*, азиатский бекас *Gallinago stenura*, дальневосточный кроншнеп *Numenius madagascariensis*, монгольская чайка *Larus mongolicus* и пр. [31, 32].

По обобщенным данным фауна млекопитающих ключевого участка может включать более 20 видов [31, 33]. Структура населения его довольно однотипна. К фоновым доминирующим видам в сообществах мелких млекопитающих прибрежных лесов можно отнести среднюю *Sorex caecutiens* и обыкновенную бурозубок *S. araneus*, красную *Myodes rutilus* и красно-серую *Craseomys rufocanus* полевок, восточноазиатскую мышь *Apodemus peninsulae*, к редким можно отнести лесного лемминга *Myopus shisticolor*, лесную мышовку *Sicistabetulina* и крошечную бурозубку *Sorex minutissimus*. В составе лугово-болотно-кустарникового типа населения, занимающего открытые местообитания в долинах рек, преобладают бурозубки – тундряная *Sorex tundrensis*, малая *S. minutus* и средняя *S. caecutiens*. Среди грызунов доминирует полевка-экономка *Microtus oeconomus*. Из хищников характерно участие ласки *Mustela nivalis*, колонка *M. sibirica*, а местами горностая *M. erminea*. Околородный фаунистический комплекс рек Харлахты и Солзана немногочислен и довольно беден. По берегам рек встречаются тундряная бурозубка *S. tundrensis*, водяная полевка *Arvicola amphibious*, обыкновенная кутора *Neomys fodiens*.

Пресмыкающиеся на исследуемой территории представлены только живородящей ящерицей *Lacerta vivipara*. Основные местообитания ящериц приурочены к хорошо прогреваемым склонам с разреженной растительностью, а также к долинам рек Большая Осиновка и Солзан. Численность популяций, видимо, не высокая. Из земноводных в долинах рек, а также вблизи отстойников возможно обитание сибирского углозуба *Salamandrella keyserlingi* и сибирской лягушки *Rana amurensis* [31].

Обширные заболоченные пространства озерно-болотного комплекса рек Похабихи и Талая (участок от м. Шаманский до пос. Култук) являются единственным местом на южном побережье Байкала, где отмечаются сезонные скопления околоводных птиц. Специфические природные условия участка, смягчающие местный микроклимат, приводят к раннему появлению многих мигрирующих видов птиц. Уже с конца марта – начала апреля здесь появляются огарь *Tadorna ferruginea*, свиязь *Anas acuta*, кряква *A. platyrhynchos*, чирок-свистунок *A. crecca*, песочники *Calidris sp.*, турухтан *Philomachus pugnax*, чибис *Vanellus vanellus*, чайки *Larus sp.*, а осенняя миграция может растянуться до конца ноября. В разное время здесь были отмечены горный гусь *Anser indicus*, сухонос *Cygnus cygnus*, серый *Grus grus* и черный *G. monacha* журавли, стерх *G. leucogeranus*, красавка *Anthropoides virgo*, шилоклювка *Recurvirostra avosetta*, длиннопалый песочник *Calidris subminuta*, зимородок *Alcedo atthis* [34].

Население млекопитающих не превышает 8-10 видов [33], на открытых влажных полянах оно представлено бурозубками (тундряная *S. tundrensis* и средняя *S. caecutiens*) и полевкой-экономкой *Microtus oeconomus*, изредка появляется ласка *Mustela nivalis*. По берегам рек Похабихи и Талой встречаются норы водяной полевки *Arvicola amphibious* и хатки ондатры *Ondatra zibethicus*, возможны встречи обыкновенной куторы *Neomysfodiens*.

Герпетофауна озерно-болотного комплекса весьма бедная и представлена многочисленной сибирской лягушкой *Rana amurensis*, возможны единичные находки сибирского углозуба *Salamandrella keyserlingi*. Успешность размножения земноводных зависит от стабильного гидрологического режима, повышение уровня после откладки икры приводит к значительному снижению процента успешного появления потомства, снижение же уровня приводит к пересыханию икры.

Исток р. Ангары является уникальным объектом природы, где ежегодно зимуют несколько тысяч уток. Создание водохранилища привело к сокращению открытого водного зеркала с 10-15 км до 3-4 км и поставило само существование полыньи в зависимость от режима работы Иркутской ГЭС [35]. Основную массу зимнего населения составляют обыкновенный гоголь *Vucephala clangula* – до 20000-25000 особей, большой

крохаль *Mergus merganser* – 200-400 особей, морянка *Clangula hyemalis* – 100-200 особей, периодически встречаются в небольшом количестве длинноносый крохаль *Mergus serrator*, луток *Mergellus albellus*, хохлатая чернеть *Aythya fuligula*, кряква *Anas platyrhynchos* [36, 37].

Дельта реки Голоустной, образующая сложную систему протоков с заболоченными кочкарниковыми лугами, характеризуется высоким разнообразием околоводных видов птиц, здесь отмечено более 60 видов птиц, ведущих околоводный образ жизни [38]. Из пластинчатоклювых наиболее заметными в орнитонаселении являются гнездящиеся: большой *M. merganser* и длинноносый *M. serrator* крохали, хохлатая чернеть *A. fuligula* и кряква *A. platyrhynchos*, а также широконоски *A. clypeata*, горбоносый турпан *Melanitta deglandi*, огарь *T. ferruginea* и обыкновенный гоголь *Vucephala clangula*, которые гнездятся нерегулярно. Общая численность гнездящихся утиных, видимо, не превышает 60-80 пар. Большинство видов куликов встречаются в дельте и на побережье только во время сезонных миграций, а гнездятся лишь только несколько пар малого зуйка *Charadrius dubius* и перевозчика *Actitis hypoleucos*, изредка – бекас *Gallinago gallinago* и чибис *Vanellus vanellus*. Среди чаек обычны озерная *Larus ridibundus*, сизая *L. canus* и монгольская *L. mongolicus*, но лишь последняя гнездится в небольшом количестве. Из других околоводных птиц отмечены встречи большого баклана *Phalacrocorax carbo*, черного аиста *Ciconia nigra*, серой цапли *Ardea cinerea*, красавки *Anthropoides virgo*, лебедя-кликуна *Cygnus cygnus* и прочих изредка встречающихся или летующих видов.

Земноводные дельты Голоустной представлены только сибирской лягушкой *R. amurensis* [39], успешность размножения которой во многом зависит от сохранности небольших временных водоемов в отрицательных формах рельефа, подпитываемых осадками и паводками.

Население млекопитающих степных прибрежных участков представлено длиннохвостым сусликом и узкочерепной полевкой, по сырым и закочкареным лугам встречаются полевка-экономка *M. Oeconotus* и тундряная бурозубка *S. tundrensis*, по берегам протоков и в дельте реки обитают водяная полевка *Ar. amphibious* и ондатра *Ondatra zibethicus*.

Прибрежные экосистемы пролива Малого моря характеризуются сниженной гнездопригодной емкостью и низкой кормовой базой для многих околоводных видов птиц, но в то же время условия гнездования водоплавающих видов на всех островах относительно стабильные, так как роль колебаний уровня воды здесь минимальна [40]. В отличие от восточного побережья, дельты рек не образуют крупных заболоченных территорий, острова и заливы, как правило, незакустарены и без густого травянистого

покрова. Растущая рекреационная нагрузка в большинстве заливов приводит к вытеснению гнездящихся птиц, распугиванию в гнездовой период и прямому истреблению кладок.

Основу гнездящихся утиных составляют: хохлатая чернеть *A. fuligula*, кряква *A. platyrhynchos*, горбоносый турпан *M. deglandi*, огарь *T. ferruginea*, большой *M. merganser* и длинноносый *M. serrator* крохали, их общая гнездовая численность редко превышает 250-350 пар. Во время сезонных миграций кроме вышеперечисленных видов встречаются в массе гоголь *B. clangula*, чирок-трескунок *Anas querquedula* и чирок-свистунок *A. crecca*, широконоска *A. clypeata*, красноголовый нырок *Aythya ferina*, свиязь *Anas acuta*. Местные экосистемы играют важную роль во время сезонных миграций более 20 видов куликов (фифи *Tringa glareola*, пепельный улит *Heteroscelus brevipes*, перевозчик *Actitis hypoleucos*, песочники *Calidris* sp., бекасы *Gallinago* sp., кроншнепы *Numenius* sp. и пр.), но на гнездовании отмечены лишь малый зук *Charadrius dubius*, перевозчик *Actitis hypoleucos*, изредка – длиннопалый песочник *Calidris subminuta*. После продолжительного отсутствия с 2007 г. на островах Малого моря появился большой баклан *Phalacrocorax carbo*, чья численность стремительно растет и в последние годы достигла 1700-1800 особей [41]. В то же время в последние годы отмечается сокращение некогда массового вида – монгольской чайки *Larus mongolicus*, с 3000-3500 пар до нескольких сотен пар [42, 43], что связано с сокращением кормовой базы, на которой в свою очередь, видимо, сказались значительные колебания уровня Байкала.

Млекопитающие прибрежных экосистем представлены типичными степными видами: длиннохвостым сусликом и узкочерепной полевкой, на материковом побережье могут быть встречи даурского хомячка *Cricetulus barabensis*. На сырых и заболоченных лугах доминируют тундряная бурозубка *S. tundrensis* и полевка-экономка *M. oeconomus*, в дельте р. Сармы широко распространена водяная полевка *Ar. amphibious*, встречается редкая и малочисленная кутора *N. fodiens*. Териофауна островов бедная и представлена 2-3 видами грызунов – ольхонская полевка *Alticola olchonensis*, полевка-экономка *M. oeconomus*, красно-серая полевка, иногда заходит обыкновенная лисица *Vulpes vulpes*. На острове Ольхон отмечено 20 видов млекопитающих, но в прибрежной зоне встречается 6-8 видов [44].

В мелких, хорошо прогреваемых заливах побережья и в некоторых заливах о. Ольхон обитает монгольская жаба *Bufo raddei*, чья успешность размножения во многом зависит от колебания уровня воды. На остепненных участках побережья и бухты Загли (о. Ольхон) сохранились малочисленные популяции узорчатого полоза *Elaphe dione*. Оба

вида испытывают значительный антропогенный пресс и сокращение типичных местообитаний в прибрежной зоне Малого моря [39, 45].

1.2.1.9 Ключевые участки побережья, наиболее уязвимые к колебаниям уровня воды в оз. Байкал

Республика Бурятия

Большая часть участков, наиболее уязвимых к колебаниям уровня воды оз. Байкал, находится на территории Республики Бурятия. Протяженность береговой линии оз. Байкал в пределах территории Республики Бурятия составляет более 1000 км, в связи с чем при изучении влияния колебаний уровня воды на ландшафты прибрежной территории, целесообразно использовать метод ключевых участков. При этом следует учитывать, что окружающие оз. Байкал природные комплексы уникальны, а потому выбор отдельных конкретных участков должен обеспечивать комплексную оценку наиболее уязвимых ландшафтов территории. Таким образом, при выборе учтены: 1) потенциальный риск подтопления (осушения) при колебаниях уровня воды в оз. Байкал; 2) особенности геологического строения и рельефа, определяющие своеобразие, отличие данного участка побережья от других территорий; 3) наличие уникальных природных объектов, редких и исчезающих видов флоры и фауны, включая ихтиофауну и гидробионтов; 4) ландшафтное разнообразие; 5) особый природоохранный статус территории.

Предлагаемые ключевые участки на побережье Южной котловины оз. Байкал:

- участок побережья между с. Выдрино и устьевой частью р. Переёмная входит в геомы подгорных, межгорных понижений и долин таежные темнохвойные оптимального развития, преимущественно с пихто-кедровыми травяно-зеленомошными (с крупнотравьем) и травяными лесами [19]. Район характеризуется достаточно интенсивным воздействием ветроволновой деятельности озера Байкал, наличием мест абразионной и гравитационной деструкцией берегов, изношенных берегоукрепительных сооружений;

- участок побережья между пос. Боярский и заливом Посольский Сор относится к тому же типу ландшафта. Район характеризуется наличием абразионного берега, покрытого лесной растительностью, подверженного интенсивному разрушению в период штормов;

- побережье залива Посольский Сор, включая песчаную косу, входит в геомы межгорных понижений и долин таежные лиственничные условий редуцированного развития [19] и вдоль залива, и к северу расширяясь долинные озерно-лугово-болотные, подтопляемые и дельтовые, в сочетании с луговыми, окаймляющими озера [46]. Район

является примером сочетания уникальных водных и прибрежных экосистем, а также традиционным местом отдыха населения. Здесь обнаружены места произрастания редких и исчезающих видов растений, гнездования перелетных и водоплавающих птиц, представлены болотные экосистемы. Залив является местом разведения искусственно инкубируемой посольской популяции омуля;

- дельта р. Селенги занимает геомы подгорные, межгорных понижений и долин таежные лиственничные условий оптимального развития [19] и внутренних дельт болотные с кустраниково-осоково-моховым покровом в сочетании с осоковыми лугами и сосновыми лесами [46]. Весь данный район является примером сочетания природных комплексов уникальных водно-болотных угодий, а территория имеет важное экосистемное значение для всего оз. Байкал. Особый статус дельты р. Селенги закреплен в Рамсарской конвенции.

Предлагаемые ключевые участки на побережье Средней котловины оз. Байкал:

- побережье залива Провал (северная часть) входит в те же геомы. Представляет собой сочетание уникальных водно-болотных ландшафтов с местами гнездования редких птиц. Отличается относительно небольшим возрастом прибрежных природных комплексов, так как залив образовался немногим более 150 лет назад;

- район с. Сухая относится к подгорным подтаежным лиственничным остепненным ландшафтам [19] и предгорно-котловинным разнотравно-злаковым и разнотравным, в сочетании с березово-лиственничными лесами и длительнопроизводными лугами, на месте антропогенно преобразованных подтаежных подгорных геосистем [46]. Район отличается пониженным рельефом и заболоченностью прибрежных территорий. Наличие выраженного берегового вала, сложенного песчано-галечниковым материалом, предопределяет возможность его переработки волноприбойной деятельностью при высоком уровне воды в оз. Байкал с последующим подтоплением прилегающих территории в отдельных местах. Интересен с точки зрения наблюдения геоморфологических процессов на побережье;

- участок побережья в районе губы Таланка относится к горнотаежным светлохвойным ландшафтам [19] и днищ котловин на озерных песках боровые лишайниковые, нередко с подлеском из родендрона даурского олиготрофно-ксеро-мезофитного режима [46]. Характеризуется наличием уникальных водно-болотных угодий с местами гнездования редких и исчезающих видов птиц, наличием аккумулятивных берегов с пляжем полного профиля, где можно наблюдать влияние абразионных процессов на прибрежные территории. Кроме того, район недостаточно изучен;

- участки побережий в районах мысов Гремячинск, Песчаный, Бученкова относятся к ландшафтам межгорных понижений и долин таежным лиственничным условий ограниченного развития [19] и крутосклоновым светлохвойным травяно-кустарниковым, с преобладанием в подлеске родендрона даурского, иногда остепненным [46]. Характеризуются проявлением абразионной деятельности с уничтожением лесной древесной и травяной растительности;

- участок побережья в районе бухты Безымьянная относится к горнотаежным светлохвойным ландшафтам [19] днищ котловин на озерных песках боровым лишайниковым, нередко с подлеском из родендрона даурского олиготрофно-ксеро-мезофитного режима [46]. Отличается наличием уникальных прибрежных ландшафтов с эоловым рельефом;

- участок побережья в районе с. Максимиха относится к тому же типу ландшафта. Отличается наличием интересных сочетаний прибрежных природных комплексов и водно-болотных ландшафтов устьевой части долины р. Максимихи. На данном участке представлены разные типы пляжа и активно выражены абразионные процессы. Кроме того, здесь имеются участки техногенного берега с защитными сооружениями, археологические памятники на побережье, места гнездования редких видов птиц и др.;

- побережье Байкала в районе устья р. Баргузин относится к тому же типу ландшафта. Прибрежные ландшафты территории выделяются наличием эоловых форм рельефа (абразионно-эоловый подтип берега) на участке протяженностью не менее 3 км, а также аккумулятивного берега с пляжем полного профиля. Район интересен с точки зрения выявления влияния динамики уровня воды в оз. Байкал на прибрежные эоловые ландшафты;

- Чивыркуйский перешеек относится к ландшафтам горнотаежным светлохвойным и межгорных понижений и долин таежным лиственничным условий редуцированного развития [19], также [46] он относится к днищам котловин на озерных песках боровые лишайниковые, нередко с подлеском из родендрона даурского олиготрофно-ксеро-мезофитного режима. Район отличается пониженным рельефом, заболоченностью, наличием уникальных ландшафтов, содовых озер, мест обитания и гнездования редких видов орнитофауны и представляет несомненный интерес. В 2021 г. из-за увеличения уровня воды в озере сухопутная часть перешейка местами перемывалась волнами в период штормов.

Все ключевые участки побережья северной котловины оз. Байкал относятся к ландшафтам межгорных понижений и долин таежным лиственничным условий редуцированного развития [19] и горнокотловинным таежным влажных и холодных

условий инверсионного, криогидроморфного и озерно-прибрежного проявления, долинным ерниковым травяным зарослям, в сочетании с пойменными болотно-лугово-кустарниковыми сериями [46]:

- архипелаг Ушканьи острова. Интересен с точки зрения влияния колебаний уровня воды в оз. Байкал на экосистему лежбища байкальской нерпы;

- коса Ярки. Этот район наиболее уязвим с точки зрения активизации абразионных процессов при повышении уровня оз. Байкал. Ярки определяют особенности водообмена между Ангарским сором и оз. Байкал;

- объединённая дельта рек Верхняя Ангара и Кичера с заливом Ангарский Сор. Отличается уникальными водно-болотными ландшафтами с местами обитания и гнездования редких и исчезающих видов орнитофауны.

В целом около 70 % протяжённости береговой зоны оз. Байкал в пределах территории Республики Бурятия отличается преобладанием подверженных активным абразионным процессам берегов, из них лишь 1/3 являются структурно-абразионными, где разрушительное воздействие волн возможно лишь в долгосрочной перспективе. Не менее 500 км побережья оз. Байкал в пределах территории Республики Бурятия – это участки, где в условиях повышения уровня воды в оз. Байкал абразионные процессы приводят к усиленной переработке берега с последующей аккумуляцией материала в прибрежной зоне пляжей. Зачастую при этом происходит гибель прибрежной лесной растительности, меняется морфологический облик побережья. В тех частях побережья, где аккумулятивные процессы преобладают над разрушением берегов в силу особенностей рельефа и геологического строения, повышение уровня воды в озере выражается в переработке пляжей, уменьшению их протяженности и площадей, смыву песка, размыву кос в устьях рек и сорах.

Иркутская область

Ключевые участки побережья, уязвимые к колебаниям озера Байкал и Иркутского водохранилища в границах Иркутской области охватывают части берега, подверженные абразионным процессам, устьевые системы притоков и небольшие, самые пониженные прибрежные территории, характеризующиеся специфическими и уникальными ландшафтными условиями и биоразнообразием. Перечни ключевых участков по уязвимости различных ландшафтных компонентов к колебаниям уровней водоемов представлены в тексте. Выбор ключевых участков по устойчивости береговой зоны к абразионным процессам на Иркутском водохранилище и на р. Ангаре в нижнем бьефе ГЭС представлены в тексте. Характеристика абразионно опасных участков берега оз. Байкал в границах Иркутской области дана в Приложении Б.1.

Природные компоненты прибрежных экосистем исследуемой территории разнообразны и в значительной степени являются уникальными как средообразующие и водоохранные комплексы, как ландшафты, имеющие в составе редкие виды флоры и фауны и характеризующиеся высокими уровнями природоохранного и рекреационного потенциалов. Комплексная характеристика природных условий свидетельствует о необходимости тщательного анализа всех факторов, оказывающих влияние на природные компоненты в результате колебаний уровня воды в водоемах. Особое внимание должно быть уделено гидролого-геоморфологическим, в частности, экзогенным и гидрогеологическим процессам в береговой зоне, а также редким и краснокнижным представителям флоры и фауны.

1.2.2 Характеристика водных биологических ресурсов

1.2.2.1 Междисциплинарная характеристика прибрежной зоны озера Байкал до и после строительства Иркутской ГЭС

1.2.2.1.1 Состояние сообществ прибрежной зоны до зарегулирования стока и в период заполнения Иркутского водохранилища (1958-1962 гг.)

Фитопланктон

Сборы проб фитопланктона проводились круглогодично в районе пос. Б. Коты в 1,5-2 км от берега над глубиной 500-700 м с разных глубин до 500 м. Было показано, что в открытом Байкале особенно большое значение из планктонных водорослей имеют *Melosira baicalensis*, *M. binderana*, *Cyclotella baicalensis*, *C. minuta*, а также виды рода *Synedra*. Также в Байкале были обнаружены новые и не отмечавшиеся ранее массовые виды фитопланктона из перидиний *Gimnodinium*, *Glenodinium*, а также из зеленых жгутоносцев.

Исследования 1946-1951 гг. показали, что ход сезонных изменений в фитопланктоне оз. Байкал в разные годы может иметь резко выраженные различия в качественном составе и, особенно, в обилии массовых форм.

Melosira baicalensis. За указанные выше годы эта водоросль закономерно появлялась в зоне фотосинтеза в подледный период жизни Байкала в марте или даже ранее (февраль). Развитие сначала идет в самых верхних слоях воды подо льдом, затем распространяется все глубже, и к концу апреля мелозира обнаруживается уже в слое от поверхности до 40-50 м глубины, позднее же погружается в более глубокие слои. Затухание развития в разные годы падает на разные сроки. В 1948 г. уже в начале апреля обнаружилось уменьшение клеток мелозеры в зоне фотосинтеза. Наибольшее количество ее клеток (до 500 в 1 л) в фотической зоне в 1948 г. было обнаружено во второй декаде марта, в апреле

оно снизилось вдвое, а затем упало до сотни клеток в литре. Летом она почти полностью выпала из планктона. В 1949 г. *M. baicalensis* появилась в крайне малом количестве весной, затем почти исчезла, но в значительном количестве появилась осенью (октябрь, декабрь). Максимальный сырой вес мелозеры за 1947-1949 гг. в зоне фотосинтеза не превышал 5-10 мг в 1 м³, а в слое 0-50 м под 1 м² – 0,5-0,6 г. Совсем другая картина развития мелозеры наблюдалась в 1950 г. Появившись в верхнем слое воды (0-10 м), как и в другие годы, в марте, она необычайной интенсивностью стала размножаться. В апреле количество ее клеток в среднем на слой 0-50 м достигало уже 123000 в 1 л, в мае в слое 0-50 м в среднем 400000, что соответствует 20 млрд клеток под 1 м² в слое 0-50 м, весом приблизительно в 130 г (2,6 г/м³). Лишь в июне количество мелозеры в зоне фотосинтеза начинает уменьшаться, и затем она постепенно исчезает из планктона. Летом в придонных слоях Байкала она скопилась в громадных количествах. Даже пробы дночерпателя обнаруживали хорошо выраженный слой отмершей мелозеры на поверхности ила. В 1951 г. *M. baicalensis* опять была представлена крайне бедно в течение всего года. Таким образом, в 1947-1949 гг., а также в 1951 г., *M. baicalensis* развивалась крайне слабо в водах Байкала, максимальные количества ее выражались всего лишь в сотнях тысяч клеток в 1 м³ в зоне фотосинтеза, весом не более 5-10 мг и лишь в 1950 г. сырой вес ее биомассы в период максимума в слое 0-50 м достигал 2,5-3 г/1 м³, а число клеток в 1 м³ в зоне фотосинтеза доходило до тысячи миллионов. *M. binderana* в 1947-1951 гг. была представлена в водах Байкала в очень незначительных количествах. Появляется она в зоне фотосинтеза так же, как и *M. Baicalensis*, в марте. Но в 1946 г., как показало изучение планктонных проб, *M. binderana* была весной представлена очень богато и лишь в конце весны она начала уступать свое место *M. baicalensis*, представленной в 1946 г., по-видимому, также в большом количестве.

Cyclotella baicalensis. Появляется в верхних слоях воды в марте, максимум ее развития приходится на май. За годы 1947-1950 *C. baicalensis* богаче всего была представлена в 1948 и 1949 гг. В 1949 г. максимальное количество клеток циклотеллы наблюдалось в апреле – мае и доходило до 1 млн кл./м³. В конце мая и в июне размножение *C. baicalensis* приостановилось, количество ее в зоне фотосинтеза сильно уменьшилось и все лето стояло на очень низком уровне. Кроме *C. baicalensis*, в Байкале обычна *C. minuta*, которая обычно встречается вместе с типичной формой, иногда в течение всего года. В 1948 г. она в большом количестве появилась осенью (250 млн кл./м³ в слое 0-50 м). В 1949 г. она встречалась в значительном количестве в течение всей зимы с максимумом весной (в мае), а затем осенью с максимумом в сентябре-ноябре. В 1950 г. эта форма появилась в крайне малом количестве лишь весной, осенью же практически не

появлялась. Максимальное общее количество клеток циклотеллы в 1948 г. доходило в октябре до 6 тыс. кл./л, а в 1949 г. – до 855 кл./л. Максимальная биомасса циклотеллы даже в наиболее урожайные годы не превышала 1-16 мг/м³, причем весной преимущественно за счет *C. baicalensis*, а осенью – *C. minuta*. В 1950 г. весной циклотелла почти совсем не появлялась.

Synedra ulna и *S. acus* были значительно представлены в 1947 и 1950 гг. В другие годы они отмечены в ничтожном количестве.

Другие весенние формы водорослей за годы наших наблюдений ни разу не развивались в таком массовом количестве, как мелозира. Удельный вес их в биомассе всегда был очень невелик. Исключение составляли лишь перидинеи из родов *Gymnodinium* и *Glenodinium*. Наблюдения над живым планктоном в 1950-1951 гг. показали, что в марте сначала в самых верхних слоях воды у льда, а затем и в более глубоких горизонтах, появляются перидинеи и в особенности *Gymnodinium* в громадном количестве. Вода подо льдом приобретает от них буро-желтый оттенок, и на поверхности воды в прорубях явно заметны полосы буро-желтой мути, состоящей почти сплошь из клеток *Gymnodinium*. Особого обилия они достигают в апреле–начале мая. Так, в 1950 г. в апреле число клеток *Gymnodinium* доходило на 0 м до 1500 тыс./л. С глубиной количество их уменьшается, но все же они встречаются в апреле-мае до глубины 50-100 м и даже глубже. Весной 1951 г. наблюдалось такое же обилие перидиней. В 1951 г. весной наряду с перидиниями были обнаружены значительные количества зеленых жгутиконосцев. Весенние формы фитопланктона сменяются летними формами, в конце июля и в августе в планктоне появляются сине-зеленые *Anabaena*, *Gloetrichia*, в сентябре – *Dinobryon*. Но в разные годы эти формы появляются в разных количествах. Так, в 1950 г. *Dinobryon* в районе пос. Бол. Коты не был отмечен совсем, в 1948 г. он был представлен в крайне малом числе, зато в 1949 г. число его клеток доходило в сентябре до 360 тыс./м³ в зоне фотосинтеза. В 1948 г. совсем не наблюдалось в районе Б. Котов развития синезеленых.

Таким образом, резкие колебания урожая наблюдаются у *M. baicalensis*, вызывающей в некоторые годы настоящее «цветение» воды и резкое понижение ее прозрачности в весенний период (с марта по июнь), в другие же годы почти полностью выпадающей из планктона. Обильные урожаи водорослей должны иметь громадное значение в круговороте веществ в Байкале и отразиться на развитии жизни в толще вод в последующие годы. Они должны иметь значение и в процессе илообразования в глубоких частях озера. Нужно обратить внимание на то важное обстоятельство, что максимум биомассы водорослей в открытых глубоких районах Байкала приходится почти всегда на весенний период развития (апрель-июнь), когда температура воды в верхних горизонтах

незначительна. Этот весенний максимум особенно резко выражен в урожайные по мелозире годы. Таким образом, главная масса фитопланктона в толще вод Байкала создается в холодную половину года еще подо льдом и затем в первые два месяца после вскрытия. Прогревание же вод выше 7-8 градусов на поверхности ведет к общему угасанию фитопланктона в открытом Байкале и к смене его летним планктоном. Но летние формы полностью не компенсируют выпадение весенних форм в открытом Байкале [1].

Зоопланктон

Характеризуя зоопланктон открытого Байкала (6 разрезов Лиственичное–Танхой + однодневная съемка зоопланктона всего Байкала, состоящая из 14 разрезов и охватывающая слой воды 0-50 м) с апреля по сентябрь 1961 г., можно отметить бурное развитие рачка эпишуры в весеннее время, по сравнению с циклопом. Так, количество науплиальных стадий эпишуры с середины апреля до середины июня колебалось в пределах 10 тыс. экз./м³ в слое 0-50 м. Количество же науплиусов циклопа в апреле не превышало и 1 тыс. экз./м³, а в остальное время они встречались единично. К середине июня увеличивается численность копепоидитных стадий эпишуры, достигающая 6 тыс. экз./м³. Вторая вспышка размножения этого рачка наблюдалась сразу после гомотермии и в августе количество науплиусов увеличилось до 25 тыс. экз./м³, увеличилось и количество копепоидитных стадий до 19 тыс. экз./м³, то есть почти в 3 раза по сравнению с весной. В середине июля появляются в планктоне науплиусы циклопа, достигающие к концу августа 10 тыс. экз./м³. В результате быстрого прогрева воды они очень интенсивно развиваются и в середине августа дают максимум копепоидитных стадий свыше 20 тыс. экз./м³ 0-50 м слоя. К началу сентября количество эпишуры и циклопа в слое 0-50 м выравнивается, причем ареалом распространения циклопа является поверхностный 0-25 м слой воды, а эпишуры – более глубокий 25-50 м слой. Что касается коловраток, то их количество с конца апреля по июнь колеблется около 5 тыс. экз./м³. Это в основном холодолюбивые формы: *Synchaeta pachypoda* и *Notholca striata*. С июня по начало августа коловратки встречаются единично. С прогревом воды в августе количество их увеличивается, состав меняется, исчезают холодолюбые и преобладают такие, как *Keratella quadrata*, *Notholca longispina* и *Fillinia terminalis*, которые в конце августа дают максимум в 10 тыс. экз./м³. Биомасса всего зоопланктона в течение года колебалась от 50 – 100 мг/м³ в весеннее время до 1700 мг/м³ в августе, то есть в период максимального развития всего зоопланктона. Из обработанных пяти Танхойских разрезов видно, что рачок эпишура во все сезоны года и на всех точках разреза преобладает над циклопами. Численность

эпишуры на разрезе между станциями колеблется весной в пределах 5-15, 4-13 тыс. экз./м³, а летом – 30-10 тыс. экз./м³.

Однодневная съемка распределения зоопланктона по Байкалу в период его максимального развития показала, что основную роль в зоопланктоне играет раковый планктон: эпишура и циклоп. Рачок эпишура распространен, хотя и не равномерно, но по всему озеру при колебании средней температуры 0-50 м слоя воды от 5 до 10°C и преобладает над циклопами. Количество эпишуры колебалось от 2 до 50 тыс. экз./м³ 50-метрового слоя, а циклопов – от 0 до 20 тыс. экз./м³ в том же слое. Если циклопы с основной своей массой находились в верхнем 0-15 м слое, то эпишура – значительно глубже. Наибольшие концентрации эпишуры – 30-50 тыс. экз./м³ – отмечены в Северном Байкале, на створе Баргузинского залива и у Танхойского берега Южного Байкала, а наименьшие – 2-10 тыс. экз./м³ – в Среднем Байкале, в глубинной средней части Южного и на Селенгинском мелководье. Циклопы же почти совершенно отсутствовали в Северном Байкале, единично встречались в Среднем. Наибольшее же их количество наблюдалось на Селенгинском мелководье – 35-50 тыс. экз./м³ в 0-15 м слое воды, в Южном Байкале – 3-18 тыс. экз./м³ 0-50 м слоя. Интересно отметить повышенные концентрации циклопов на разрезе Н. Изголовье Св. Носа – м. Рытый – от 2 до 5 тыс. экз./м³. Наибольшие концентрации циклопов приурочены к районам с наиболее прогретыми водами, где поверхностная температура воды равна 13-15°C, а температура на глубине 10 м – 11-12°C.

Кроме эпишуры и циклопов в планктоне озера встречаются коловратки, кладоцеры и макрогектопус. Коловратки, такие как *N. longispina*, *F. terminalis* и *K. quadrata*, распространены по всему Байкалу. В южной части озера они преобладают над всеми другими формами коловраток. Особенно их много на Селенгинском мелководье, где численность *N. longispina* достигает 8 тыс. экз./м³, а *F. terminalis* до 20 тыс. экз./м³ в 0-25 м слое, и на разрезах Байкальское–Томпа и Нижнеангарск–Немнянка численность *N. longispina* – 4 тыс. экз./м³, *F. terminalis* – 9 тыс. экз./м³ и *K. quadrata* – 8 тыс. экз./м³ (0-50 м слоя). *Asplanchna pryodonta* и *K. cochlearis* встречаются в количестве 0,02-0,9 тыс. экз./м³ в Южном Байкале и на разрезе м. Рытый – Н. Изголовье, последняя единично попадает в пробах разрезов м. Арул – м. Хобой и м. Ухан – м. Крестовый. В Северном Байкале эти коловратки отсутствуют. *Synchaeta stylata* преобладает над всеми другими формами коловраток на разрезах м. Арул – м. Хобой (2,8 тыс. экз./м³), м. Рытый – Н. Изголовье и «Пещерка» – Св. Нос (2,2 тыс. экз./м³), единично попадает в Южном Байкале и совершенно не встречается в Северной части озера. Зато коловратка *Conochilus unicornis* отмечена только на 2-х крайних разрезах Северного Байкала, достигая 21 тыс. экз./м³ и заметно превышая количество других коловраток. Что касается макрогектопуса, то он был

обнаружен в слое 0-50 м только при выходе из Малого моря на разрезе м. Арул – м. Хобой. В основном это были самки длиной 20-30 мм в количестве 26 экз./м³ и преобладали над всеми другими группами зоопланктона. Заметное количество клadoцер в основном *Bosmina*, наблюдалось в северном Байкале, особенно на разрезе с. Байкальское–Томпа (1,2-1,4 тыс. экз./м³). На разрезах же Елохин–Давша и «Пещерка» – Святой Нос из ветвистоусых преобладали *Daphnia*. Вообще же Cladocera встречались в очень небольших количествах (0,02-0,4 тыс. экз./м³) почти в каждом разрезе, но не на всех станциях. Было выяснено, что циклопы преобладали над другими зоопланктерами на разрезе Харауз–Красный Яр и на ближайшей к Посольску станции разреза Посольск – Голоустное. Интересно отметить хорошо прогретый водный участок между Средним и Северным Байкалом, отличающийся наибольшим количественным разнообразием зоопланктона. Здесь наряду с эпишурой (отсутствуют только взрослые рачки) много циклопов. Встречаются почти все коловратки, даже *A. pryodonta* и *K. cochlearis*, но преобладает *S. stylata* (0,8-6,8 тыс. экз./м³). Биомасса зоопланктона в исследуемый период колебалась по всему озеру в пределах от 23 до 2600 мг/м³ 0-50м слоя. Наибольшая биомасса свыше 1000 мг/м³ или менее 500 кг/га отмечалась в Северном Байкале, при выходе из Малого моря (на ближайшей к м. Хобой станции, где обитает, главным образом, макрогектопус), в районе Селенгинского мелководья и в Южной части Байкала, где биомассу в 900-1400 мг/м³ составили как эпишура, так и циклопы. В Селенгинском мелководье биомасса в 1200 мг/м³ составлена в основном циклопами, а в Северном Байкале – рачком эпишура и коловратками, причем, количество копеподитных стадий и взрослых рачков в 2-3 раза превосходило количество науплиусов. Бедным участком озера по биомассе зоопланктона являлся Средний Байкал (до 200 мг/м³, или 100 кг/га), вероятно, из-за его глубоководности и, следовательно, низкой прогреваемости воды. Здесь в планктоне встречается эпишура в небольшом количестве, коловратки же – единично, а циклопов почти совсем нет. Интересно заметить, что на бедных планктоном участках Южного и Среднего Байкала эпишура встречалась во всех стадиях развития, и количество науплиальных и копеподитных стадий было одинаковым. Это говорит, вероятно, о запаздывании развития этого рачка в данных районах по сравнению с наиболее прогретыми участками Южного Байкала, Селенгинского мелководья и Северного Байкала. Таким образом:

1) зоопланктон в 1961 г. в открытом Байкале характеризовался интенсивным развитием рачка эпишуры в весеннее время, а с середины июля – новой вспышкой размножения эпишуры и появлением науплиусов циклопа. Количество эпишуры и циклопа в сентябре месяце выравнивается. Биомасса всего зоопланктона в течение года колебалась от 50 до 1700 мг/м³;

2) на всех точках разреза ЛиственничноеТанхой эпишура преобладает над циклопами во все сезоны года. Численность эпишуры колебалась от 5 до 30 тыс. экз/м³ в 0-50 м слое;

3) однодневная съемка зоопланктона по всему озеру показала неравномерность его распределения. Наиболее богатыми районами с биомассой свыше 1000 мг/м³ или 500 кг/га, были Южный Байкал, кроме его глубинной части, Селенгинское мелководье и Северный Байкал. Биомасса зоопланктона, не превышающая 200 мг/м³, отмечалась в Среднем Байкале, а также в глубинной и южной частях озера от г. Слюдянка до р. Селенга [2].

Фитобентос

Донная растительность в Байкале представлена, в основном, водорослями, относящимися к различным группам низших растений. Высшие водные растения в самом Байкале почти не встречаются, но произрастают в глубине некоторых мелководных бухт (Анга, пролив Ольхонские Ворота, в сорах, устьях рек – местах с явно не байкальскими условиями [3].

Был изучен характер сезонной динамики видового состава и фитомассы водорослей мейо- и макрофитобентоса. С этой целью на одном из участков, типичных для северо-западного побережья Южного Байкала, в 1961-1963 гг. проведен круглогодичный количественный учет фитобентоса, позволивший выделить четыре биологических сезона в развитии массовых донных водорослей-макрофитов. На юго-восточном побережье Байкала фитобентос обследовали на участке, расположенном между устьями рек Утулик и Хара-Мурин. Здесь сбор материала был проведен в летний, осенний и зимний периоды. На остальной части побережья сбор бентоса проводили в период максимального развития макрофитов – летом. При этом вдоль большей части побережья в течение лета учет проведен дважды. Первый раз в период массового развития весенне-летних видов рода *Draparnaldioides* (в июне) и второй – во время массовой вегетации летних и летне-осенних видов, образующих в литорали озера мощный растительный пояс. В период с 1961 по 1985 гг. было обследовано все побережье озера, собрано и обработано 7414 количественных бентосных проб. Сбор бентоса проведен с глубин от 0 до 100-150 м.

По мере снижения вклада в общую продукцию макрофитов вышерассмотренные виды располагаются следующим образом: *Ulothrix zonata*, виды *Draparnaldioides*, *Stratonostoc verrucosum*, *Cladophora floccosa*, *C. compacta*, *Chaetocradiella pumila*, *Cladophora kursanovii*. Первый растительный пояс, занимающий глубины от 0 до 1,5 м, расположен в зоне прибоя. Летом первый растительный пояс образует *U. zonata*,

одновременно с которым в зоне прибоя развивается более 30 видов диатомей. Вдоль большей части западного, в северной и южной частях восточного побережья в летний период в первом поясе доминирует именно этот вид (*U. zonata*). К.И. Мейер подчеркивает, что *U. zonata* отсутствует лишь там, где нет твердого субстрата, необходимого для его прикрепления. В качестве примера таких мест он приводит бухту Песчаную, Фролиху, Хакусы, губу Иринда, мысы Елохин, Мужинай, Покойники, Котельниковский. Отсутствует *U. zonata* в районах впадения крупных рек. В отличие от летнего периода большую часть года в прибойной зоне фитобентос развит крайне слабо. Фитомасса его не превышает 25 г/м², а обычно она значительно меньше. Второй растительный пояс расположен в зоне глубин от 1,5 до 2,5 м. Волновое действие здесь ослаблено, оптимальное освещение. На твердом грунте этих глубин в мае – июле вдоль значительной части побережья наблюдается массовое развитие *Tetraspora cylindrical* var. *bullosa*. Известно, что этот вид сплошных зарослей вдоль всего побережья не образует, а растет пятнами, находящимися иногда на значительном расстоянии друг от друга. В период максимальной фитомассы среднее проективное покрытие грунта талломами этой водоросли составляет 7 % площади рассматриваемого пояса. Кроме тетраспоры, во втором поясе обнаружено 37 видов водорослей, среди которых в видовом отношении наиболее богато представлены зеленые (26 видов) в большинстве своем эндемичные водоросли. Семнадцать видов встречаются в этом поясе круглый год, остальные имеют короткий период вегетации. Вдоль значительной части западного побережья и в южной части у восточного второй растительный пояс образует две ассоциации: *T. cylindrica bullosa* + виды *Draparnaldioides* – *S. verrucosum* + *Didymosphenia geminata* и *T. cylindrica bullosa* + виды *Draparnaldioides* – *Cladophora floccosa* + *D. geminata*. Средняя фитомасса водорослей в первой ассоциации составляет 390 г/м². Во второй ассоциации ниже индекс плотности доминантного вида и средняя фитомасса водорослей – 91, 9 г/м². Видовое богатство выше (20 видов), чем в первой ассоциации (14 видов). В районах массового развития эндемичной зеленой водоросли *Chaetocliadiella pumila* выделена ассоциация *Ch. pumila* – *T. cylindricav. bullosa* – *D. geminata*. Им сопутствуют *Stratonostoc verrucosum*, *Cladophora compacta*, *Tolypothrix distorta*, *C. floccosa*. Остальные 11 видов имеют встречаемость менее 25 %. Средняя фитомасса водорослей в этой ассоциации составила 125 г/м². В третьем поясе, занимающем глубины от 2,5 до 15-20 м, сосредоточена основная масса донной растительности. Самыми характерными для этого пояса водорослями являются девять эндемичных видов рода *Draparnaldia*. В глубинной зоне растительного пояса вдоль открытых побережий Байкала обнаружено 56 видов и разновидностей водорослей, водный лишайник, шесть видов высших водных растений. На

твердом грунте найдено 36 видов, и на песке и на заиленном песке 32 вида. В летний период развита ассоциация с *Chaetocradiella pumila*, *Tetraspora cylindrical* var. *bullosa*, *Cladophora compacta*, *Stratonostoc verrucosum*. Средняя фитомасса водорослей в этой ассоциации составила 296,9 г/м². Всего в третьем растительном поясе в летний период можно выделить четыре ассоциации. В трех из них доминируют эндемичные зеленые водоросли. Четвертый растительный пояс, описанный А.П. Скабичевским, занимает глубины от 11-16 до 30-35 м и образован *Cladophora meyeri*, *Chaetocradiella microscopica*, которых сопровождают вместе или по отдельности *C. floccosa*, *C. kursanovii*, *C. pulvinata*, *Chaetomorpha moniliformis*, *Ch. curta*. Волновое действие на эти глубины не распространяется, сезонные колебания температуры незначительны, а освещенность недостаточна для массового развития донных водорослей. Вдоль восточного побережья Байкала четвертый растительный пояс расположен преимущественно на мягких грунтах. Однако характерные для этого пояса виды обнаружены и на камнях, в небольшом количестве встречавшихся на данных глубинах. В ассоциации *Calothrix* sp., обнаруженной на камнях в районе губы Иринда, фитомасса водорослей 4-го пояса колебалась от 1 до 400 г/м², составляя в среднем 14,4 г/м² в зарослях с доминированием *C. kursanovii* и 28,7 г/м² на камнях, обросших *C. floccosa*. На мягком грунте в четвертом поясе обнаружено 38 видов, относящихся к трем отделам растений. Пятый растительный пояс также прослежен вдоль значительной части побережья. В зоне глубин от 35 до 70 м (реже 100 м) встречено девять видов эндемичных зеленых водорослей семейства Cladophoraceae и три вида синезеленых водорослей. В северной оконечности озера, где обнаружена ассоциация *Chaetomorpha curta*, фитомасса последней составляет в среднем 0,46 г/м². Очевидно, пятый пояс выражен всюду и на твердом грунте, пока труднодоступном для обследования.

В фитобентосе Байкала по видовому разнообразию преобладают водоросли, относительно узкой (от 40-50 м до 450-500 м) полосой окаймляющие побережье озера. Обнаружено 97 видов и разновидностей водорослей, входящих в состав мейо- и макрофитобентоса. Наиболее разнообразно представлены сине-зеленые (37 видов) и зеленые (35 видов) водоросли. Около трети зеленых водорослей – эндемики Байкала. По продолжительности периода вегетации можно выделить две группы видов. Это – развивающиеся в течение круглого года и в большинстве своем многолетние водоросли (виды родов *Cladophora*, *Chaetomorpha*, *Gemmiphora*, *Stratonostoc*, *Calothrix*, *Tolypothrix*) и виды с коротким периодом вегетации (виды родов *Ulothrix*, *Tetraspora*, *Tetrasporopsis*, *Ireksokonia*, *Mixonemopsis*, *Draparnaldioides* и др.). Имеется тесная связь между количественным развитием макрофитов, температурой воды в прибрежной зоне озера и содержанием в ней биогенов. Наиболее разнообразно представлены и обильно развиты

мейо- и макрофиты в летний период, когда кроме растущих круглый год видов развивается масса водорослей с коротким периодом вегетации. В это время четко выражены все пять известных для Байкала, сменяющих друг друга по вертикали растительных поясов. Три первых пояса, расположенные в литоральной зоне озера, в весенне-осенний период продуцируют основную массу водорослей, включающихся ежегодно в круговорот веществ. А другие два пояса сублиторальной зоны образуют медленно растущие многолетние растения, размножающиеся круглогодично и имеющие низкую фитомассу. Во втором растительном поясе видовое разнообразие заметно выше, чем в других. Максимальный коэффициент видового сходства имеют водоросли из второго и третьего растительных поясов. Изучая особенности горизонтального распределения фитобентоса в Байкале, было выяснено, что вдоль открытых побережий озера донные фитоценозы образованы как эндемичными, так и широко распространенными видами водорослей. Причем в литоральной зоне эндемичные виды занимают доминирующее положение в весенне-осенний период, тогда как зимой они обычно играют в фитоценозах подчиненную роль и лишь в районах массового развития *Chaetocliadiella pumila* доминируют. Была отмечена неоднородность структуры донных фитоценозов вдоль открытых побережий озера. Вдоль большей части западного побережья Байкала, где развит абразионный шельф, в летний период фитоценозы имеют большую фитомассу и видовое многообразие, чем на абразионно-аккумулятивном шельфе восточного побережья. На абразионном шельфе эндемичные водоросли выступают, как правило, в роли доминантных и субдоминантных видов. В районах по восточному берегу субдоминантными и доминантными видами являются широко распространенные водоросли. В районах впадения крупных рек (аккумулятивный шельф) водоросли, образующие на каменистых грунтах литоральной зоны три первых растительных пояса, полностью отсутствуют. На мягком грунте вдоль побережий озера с абразионным и абразионно-аккумулятивным шельфами в литорали водорослей обычно нет, и лишь в глубине мелководных бухт и под прикрытием мысов встречаются небольшие по площади заросли широко распространенных водорослей, вместе с которыми растут и высшие водные растения. На участках же с аккумулятивным шельфом в небольшом количестве бывают развиты синезеленые водоросли или последние совсем отсутствуют. Влияние крупных рек на структуры литоральных фитоценозов прослеживается в снижении фитомассы и обеднении видового состава донных водорослей, сокращении числа эндемичных видов. В сублиторали, где экологические условия более однородны, на мягких грунтах вдоль большей части побережья доминируют эндемичные зеленые водоросли семейства кладофоровых, многие из которых обильно развиты и в литоральной

зоне озера. В Чивыркуйском заливе, в мелководных бухтах пролива Ольхонские Ворота и в южной части пролива Малое Море, в бухтах Анга, Богучанской, Онокочанской, Заворотной и других районах озера, защищенных от сильного волнового воздействия, наблюдается значительная мозаичность в распределении фитобентоса. Преобладающие в литорали мягкие грунты обычно заселены широко распространенными видами водорослей, вместе с которыми растут и высшие растения. В сублиторали и литорали на мысах, окаймляющих бухты, развита обычная для открытых побережий озера донная флора [4].

Зообентос

Распределение бентоса в приустьевом пространстве р. Селенги

Картирование данных по биомассе бентоса показало зональное распределение донной жизни, при этом максимум ее приходится на глубину 10-0 м. Прибрежные пески относительно бедны бентосом, как и илы на глубинах свыше 60-70 м. Перед впадением больших проток илистые и органические частицы откладываются на меньших глубинах, и здесь донные биоценозы развиваются с необычайной пышностью; главным образом за счет олигохет бентос перед устьем Харауз превышает примерно в 10 раз обычную норму. При сопоставлении карт распределения бентоса и растительного детрита в грунтах, который учитывался нами, с какой-то степенью погрешности, количественно, оказывается, что полного соответствия между ними нет, хотя общая картина кажется сходной. При пологом профиле дна основная масса детрита отлагается в зоне, отстоящей на 2-4 км от берега, здесь же развивается более или менее богатая фауна. Работа также включает фаунистический раздел. Определялись две группы: амфиподы и моллюски. В районе разреза Посольск – Сухая обнаружены моллюски подкласса Prosobranchia из родов: *Valvata* – 3 вида, *Benedictia* – 1, *Kobeltocochlea* – 1, *Baicalia* – 11. Из подкласса Pulmonata – *Planorbis* и *Choanomphalus* – 2 вида. По предварительным определениям в сборах имеется 2 вида – *Sphaerium* и 3 – *Pisidium*. Сделаны предварительные выводы по сборам моллюсков на Селенгинском мелководье:

1) в этом районе обитает сильно обедненная байкальская фауна Gastropoda, как в качественном, так и в количественном отношении,

2) у ряда форм байкальских моллюсков, распространенных в районе, замечаются признаки угнетения – уменьшение дефинитивных размеров,

3) придельтовый район Селенги представляет собой экологическую преграду для распространения большинства моллюсков, обитающих в прибрежной зоне каменистых и

рыхлых грунтов на Восточном берегу Байкала. Глубинные формы имеют непрерывный ареал,

4) массовое развитие в районе приобретают мелкие двустворчатые (например, *Pisidium korotnewi*). Однако их биомасса тоже не составляет большой величины,

5) представители общесибирской фауны моллюсков не имеют заметного распространения в открытых участках Селенгинского мелководья. 55 форм амфипод было обнаружено. Общая обедненность фауны при сравнении, например, с Малым Морем – очевидна. Из этого общего списка лишь половину видов можно считать характерными для собственно района мелководья. Другая половина поровну распределяется между распространенной преимущественно на окраинах района или в зоне больших глубин. Из 28 видов, обитающих на площади мелководья, девять можно причислить к таким, которые благодаря своей большей численности или крупным размерам составляют основной фонд донных ракообразных [5].

Здесь приводятся данные, собранные за период с июня 1958 г. по октябрь 1962 г. Было отобрано 355 проб с помощью дночерпателя Петерсона, взятых в открытой части акватории и 76 – в заливе Провал и сорах. Селенгинский район отличается от примыкающих к нему акваторий южной половины Байкала значительным богатством жизни в сублиторали, батии и даже верхней абиссали (для последней на глубинах 250-500 м средняя биомасса равна $11,8 \text{ г/м}^2$, а для всего Южного Байкала, без Селенгинского района, – $7,1 \text{ г/м}^2$). Вместе с тем обнаруживается сходство нашего района с крупными заливами Байкала, особенно с Баргузинским. В собранном материале бентос представлен восемью группами животных, в основном макроформ. На илистых грунтах сорос бентос сравнительно богаче, чем на песчаных. Это отразилось на величине средней биомассы залива Провал ($18,2 \text{ г/м}^2$) и Посольского сора ($22,6 \text{ г/м}^2$), рассчитанной с учетом площадей, занятых разными грунтами; по сравнению с указанной для таких же глубин открытого побережья она оказалась в два с лишним раза более высокой. Существенные различия можно заметить в составе пелофильного населения сорос и литорали авандельты – на илах литорали резко повышается значение олигохет, в сорах – увеличивается количество хирономид, моллюсков и других животных. Характерно, что на всех биотопах авандельты в биомассе преобладают олигохеты. На всем диапазоне глубин от 5 до 250 м сохраняется на редкость единообразное соотношение групп животных; несколько отличается в этом отношении лишь верхний горизонт литорали. На втором месте за олигохетами стоят амфиподы, составляющие 36 % общей биомассы верхней литорали и около 20 % во всех других зонах. Совершенно незначительна роль моллюсков (менее 5 %) и всех других животных, вместе взятых, которые в соре, наоборот, имеют первостепенное

значение. По сравнению с этим в бентосе сублиторали и батиаля Южного Байкала в целом олигохеты занимают более скромное место, не говоря уже о литорали, где в зависимости от типа грунта – песчаного или каменистого – их доля в среднем колеблется от 5 до 40 %, амфиподы и здесь составляют во всех зонах до 25 м 20-30 % биомассы, а прочие – не более 5 %. Но моллюски (в основном гастроподы) имеют значительный вес – на камнях до 63 %, 31 % на плотных песках литорали и 15 % – в сублиторали. Все группы животных, в том числе и малозначимые по биомассе, имеют свою зону максимума. У большинства она находится в области глубин 5-50 м, т.е. в зоне наибольшего общего обилия жизни. По распределению величин средней биомассы различных групп беспозвоночных, видимо, можно судить и о том, как они реагируют на изменения среды, связанные с увеличением глубины водоема. Получается, что на моллюсках, хирономидах и полихетах эти изменения сказываются более сильно, чем на других группах – вывод, подтверждающий закономерности зонального распределения организмов, установленные на фаунистическом материале. В вышеизложенном материале все количественные данные по бентосу были представлены в виде средних величин. Информацию другого рода дает график распределения сгруппированных величин биомассы по частоте их встречаемости в выборке. Очевидно, интерес представляет то, что даже на значительной глубине – 100-250 м, – высокая биомасса, превышающая 50 г/м², не столь уж редка (10 % случаев); размах колебаний величин в зоне 20-100 м несколько меньше, кривая распределения ближе к нормальной и ошибка средней невелика (25,3±1,4 г/м²). Очень характерно для этой наиболее заселенной зоны, что из большого количества взятых здесь станций (n = 118) не встретилось ни одной, где биомасса была бы ниже 5 г/м². Материал по бентосу из литорали весьма велик – 195 станций, но эта зона отличается разнообразием биотопов и соответственно биоценозов. Размах колебаний величины биомассы, встреченной в литорали на илистых грунтах, особенно велик – от 10 до 360 г/м² [6].

1.2.2.1.2 Состояние сообществ прибрежной зоны после стабилизации уровня Байкала в результате его искусственного регулирования (1963-2020 гг.)

Фитопланктон

Исследования 1963 г. Доминирующими формами Селенгинского района в подледный период повсеместно являлись *M. islandica* и *M. binderana*, развитие которых на мелководье проходило значительно интенсивнее и достигло 100-500 мг/м³. В небольших концентрациях на мелководье вегетировали *Peridinium baicalense*, *Gymnodinium baicalense*, *Synedra*, *Dinobrion cylindricum*, *M. binderana*. В открытом Байкале фитопланктон был намного беднее. В мае численность и биомасса водорослей была уже

резко увеличенной по всему району за счет более интенсивного развития весенних видов мелозир. В июле в составе планктона произошли коренные изменения. Количество мелозир на мелководье резко сократилось: во второй половине месяца она составляла не более 31 % от общей биомассы фитопланктона. Руководящая роль на мелководье перешла к мелководно-речному комплексу диатомей, видам *Dinobryon* и летним формам мелозир. На некоторых станциях большая роль принадлежала синезеленым водорослям – *Anabaena* sp., *A. lemmermannii*, *A. scheremetievi*, *Gloeotrichia echinulata*. В августе планктон на мелководье был разнообразен. Основу биомассы составляли синезеленые, *Nitzschia acicularis* и *M. granulata*. В открытом Байкале доминирующее положение в планктоне занимали синезеленые водоросли. В сентябре произошло резкое уменьшение количества фитопланктона в большей части района. В октябре доминирующей формой была *Cyclotella minuta*. Несмотря на то, что ее максимум был выражен довольно отчетливо, осеннего подъема в общей биомассе фитопланктона не наблюдалось из-за относительно низкой ее численности.

Исследования 1964 г. Преобладающей формой в весеннем планктоне была *M. baikalensis*. Значение *M. islandica* было намного меньше. В мае биомасса фитопланктона была наибольшей в открытых участках озера. Например, у западного берега она превышала 4 г/м³. В июле произошло значительное уменьшение биомассы водорослей по всему разрезу. Наиболее резкое снижение численности наблюдалось в открытом Байкале. На мелководье значение мелозир в биомассе понизилось до 32-83 %. В открытом Байкале планктон был идентичен весеннему: мелозира составляла 97-99 % от общей биомассы. В августе планктон был беден по всему разрезу. На мелководье видовой состав фитопланктона по сравнению с предыдущими месяцами хотя и был более разнообразен, но слагающие его виды развивались в очень небольшом количестве. Цветения воды синезелеными водорослями не наблюдалось. Биомасса фитопланктона по всему разрезу измерялась десятками мг/м³. Для осеннего планктона на мелководье характерно появление в октябре наряду с *Cyclotella minuta*, *Melosira islandica* и *M. baikalensis*, которые обусловили осенний максимум фитопланктона. Если в водах открытого Байкала в октябре фитопланктон очень беден, то в ноябре отмечался некоторый его подъем за счет развития *Cyclotella minuta* и появления *Melosira*. Другие виды здесь были малочисленными. В декабре фитопланктон был чрезвычайно беден по всему району. Таким образом, 1964 г. характеризовался во всем районе очень высоким весенним пиком в развитии водорослей и слабо выраженным осенним максимумом.

Исследования 1965 г. Во всем районе весенние виды мелозир почти полностью отсутствовали. Между тем, фитопланктон в марте был очень богатым и не уступал по

своему количественному развитию годам с высоким развитием мелозиры. Основу биомассы водорослей в марте составляли перидиниевые водоросли, наибольшего развития среди которых достигал *Gymnodinium baicalense*. Максимальное количество перидиний зафиксировано в центральных участках озера и составило в поверхностном слое более $3,3 \text{ г/м}^3$. На мелководье перидинии развивались слабо. Уже в мае произошло резкое уменьшение количества фитопланктона вследствие выпадения перидиниевых водорослей. Особенно беден был фитопланктон в открытых участках озера: биомасса водорослей в верхнем 25-метровом слое не превышала 8 мг/м^3 , а численность – 6 тыс. кл./л. В августе на мелководье фитопланктон был очень богат за счет бурного развития в верхнем 5-метровом слое синезеленых водорослей. Особенно интенсивно развивались такие виды, как *Anabaena spiroides*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena lemmermannii*. Их общая численность в поверхностном слое достигала 8 млн кл./л, а биомасса – 3 г/м^3 . Во внешних участках мелководья и открытом Байкале в августе синезеленые развивались очень слабо. В открытом Байкале в августе численность фитопланктона не превышала 9 тыс. кл./л, а биомасса – 20 мг/м^3 . По сравнению с августом в сентябре в открытом Байкале происходило постепенное увеличение биомассы водорослей. В октябре на мелководье в громадном количестве развивался *Stephanodiscus*. Его биомасса в трех километрах от Харауза превышала 20 г/м^3 , а численность определялась миллионами в литре. Наряду со *Stephanodiscus* здесь хорошо развивались *Asterionella formosa*, *Synedra*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Nitzschia*. В открытом Байкале биомасса также увеличилась, хотя во многом и уступала биомассе на мелководье из-за более слабого развития *Stephanodiscus*. Постоянным компонентом планктона в открытом Байкале являлась *Cyclotella minuta*. Таким образом, во всем районе исследований 1965 г. характеризовался двумя максимумами: в марте – за счет перидиний, и в октябре – благодаря сильной вегетации *Stephanodiscus*. На мелководье хорошо выделялся третий (летний) максимум, вызванный развитием синезеленых водорослей [6].

Многолетнее изучение фитопланктона Байкала позволило обнаружить существенные изменения, наблюдаемые в 1970-80-х годах в фитоценозах Южного Байкала, выразившиеся в снижении в общем продукционном процессе роли типичного представителя вод открытого озера – *Melosira baikalensis* и в увеличении доли *M. islandica*, в значительно возросшем значении видов *Synedra*, а также во внедрении и массовом развитии в пелагиали Байкала широко распространенного в других водоемах вида – *Nitzschia acicularis* [7].

Чтобы оценить недавние экологические изменения в оз. Байкал и предоставить исходные данные для будущих сравнений, были отобраны сообщества весеннего

планктона из пелагической зоны озера в 2016 г. и проведено сравнение этих данных с данными прошлых лет. С одной стороны, было обнаружено появление мелкоразмерных клеток окрашенных или бесцветных флагеллат, которые обычно появляются в местах с повышенным уровнем питательных веществ, и повышенное доминирование мелкоклеточных видов. С другой стороны, был обнаружен сдвиг в составе криофильных диатомей, вероятно, вызванный потеплением, которое ухудшает условия для ранее доминирующих тяжело-кремнистых диатомей, таких, как *Aulacoseira baikalensis*, *A. islandica* и *Stephanodiscus meyeri*. Доминирующая роль этого типичного набора байкальских водорослевых представителей уменьшилась и с 2007 г. ежегодно *S. acus*, меньшая и слабее кремнифицированная диатомея, является много более развитой в весеннем фитопланктоне. В результате высокие биомассы весеннего фитопланктона, которые возникали каждые 3-4 года в 1990-х годах предшествующего столетия, не были встречены в последнее время и, по-видимому, были замещены низкими и постоянными концентрациями между 500-1000 мг/м³ [8].

Зоопланктон

Межгодовая и сезонная изменчивость зоопланктона литорали Южного Байкала за период с 1984 по 1986 гг. Были представлены результаты круглогодичных наблюдений за состоянием зоопланктона открытой литоральной зоны в районе бухты Большие Коты. Станция отбора проб располагалась в 200 м от берега над глубинами 50-60 м. Зоопланктон отбирали ежедекадно одновременно с отбором проб на пелагической постоянной станции № 1. По итогу в планктоне литоральной зоны обнаружено 23 вида, в том числе: 5 видов коловраток весеннего комплекса; 2 вида веслоногих рачков и 4 вида коловраток круглогодичного комплекса; 1 вид веслоногих, 3 вида ветвистоусых и 6 видов коловраток летне-осеннего комплекса. Характерными для литоральной зоны являются лишь два эндемичных вида весенних коловраток – *Synchaeta pachyroida* и *Encentrum bonatum*, остальные постоянно встречаются в пелагической зоне. Изменения количественных показателей зоопланктона в течение года определялись особенностями динамики доминирующего вида эпишуры, за исключением позднелетнего периода 1986 г. Развитие эпишуры с учетом возрастного состава ее популяции имело свою специфику в каждый отдельный год. В 1984 г. было хорошо выражено увеличение численности науплий летнего поколения (до 700 тыс. экз.), а численность науплий зимне-весеннего поколения не превышала 300 тыс. экз. Копеподиты дали три небольших увеличения численности (не более 300 тыс. экз.) – в июле, августе и октябре. Количество половозрелых особей было заметно выше в период ледяного покрова (до 70 тыс. экз.) по сравнению с периодом

открытой воды (не более 15 тыс. экз.). В 1985 г. была четко выражена вспышка в размножении зимне-весеннего поколения (в феврале до 900 тыс. экз.), у науплий летнего поколения хорошо выраженного пика численности не наблюдалось (максимум не превышал 300 тыс. экз.). Копеподиты имели два пика численности – в августе (до 1800 тыс. экз.) и октябре (600 тыс. экз.). Предполагалось, что развитие зимне-весеннего поколения эпишуры было растянуто во времени и сместилось на конец июля – начало августа. Численность половозрелых рачков изменялась слабо в течение года, отмечено два небольших повышения их количества – в марте – апреле (до 50 тыс. экз.) и августе (до 40 тыс. экз.). В 1986 г. численность зимне-весеннего и летнего поколений эпишуры была примерно на одном уровне при максимальных значениях 500-700 тыс. экз. Численность копеподитов была стабильнее, чем в предыдущие годы. Незначительные подъемы их численности следовали за повышением численности науплий, с интервалом 2-4 месяца. Количество половозрелых рачков было максимальным за все годы (до 100 тыс. экз.), а динамика сходна с таковой в 1984 г. Роль циклопов, ветвистоусых рачков и круглогодичных коловраток в планктоне возрастает со второй декады августа и была неоднозначной в разные годы. Высокая численность циклопов (до 900 тыс. экз.) наблюдалась в 1986 г. – год интенсивного прогрева водной массы Байкала (до 19,2°С в летнее время), в этот же год обильно развивались и ветвистоусые рачки (до 600 тыс. экз.). Кривая развития коловраток в 1985 и 1986 гг. имела 2 пика (в августе и в сентябре-октябре). В 1984 г. она была сглаженной, после незначительного повышения численности в августе она находилась примерно на одном уровне до декабря. Наибольшая численность коловраток была отмечена в 1985 г. (до 900 тыс. экз.), наименьшая – в 1984 г. (до 60 тыс. экз.). Весенние и летние коловратки во все годы развивались слабо. Несмотря на отличия, как в обилии особей, так и в структуре сообщества, общей чертой для всех лет было доминирование эпишуры (72-86 % средней годовой численности зоопланктона). Возрастной состав популяции эпишуры был сходен в 1984 и 1986 гг.: доля науплий составляла 67-68 %, копеподитов – 29-30 % и взрослых – 3 % общей численности рачков. В 1985 г. популяция была более зрелой – доля науплий снизилась до 54 %, а копеподитов – возросла до 44 %. При сравнении зоопланктонных сообществ литоральной и пелагической станций (по данным 1984 г.) оказалось, что по видовому составу сообщества различались незначительно. В доминировании эпишуры и типа сезонной динамики зоопланктона обеих станций наблюдалось большое сходство. Отсутствовал также эффект запаздывания в развитии пелагического зоопланктона по отношению к литоральному (коэффициенты корреляции выше 0,8 и положительны). Высокая степень коррелированности практически всех компонентов зоопланктона на обеих станциях с

температурой поверхности воды (коэффициент корреляции более 0,7) свидетельствовала о положительной связи прогрева водных масс с обилием зоопланктона. Сезонные изменения структуры сообщества как в литоральной, так и в пелагической зонах имели сходные тенденции, однако в литорали доля циклопов и ветвистоусых рачков обычно была выше [9].

В общем, долгосрочная динамика численности популяции эпишуры (с 1997 по 2017 г.) в проливе Малое Море свидетельствует об изменении численности всего зоопланктона в этой части озера Байкал и демонстрирует возникающий тренд к уменьшению как общего числа видов зоопланктона, так и популяции эпишуры с 2013 г. Анализ долгосрочной динамики количественных данных по популяции эпишуры в проливе Малое Море за период исследования с 1997 по 2017 г. вписывается в амплитуду долгосрочных индикаторов и является сравнимым с данными 1951 [10] и 1961-1974 гг. [11, 12]. Эпишура играет ведущую роль в численности и биомассе зоопланктона, который является типичным для оз. Байкал в целом. Было показано, что, как и в открытой пелагической зоне озера, популяция эпишуры в проливе Малое Море имеет две генерации в годовом цикле. Долгосрочные исследования количественных показателей эпишуры для периода открытой воды показали три пика в ее развитии, которые наблюдались в холодные (2001) и теплые (2008, 2012) года. На протяжении 20 лет наблюдений, максимальная плотность эпишуры наблюдалась в 2001 г., когда она составляла 23,6 тысяч особей на м³ [13].

Фитобентос

В 2009 г. при исследовании донных альгоценозов в бух. Большие Коты и ее притоках в незначительных количествах были найдены водоросли р. *Spirogyra*. В дальнейшем они были идентифицированы как *S. varians*, которая развивается в реках Большой Котинке и Черной и *S. porticalis*, обитающая в районе устья Малой Котинки. В р. Жилище также регистрировались стерильные нити спирогиры, морфологически близкие к *S. varians* из рек Черной и Большой Котинки. Затем в летне-осенний период 2011-2012 гг. по всему мелководью бухты Большие Коты наблюдалась массовая вегетация чужеродных для Байкала водорослей р. *Spirogyra*. Она интенсивно развивалась летом при температуре воды выше 10⁰С и достигала максимальной биомассы к ноябрю при температуре воды около 4⁰С. Похожая картина наблюдалась в мелководной зоне зал. Лиственничный в период открытой воды 2012 г. Биомасса этих водорослей в осенний период была сопоставима с максимальными значениями (210 г/м²) обычного обитателя урезовой зоны *Ulothrix zonata* в его летний пик развития. При изучения жизненного цикла водорослей в

условиях культуры было обнаружено, что по всему побережью доминировал ранее не зарегистрированный в Байкале вид *Spirogyra fluviatilis*, не встреченный также ни в одном из притоков в бухте Б. Коты. Стерильные нити спирогиры в оз. Байкал были отмечены многими авторами, но ее массовое развитие ранее никогда не регистрировалось. Был сделан вывод, что развитие представителей рода *Spirogyra* в литорали оз. Байкал приобрело массовый характер лишь за последние несколько лет.

Еще одна нехарактерная для макрофитов Байкала особенность распределения была обнаружена в ноябре 2011 г. в пади Жилище (бух. Большие Коты). Большинство камней, расположенных в зоне уреза, были на 100 % покрыты ярко-зеленым слоем водорослей. Внешне эта зона ничем не отличалась от типичного для открытого Байкала 1-го пояса растительности, состоящего из *Ulothrix zonata*. Анализ под микроскопом показал, что это обрастание представляет собой нити зеленой водоросли, определенной как *Stigeoclonium tenue*. В ноябре 2012 г. аналогичные работы проводились в Южном Байкале, в том числе в бухте Большие Коты в районе р. Черной до падей Варначки и Сенной. Микроскопическое исследование камней, расположенных в зоне уреза, показало, что обрастание на 90 – 100 % состояло из нитчатых водорослей *Stigeoclonium* и на 10% и менее – из *Ulothrix*. Средняя сырая биомасса первого составляла 322 ± 58 г/м². Пробы, взятые в урезовой зоне пади Жилище бух. Большие Коты в 2013 г., тоже содержали много нитей стигеоклониума. Таким образом, можно сделать вывод о смене доминирующего вида первого растительного пояса открытого Байкала, происходящей поздней осенью, как минимум в пределах целой бухты в период с 2011 по 2013 гг. Массовые находки стигеоклониума в пробах приурезовой зоны зал Лиственничный, значительное его количество в летне-осенних сборах 2013 г. в урезовой зоне западного побережья Малого Моря и северной оконечности Байкала (участок приурезовой зоны между городами Нижнеангарск и Северобайкальск) значительно расширяют масштабы этого нового для Байкала явления. Таким образом, многолетние (2003, 2008-2013 гг.) исследования структуры и количественных характеристик макроводорослей прибрежной зоны западного берега южной котловины Байкала показали, что на глубинах от 0,3 до 3 м и более во второй половине лета – осенью доминируют не отмечаемые ранее в озере виды р. *Spyrogira*. В период максимального развития (ноябрь) биомасса водорослей может достигать 317 ± 143 г/м² при 100% проективном покрытии каменистого субстрата дна [14, 15].

С 1930 г., благодаря работам К.И. Мейера, было известно, что на большей части каменистых подводных мелководий Байкала строго соблюдается зональность в распределении зеленых водорослей. В верхней зоне, глубиной до 1,5 м, доминируют водоросли *U. zonata*, характеризующиеся высокой устойчивостью к ветро-волновому

воздействию. Ниже, на глубинах 1,5-2,5 м, преобладают зеленые водоросли *Tetraspora cylindrical bullosa*, а также прикрепленные к камням колонии диатомей *Didymosphenia geminata*. На глубинах 2,5-10 м доминирующей группой являются зеленые водоросли рода *Draparnaldioides*. Подобная зональность в распределении водорослей сохранялась в течение десятилетий: со времени работ К.И. Мейера в 1920-х годах до времен экспедиций Ижболдиной Л.А. в 1990-х годах. В июле-августе 2011 г. в ходе водолазных работ на всем протяжении береговой линии Лиственничного залива, от истока реки Ангара до его северо-восточной оконечности м. Березовый, обнаружено грубое нарушение зональной поясности. В первом поясе на глинах до 1,5 м изменений не было отмечено, преобладала *U. zonata*. Во втором поясе водоросль *D. geminata* в составе доминантов отсутствовала. На глубинах 2,5-10 м водоросли *Draparnaldioides* заместились на широко распространенную в водоемах Евразии зеленую нитчатую водоросль *Spirogyra*, которая встречалась в виде единичных нитей в различных мелководных заливах Байкала. Протяженность измененной зоны составила примерно 4 км. На расположенном севернее Лиственничного залива побережье Байкала зональность в распределении макрофитов оставалась в пределах нормы [16].

В течение пяти последних лет (с 2012 по 2016 гг.) происходили многочисленные изменения в прибрежном бентосе, где проживает большая часть эндемичных озерных видов. Эти изменения включают распространение бентосных водорослей (в том числе, *p. Spirogyra*), гибель моллюсков и эндемичных губок, значительные прибрежные выбросы бентосных водорослей и макрофитов, вспышки токсин-продуцирующих бентосных цианопрокариот [17].

Зообентос

Макрозообентос каменистых грунтов литорали Байкала 1963-1968 гг. Район Больших Котов. Наиболее резкие сезонные изменения зообентоса отмечаются у уреза воды (глубина 0-0,3 м): от 40-56,9 г/м² (с мая по июль) до полного исчезновения животных (с января до середины апреля, когда эта подзона промерзает). Основную роль в биомассе играют здесь гаммариды. В подзоне глубин 0,3-1 м средняя суммарная биомасса в разные сезоны года колеблется меньше, чем у уреза воды. Максимум наблюдается во второй половине июня-июле – 28,3 г/м², минимум – осенью – 7,5 г/м², то есть максимум больше минимума в 3,7 раза. На глубине 1-2 м и 2-5 м средняя суммарная биомасса зообентоса по сезонам изменяется еще меньше. На глубине 1-2 м максимум осенью (46,6 г/м²) превосходит минимум биомассы зимой (20,57 г/м²) в 2,2 раза и связан с моллюсками. На глубине 2-5 м осенний максимум (82,24 г/м²) связан главным образом с увеличением

биомассы и численности гаммарид, а снижение биомассы зимой – с их уменьшением. К причинам, обуславливающим сезонные колебания, можно отнести горизонтальные миграции животных, связанные с их биологией и изменением среды обитания (уровень воды, степень вегетации макрофитов), вылет насекомых, размножение, естественное отмирание и др. [18].

Мезобентос в районе Утулик-Мурино в 1968-1970 гг. Анализ фактического материала по мезобентосу с 1968 по 1970 гг. показал разнообразие в распределении и численности мелких бентических животных, особенно в 1969 г. Сравнение состава и численности мезобентоса на различных грунтах дает основание для их дополнительного группирования, особенно по численности остракод и гарпактицид, из которых наиболее часто встречаются 3 эврибионтных вида, относящихся к роду *Morarina* – *M. baikalensis*, *M. intermedia*, *M. ovicauda*. В составе мезобентоса зарегистрированы несвойственные для вод открытого Байкала виды кладоцер *Klyocriptus sordidus* и увеличение численности прикрепленных круглоресничных инфузорий (в 1970 г.) [19].

1.2.2.2 Санитарно-микробиологическая оценка качества вод

Санитарно-микробиологическая оценка качества воды подразумевает определение совокупности санитарных показателей – критериев, отражающих соответствие или несоответствие санитарного состояния исследуемого водного объекта требованиям нормативных документов. В РФ основными нормируемыми показателями, используемыми при оценке санитарно-микробиологического состояния водоема, с 1 января 2022 г. являются индикаторные показатели «обобщенные колиформные бактерии (ОКБ)» и «энтерококки», отражающие качество водоподготовки, и индексные показатели «*E. coli*» и «колифаги», отражающие степень фекального загрязнения [20–24]. Дополнительную информацию о санитарном состоянии водоема, источниках загрязнения и процессах самоочищения позволяет получить показатель «общее микробное число (ОМЧ)», для которого в МУК 4.2.1884-04 указаны рекомендательные нормативные значения. ОМЧ – это количественный показатель, отражающий общее содержание мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в 1 мл исследуемой воды. Соотношение значений показателя ОМЧ, определяемого при температуре 22 и 37°C, позволяет оценить активность и состояние процессов самоочищения природных водоемов (коэффициент самоочищения – КС). Эта разница более выражена при завершении процесса самоочищения, коэффициент соотношения равен четырем и выше. В местах загрязнения хозяйственно-бытовыми сточными водами численные значения обеих групп близки [23] (таблица 1.2.5).

Таблица 1.2.5 – Санитарно-микробиологические показатели безопасности воды поверхностных водных объектов [21]

Показатели	Единицы измерения	Цель водопользования		
		Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, из поверхностных водоисточников, а также для водоснабжения пищевых предприятий	В зонах рекреации, а также в черте населенных мест	
			купание	занятие водным спортом
ОКБ	КОЕ/100 см ³	Не более 1000	Не более 500	Не более 1000
<i>E. coli</i>	КОЕ/100 см ³	Не более 100	Не более 100	Не более 100
<i>Энтерококки</i>	КОЕ/100 см ³	Не более 100	Не более 10	Не более 10
<i>Колифаги</i>	БОЕ/100 см ³	Не более 10	Не более 10	Не более 10

Микробиологические исследования оз. Байкал проводятся уже более 100 лет [25]. Согласно многолетним наблюдениям, в пелагиали оз. Байкал микробиологические показатели были достаточно постоянными в течение длительного времени. Присутствие фекальных индикаторных бактерий (ФИБ) отмечали в поверхностных водах, преимущественно в летний период, вблизи населенных пунктов и устьев крупных притоков озера [26–28]. Наблюдения, выполненные во второй половине XX века, выявили значительные количества ФИБ, в основном, в южной котловине озера в поверхностных водах литорали в районе сброса сточных вод Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК) [29–31].

Известно, что в последнее время происходит рост негативных воздействий на экосистему Байкала, связанных со сбросом некачественно очищенных сточных вод из находящихся на побережье населенных пунктов, увеличением рекреационной нагрузки, ростом числа судов и др. [15, 16, 32]. Санитарно-бактериологический мониторинг с 2010 по 2017 гг. выявил присутствие ФИБ в водах акватории озера на протяжении всего периода исследований с превышением нормативов в водах пелагиали в 2011 г. (ОКБ до 1308 КОЕ/100 мл), в июне 2012 г. (до 1121 КОЕ/100 мл) и в августе 2015 г. (до 576 КОЕ/100 мл). Были отмечены устья рек, где чаще всего детектировали высокую численность ФИБ в данный период – это Турка (ОКБ до 512 КОЕ/100 мл), Баргузин (ОКБ до 1460 КОЕ/100 мл, энтерококки до 91 КОЕ/100 мл), Бугульдейка (ОКБ до 640 КОЕ/100 мл, энтерококков до 150 КОЕ/100 мл), Голоустная (ОКБ до 1115 КОЕ/100 мл, ТКБ до 198 КОЕ/100 мл, энтерококки до 102 КОЕ/100 мл), Сухая (энтерококки до 89 КОЕ/100 мл), Анга (ОКБ до 3200 КОЕ/100 мл, ТКБ до 114 КОЕ/100 мл, энтерококки до 320 КОЕ/100 мл) и Сарма (ОКБ до 1425 КОЕ/100 мл, энтерококки до 55 КОЕ/100 мл) [33, 34]. В литорали

озера значительное количество колиформных бактерий и энтерококков были детектированы на юге возле пос. Листвянка и г. Байкальск, в акватории проливов Малое Море (ОКБ до 112 КОЕ/100 мл и энтерококки до 400 КОЕ/100), на севере озера Байкал в прибрежных водах г. Северобайкальска и пос. Заречный [35, 36].

В периоды полноводья в дельтах крупных притоках Верхней Ангары и Селенги наблюдали уменьшение разнообразия и изменение состава фитопланктона [35-42]. В дельте р. Селенги в годы разной водности отмечали различия общей численности бактерий. Расход воды оказывает непосредственное влияние на общую численность бактерий: при его снижении уменьшается скорость течения, увеличивается прогрев, тем самым создаются благоприятные условия для развития бактерий. В маловодные годы численность бактерий значимо выше, а увеличение водности способствовало разбавлению и уменьшению количества микроорганизмов [35]. Таким образом, в июле-августе 1960 и в 2012 гг. численность составила 1,3 и 1,6 млн кл/мл, где расход составил 2050 и 2030 м³/сек, а в маловодные годы 2002 г. (расход составил 930 м³/сек) и 2010 г. численность была выше в 2,5 и 4,5 раза, соответственно [35, 43–45]. В Верхней Ангаре в годы различной водности общая численность бактерий также варьировала от 1,24 млн кл/см³ (2007, 2008 гг.) до 7,5 млн кл/см³ (2006 г.) [46, 47]. Статистически достоверных различий санитарно-микробиологических показателей в июле и августе по всем станциям дельты р. Селенги не обнаружено, так в 2002 г. численность ТКБ была в пределах от 0 до 480 КОЕ/100 мл, а в 2012 г. от 10 до 44 КОЕ/100 мл., а энтерококков от 10 до 66 КОЕ/100 мл. Результаты санитарно-микробиологического анализа в период с 2006 по 2010 гг. показали, что количество нестандартных проб с каждым годом увеличивается: в 2006 г. – 15 % проб, 2008 г. – 50 %, в 2009 г. и 2010 гг. – до 66 %. В 2006 г. численность энтерококков варьировала от 16 до 102 КОЕ/100 мл, в 2008 г. – от 2 до 126 КОЕ/100 мл, в 2009 г. – от 18 до 142 КОЕ/100 мл, а в 2010 г. – возросла до 420 КОЕ/100 мл. Численность колиформных бактерий превышала нормативы в 2010 г. и достигла 13,5 тыс. КОЕ/100 мл – в этот год во время пробоотбора по берегам дельты наблюдалось разложение трупов скота, погибшего из-за низких зимних температур с 2009-2010 гг. [48]. На качество вод р. Селенги влияет как антропогенный фактор (стоки выше лежащих населенных пунктов), так и продукты жизнедеятельности животных, обитающих в водной экосистеме, а также и периоды паводков, когда происходит затопление окружающих территорий выпаса скота и гнездования птиц, влекущие за собой увеличение численности санитарно-показательных микроорганизмов [35].

Однако для западного побережья оз. Байкал такие сценарии не характерны, поскольку здесь практически нет мелководий, по мере удаления от берега глубина быстро

увеличивается. Уровень фекального загрязнения в прибрежной зоне пос. Листвянка связан, прежде всего, с антропогенной нагрузкой, которая с каждым годом возрастает в летний сезон [16, 32, 49, 50]. Таким образом, численность санитарно-показательных микроорганизмов превышала нормативы: в 2009 г. ТКБ достигла 5900 КОЕ/100 мл [16], в 2012 г. энтерококки составили 66 КОЕ/100 мл, в 2014 г. также была зафиксирована высокая численность ТКБ (155 КОЕ/100 мл) и энтерококков (130 КОЕ/100 мл), в 2015 и 2016 гг. численность энтерококков, значительно превышала рекомендательный норматив и достигала до 1900 КОЕ/100 мл и 4150 КОЕ/100 мл, соответственно, а в 2016 г. значение ТКБ возросло до 9000 КОЕ/100 мл. [49]. Кроме того, пространственное распределение фекальных бактерий в прибрежной зоне пос. Листвянка не однородно и более высокую численность отмечали на станциях, где в оз. Байкал могут попадать неочищенные сточные воды.

1.2.2.3 Особенности сезонной и межгодовой динамики гидрохимических показателей интерстициальных, приурезовых, поверхностных и придонных вод прибрежной зоны Байкала в современный период

Мониторинг качества поверхностных вод суши в настоящее время относится к приоритетным научным и практическим задачам. Особое значение имеют исследования процессов, протекающих в литоральной зоне озера, которая располагается на границе наземного и водного природных образований. Литораль выполняет обменную, барьерную и трансформирующую функции, и существенно влияет на функционирование экосистем озер. В этой зоне наиболее сильно проявляются последствия динамического воздействия водных масс, создаются специфические температурные условия (значительны суточные и сезонные амплитуды колебания). На мелководье отсутствует дефицит лучистой энергии и биогенных элементов, что создает оптимальные условия для фотосинтеза и развития макрофитов, эти районы характеризуются наибольшим биоразнообразием и биопродуктивностью. Как экотон эта зона первой испытывает воздействие антропогенных факторов и выполняет роль экологического барьера между водосбором и основной акваторией озера. Огромную роль здесь играют макрофиты, микроорганизмы и беспозвоночные, участвующие в процессах естественного самоочищения водоемов. Поэтому изучению как химических, так и биологических характеристик литоральной зоны крупных озер посвящено много исследований. Особое внимание уделяется и подземным водам литорали, которые могут поставлять значительное количество питательных элементов в олиготрофные озера, способствуя их эвтрофикации.

Ранее гидрохимические исследования в литоральной зоне оз. Байкал проводились в основном на юго-западном побережье у пос. Листвянка и Большие Коты, где были сосредоточены научно-полевые лаборатории Лимнологического института и Иркутского Университета [51–54]. Эти исследования показали, что воды литорали юго-западного побережья озера отличаются от пелагических равномерным по всей глубине насыщением кислорода в летний период и более низкими его концентрациями в осенний. В литорали наблюдается сезонное изменение концентраций главных ионов с выраженными максимумами в зимний (январь-февраль) и летний (июнь-июль) периодами и минимумами в апреле и августе, что не характерно для вод открытого Байкала. В годовом ходе концентраций биогенных элементов в литоральной зоне обозначены три максимума: зимний (март), летний (июнь-июль) и осенний (октябрь-ноябрь) и два минимума – весенний (апрель-май) и летний (август-сентябрь). Повышенные концентрации кремния чаще обнаруживаются в придонном слое воды. Аномально высокое содержание нитратов и фосфатов определено в подледный период в застойных (между торосами) водах. Ледовый покров препятствует газообмену с атмосферой, а развитие подледного фитопланктона приводит к понижению концентрации диоксида углерода и повышению растворенного кислорода. Весенний период, начинающийся с вскрытием льда в мае в Южном Байкале и продолжающийся до конца июня на севере озера, совпадает со временем годового максимума солнечной радиации. Быстрый прогрев поверхностных вод, завершение вегетации подледного комплекса диатомовых и развитие других видов водорослей, определяет суточный ход концентраций кислорода, углекислого газа, кремния, а также соединений азота и фосфора в весенний период. В июле в литорали озера Байкал активное развитие бентосных и планктонных водорослей приводит к интенсивному потреблению биогенных элементов, рост температуры воды вызывает снижение концентрации растворенных газов [55].

Неоднородность в распределении биогенных элементов обусловлена не только жизнедеятельностью планктонных организмов, но также внутриводоемными процессами. В целом, пространственная неоднородность и сезонная изменчивость концентраций газовых компонентов, основных ионов и биогенных элементов в литоральной зоне имеют схожую динамику, что говорит о единстве проходящих процессов. Иная динамика химических компонентов наблюдается в заливах озера и на мелководьях, образованных наносами при впадении крупных притоков [56]. В этих районах содержание и динамика биогенных элементов зависят от поступления их с речными водами, от гидродинамических и гидрофизических условий (температурная ветровая конвекция, течения) и развития биоты [55, 57, 58].

Как установлено различными исследованиями, одной из основных причин кризисных изменений в прибрежной области озера является поступление в озеро неочищенных хозяйственно-бытовых стоков, содержащих значительное количество соединений фосфора, азота и других биогенных элементов [17, 59]. Населенные пункты, располагающиеся в прибрежной зоне озера, как правило, не имеют централизованной системы очистки бытовых сточных вод, в их окрестностях наблюдается максимальные скопления бытового мусора. Количество туристов, приезжающих на озеро, частных гостиниц и турбаз за последние годы выросло в разы. Все чаще можно наблюдать загрязнение прибрежных вод и береговой полосы нефтепродуктами от деятельности маломерного флота и мытья автомобильного транспорта (рис. 1.2.14).



Рисунок 1.2.14 – Загрязнение прибрежной зоны в разных районах оз. Байкал

Увеличение антропогенной нагрузки приводит к развитию в литорали озера токсичных цианобактерий, опасных для человека и животных. Рост поступления биогенных элементов с береговой зоны в озеро способствует массовому развитию нетипичных для Байкала видов водорослей, таких, как спиригира, сине-зеленые и к вытеснению и гибели эндемических байкальских видов [17, 60, 61] (рис. 1.2.15).

Верхняя часть литорали озера – супралитораль или «зона заплеска», первой «откликается» на поступление биогенных элементов в результате деятельности на суше. Эта зона богата пищевыми ресурсами: здесь скапливаются детрит и бытовые отходы,

которые являются главным биотопом для развития особых сообществ и оказывают существенное влияние на гидрохимический и микробиологический режимы интерстициальных и прибрежных вод Байкала.



Рисунок 1.2.15 – Кризисные изменения, происходящие в прибрежной части озера Байкал

Нижняя граница заплесковой зоны вследствие ежегодного поднятия уровня Байкала в период открытой воды перемещается вверх к береговому склону в пределах 10 (западное побережье) и более метров (восточное побережье в заливах озера). В осенне-зимний период уровень воды – верхняя граница зоны, снижается, при этом амплитуда колебаний уровня меняется в пределах 1 м.

Миграция химических элементов в заплесковой зоне определяется выветриванием горных пород, разрушением почвенного покрова, процессами разложения аккумулирующихся на пляжах органических остатков, подкисляющих интерстициальные воды и воду озера в приурезовой полосе. В результате минерализации органических остатков интерстициальные воды заплесковой зоны и вода прибрежной зоны, а также слой пляжных грунтов на глубине 20-30 см насыщаются биогенными элементами. Разложение большой массы органических веществ приводит к усилению процессов разрушения пляжных грунтов и выщелачиванию из слагающих их минералов и горных пород подвижных элементов. Миграция химических элементов в периоды массового скопления органического вещества определяется процессами его разложения. В этот

период вода уреза и лунок максимально насыщена химическими элементами, входящими в состав как разлагающейся массы органики, так и минеральных грунтов. Значительное количество минеральных форм химических элементов усваивается живыми организмами, которые в мелководной зоне Байкала отличаются высокой численностью и биоразнообразием.

Концентрируя широкий спектр макро- и микроэлементов, необходимых для нормального роста и развития, наиболее продуктивные весенне-осенние виды прибрежных макроводорослей и значительная масса разнообразных беспозвоночных зоны заплеска и приурезовой полосы выполняют роль биогеохимического барьера [62].

Гидрохимические исследования, проводимые с 2010 г., показали, что интерстициальные воды заплесковой зоны озера Байкал отличаются от вод литорали более низкими концентрациями кислорода и величиной рН. Достаточно высокое содержание растворенного кислорода в лунках отмечается на каменистых и галечных пляжах (80-105 % нас.), в воде лунок на песчаных пляжах концентрации ниже (50-70 % нас.). Однако независимо от типа грунта при наличии на берегу органических остатков содержание кислорода в интерстициальных водах значительно снижается вплоть до анаэробных условий. В воде лунок под скоплениями детрита наблюдаются и самые низкие значения величины рН (6,5-7,0) [53]. В прибрежной воде озера рост концентрации растворенного кислорода до 150 % нас. и величины рН до 9,5 в светлое время суток связан с наличием прибрежного пояса зеленых активно фотосинтезирующих бентосных водорослей, характерных для каменистых байкальских пляжей [62].

Содержание органического вещества (по перманганатной окисляемости) в интерстициальной воде варьирует от 5 до 30 мг О/л. В прибрежной воде эта величина составляет 0,6-1,1 мг О/л, постепенно снижаясь с удалением от берега.

В интерстициальной воде большинства пляжей концентрации ионов близки, либо незначительно превышают таковые в воде Байкала: суммарное содержание главных ионов в воде лунок варьирует от 100 до 150 мг/л (рис. 1.2.16а), из чего следует, что интерстициальные воды подпитываются в основном водами озера через береговые отложения, а также в результате заплеска волн. Высокое суммарное содержание ионов в интерстициальной воде отдельных пляжей (от 200 до 1000 мг/л) связано с разгрузкой в этих районах подземных вод с высокой минерализацией [55]. Следует отметить также отдельную группу пляжей с минерализацией интерстициальных вод ниже 100 мг/л. Эти пляжи находятся под влиянием подруслового стока низкоминерализованных притоков озера. Конус выноса этих притоков в рыхлых отложениях пляжей достаточно широк и это следует учитывать при отборе проб. В приурезовой воде и в воде, отобранной в 100 м от

берега, концентрации главных ионов и их суммарное содержание в основном близки, что хорошо согласуется с постоянством солевого состава байкальской воды [63]. Исключения составляют районы Байкала, где на химический состав озерной воды оказывают влияние воды притоков.

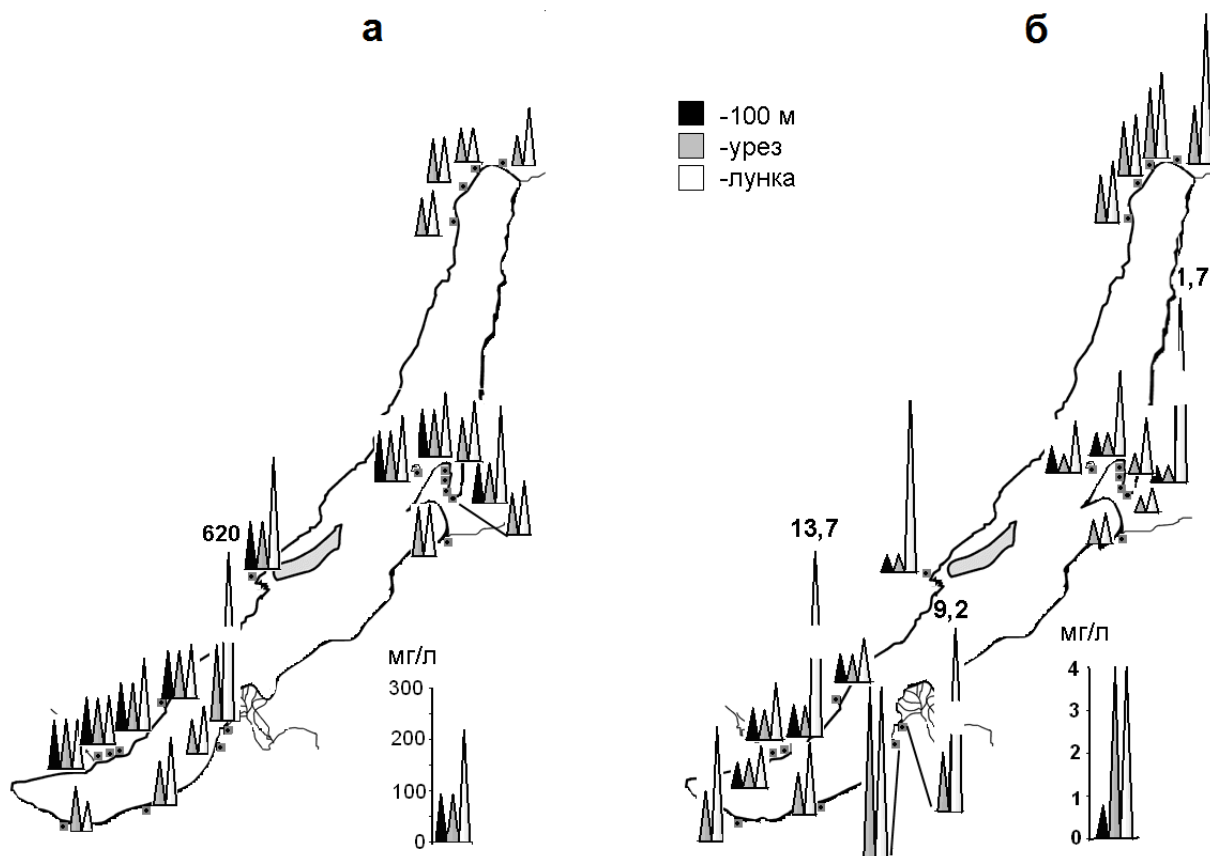


Рисунок 1.2.16 – Суммарное содержание ионов (а) и концентрации кремния (б) в интерстициальных водах заплесковой зоны и литорали озера Байкал [55]

В интерстициальных водах исследованных пляжей содержание кремния повсеместно выше, чем в водах озера. Так, в июне 2011 г. концентрации кремния в воде лунок изменялись в широких пределах: от 0,72 мг/л на пляже у пос. Усть-Баргузин до 13,7 мг/л в пос. Большие Коты (рис. 1.2.16б). Низкие концентрации кремния характерны для галечных и песчаных пляжей, удаленных от мест впадения притоков (бух. Песчаная, пос. Курбулик, Большой Ушканий остров). Максимальные концентрации кремния наблюдались в местах поступления в заплесковую зону высокоминерализованных подземных вод: пос. Большие Коты, дер. Монахово и пляж возле пос. Истомино. В прибрежной воде Байкала концентрации этого компонента в основном не превышали 1 мг/л. Его повышенные концентрации наблюдались в водах Посольского, Истокского соров и на Северном Байкале, что обусловлено поступлением речных вод, в которых содержание этого компонента в 2-4 раза выше, чем в воде озера. Так, в прибрежной воде у

пляжей турбазы Култушная, пос. Истомино и г. Нижнеангарска концентрации кремния составили 4,08, 1,38 и 1,62 мг/л соответственно [55].

В сезонном аспекте в интерстициальной воде содержание минеральных форм азота и фосфора максимально в мае-июне, что связано с поступлением при затоплении береговой полосы при сезонном повышении уровня озера. При этом происходит интенсивное разложение захороненных остатков прошлогодних макрофитов, скоплений детрита и мусора, принесенных на берег тальми снеговыми водами. Суммарное содержание минеральных форм азота (аммонийной, нитратной и нитритной) в интерстициальной воде варьирует в широких пределах от 0,02 до 19 мг/л в июне, и от 0,01 до 7 мг/л в сентябре. Следует отметить, что в июне в интерстициальной воде 25-30 % пляжей при низком содержании растворенного кислорода (0-35 % нас.) и высоком содержании органического вещества (ХПК до 78 мгО/л) в достаточно высоких концентрациях (до 12 мгN/л) преобладает аммонийный азот. На остальных пляжах в июне и практически на всех – в сентябре, в воде лунок доминирует нитратный азот, за исключением пляжей г. Северобайкальска, где круглогодичное доминирование аммонийного азота обусловлено анаэробными условиями, возникающими под постоянно присутствующими скоплениями разлагающегося детрита. Кроме Северобайкальска высокие значения минерального азота в интерстициальных водах регистрировались на пляжах в Максимихе, Хужире, Листвянке, Култуке и Слюдянке [55, 64]. В прибрежной воде озера суммарное содержание минерального азота в период исследований изменялось от 0,01 до 0,3 мг N/л. В июне в приурезовой и в придонной воде на глубине 1 м концентрации азота выше, чем в сентябре, что обусловлено как динамикой содержания этих компонентов в байкальских водах, так и поступлением с побережья. В районах с высокой антропогенной нагрузкой (Хужир, Максимиха, Сахюрта, Северобайкальск, Култук и др.) в прибрежной воде регистрировали достаточно высокие концентрации аммонийного азота (до 0,04 мг N/л), а в отдельные сезоны отмечено доминирование его над содержанием нитратов, что не характерно для хорошо аэрированных с высоким значением величины рН байкальских вод [64].

Содержание фосфатного фосфора в интерстициальной воде изменяется от нулевых значений до 120 мкг P/л. Повышенные значения $P_{мин}$ в воде лунок характерны для июня и являются результатом разложения переотложенного на берегу детрита, в том числе сезонных скоплений мертвых ручейников в период интенсивного вылета их имаго [55]. Высокие значения фосфатов, отмеченные в сентябре для пляжей в поселках Култук, Голоустное, а также высокие средние величины на пляжах поселков Листвянка, Сахюрта, Хужир указывают на антропогенное загрязнение побережья в этих районах. В

прибрежной воде (приурезовой, и в придонной на глубине 1 м, и на расстоянии 100 м от берега) концентрации фосфатов были на порядок ниже, чем в интерстициальной воде на пляжах. Отмечено, что в июне концентрации в прибрежной воде немного выше (до 11 мкг Р/л), чем в сентябре (менее 7 мкг Р/л).

Влияние интерстициальных вод, богатых соединениями кремния, азота и фосфора на прибрежные воды озера очень трудно оценить, контролируя только содержания их минеральных форм. Попадая в озеро, эти биологически активные компоненты (в первую очередь фосфаты) извлекаются фитопланктоном и бентосными водорослями и их концентрации снижаются до минимальных значений. При этом в прибрежной воде увеличиваются концентрации органических форм этих компонентов. Исследования, проводимые на юго-восточном побережье озера в районах крупных поселков и городов показали, что летом при минимальных значениях минерального фосфора (ниже 3 мкг/л) в приурезовой воде, его общее содержание достигало величин, характерных для эвтрофных (97 мкг/л в г. Байкальске) и даже гиперэвтрофных (120 мкг/л в г. Слюдянке) водоемов. С удалением от берега концентрации общего фосфора снижались и в 100 м от берега не превышали 20 мкг/л.

Таким образом, формирование химического состава вод заплесковой зоны озера Байкал зависит от целого ряда факторов: поступления в зону заплеска высокоминерализованных грунтовых вод, удаленности пляжа от устьев рек, количества и состава береговых скоплений детрита, рекреационной нагрузки. В результате затопления береговой линии при сезонном повышении уровня озера (май-июнь) и интенсивного разложения захороненных остатков прошлогодних макрофитов, скоплений детрита и мусора, принесенных на побережье талыми снеговыми водами в интерстициальной воде заплесковой зоны озера регистрируются максимальные концентрации биогенных элементов и органических веществ. В прибрежной воде озера (как на урезе, так и в 100 м от берега) концентрации минеральных форм азота и фосфора снижаются от мая к сентябрю в результате потребления фитопланктоном и фитобентосом, при этом увеличивается содержание органических форм этих компонентов.

1.2.2.4 Состояние запасов пелагического комплекса коттоидных рыб (голомянки, желтокрылки) в условиях депрессии численности байкальского омуля и высокой численности байкальского тюленя

Озеро Байкал является глубоководным водоемом с максимальной глубиной 1636 м, поэтому основная трансформация первичной продукции по трофическим цепям происходит в мезо – батипелагиали, где по численности и биомассе доминируют рыбы

пелагического комплекса *Cottoidei* – большая голомянка *Comephorus baicalensis* (Pallas, 1776) и малая голомянка *Comephorus dybowskii* (Korotneff, 1904). Понимание динамики экосистемы Бакала невозможно без установления динамики запасов (численности и биомассы) отдельных компонентов экосистемы. В разных котловинах озера достаточно отчетливо проявляется межгодовая периодичность в развитии фито- и зоопланктона. О динамике запасов и структуры популяций голомянок до настоящего времени не сложилось утвердившихся представлений.

В последнее десятилетие в озере Байкал наблюдались негативные изменения в экосистеме [14, 65], которые сопровождались снижением запасов байкальского омуля [66–68] и формированием относительно высокой численности байкальского тюленя [69]. Ряд негативных процессов был обусловлен или усугублялся маловодным периодом в озере и его водосборной системе, в т.ч. снижение запасов байкальского омуля. Роль маловодного периода в других изменениях не очевидна. Нет адекватных исследований, позволяющих объяснить факты, свидетельствующие о снижении запасов комплекса пелагических и прибрежных видов *Cottoidei* и повышении численности байкальского тюленя.

Согласно [70], запасы большой голомянки оценены в 50 (40-60) тыс. т, а малой – в 100 (80-125) тыс. т. Расчетная продукция составила около 100 тыс. т, в т.ч. большой голомянки – 25 тыс. т, а малой – 85 тыс. т. Сходные оценки по биомассе обоих видов 150 тыс. т получил Г.В. Стариков [71, 72], однако биомасса большой голомянки была оценена 80 тыс. т, а малой – 70 тыс. т.

Динамика численности малой голомянки подвержена значительным колебаниям, которые сопровождаются изменениями размерно-возрастной структуры [71, 72]. При этом оценки численности обратно пропорциональны оценкам биомассы, т.е. высокая численность обусловлена высокой численностью молоди, а высокая биомасса – численностью взрослых особей. У большой голомянки были выявлены менее значительные колебания. После увеличения численности малой голомянки в 1970 г. последовало увеличение численности и биомассы большой голомянки в 1971 и 1972 гг. По мнению Г.В. Старикова [71, 72] эти колебания обусловлены годовой периодичностью урожайности фито- и зоопланктона. Основу рациона малой голомянки за исключением первого года жизни составляет макрогектопус [73, 74–76]. Доля его в рационе изменяется по сезонам: наиболее высокая (более 90 %) с ноября по апрель, в июле – сентябре снижается до 50-80 %, остальная часть рациона представлена эпишурой – до 50 % и молодью рыб – не более 10% [77]. По данным И.Б. Волрмана [77] основу рациона большой голомянки с августа по декабрь составляет макрогектопус – 80-90 %, к марту его доля снижается до 10-65 %, а в июле 1974 г. его доля снизилась до 10 %. В этот период

доминировала рыбная пища (малая голомянка). В июне-июле 1975 г. основу рациона большой голомянки составлял макрогектопус. Особенностью питания молодежи большой голомянки размером 20-50 мм является ее питание молодью малой голомянки – до 80 % и более мелкими особями собственного вида – до 20 % [75–78].

Помимо межгодовой изменчивости кормовой базы значительное влияние на популяции голомянок оказывает байкальский тюлень, рацион которого на 85 % состоит из голомянок [79]. Следует учитывать, что нерпа ныряет преимущественно на глубины не более 200 м, однако максимальные погружения зарегистрированы на глубинах 300-400 м [80, 81], т.е. голомянка на глубинах более 400 м недоступна для нерпы, а ее доступность на глубинах 200-400 м ограничена.

При численности нерпы 70 тыс. голов и рационе около 3 кг в сутки годовое потребление составляет 77 тыс. тонн. Это составляет 77 % от продукции голомянок в целом. По расчетам В.Д. Пастухова [79] тюлень осваивает 64 % продукции малой голомянки и около 37 % большой голомянки, исходя из сведений о годовой продукции малой голомянки 85 тыс. т и 25 тыс. т – большой голомянки [71, 72]. Есть вероятность переоценки роли голомянок в питании байкальского тюленя. Так, по мнению В.В. Конторина [77], с учетом калорийности малая голомянка составляет около 50 % рациона, а большая – 10 %, остальные 40 % – преимущественно представители рода *Cottomephorus*. Кроме того, большое значение в питании байкальского тюленя может иметь макрогектопус *Macrohectopus branickii*. Высказана гипотеза о том, что смена моделей поведения в дневное и ночное время у байкальского тюленя обусловлена потреблением рыбной пищи в дневное время, а рачков – в темное время суток [81].

Пищевое поведение у большинства широколобок, в т.ч. голомянок, соответствует способам охоты хищников-засадчиков. Мнение об осуществлении голомянками суточных пищевых вертикальных миграций [78] является устойчивым «научным мифом», не поддающимся логичному объяснению. Оба вида голомянок осваивают всю толщу вод озера до максимальных глубин 1636 м. Нет сомнений, что они за сутки не способны преодолеть тысячу метров в результате миграции и вернуться на исходную глубину.

В целях обобщения и теоретического исследования взаимодействия в сообществе «малая голомянка-большая голомянка-нерпа» построена имитационная модель. Данная модель представляет собой модификацию модели «хищник-жертва» [82, 83]:

пусть x – численность малой голомянки (шт.);

y – численность большой голомянки (шт.);

z – численность нерпы (шт.).

Модель динамики численности популяций представляет собой систему дифференциальных уравнений (1)-(3):

$$\begin{cases} \dot{x} = x(a - by - cz - dx), & (1) \\ \dot{y} = y(g + kx - lz - my), & (2) \\ \dot{z} = z(p + qx + ry - sz), & (3) \end{cases}$$

где a , g , p – коэффициенты воспроизводства особей (малой голомянки, большой голомянки, нерпы соответственно);

b – коэффициент, описывающий количество малой голомянки, которая становится жертвой большой голомянки;

c – коэффициент, характеризующий количество малой голомянки, которая становится жертвой нерпы;

d , m , s – коэффициенты самоограничения численности внутри вида (малой голомянки, большой голомянки, нерпы соответственно).

k – коэффициент, описывающий пополнение численности большой голомянки за счет потребления малой голомянки;

l – коэффициент, характеризующий количество большой голомянки, которая становится жертвой нерпы;

q – коэффициент, описывающий пополнение численности нерпы за счет потребления малой голомянки;

r – коэффициент, характеризующий пополнение численности нерпы за счет потребления большой голомянки.

Методика исследования имитационных моделей основывается на следующей последовательной схеме:

- 1) построение концептуальной модели;
- 2) разработка математической модели;
- 3) идентификация параметров модели;
- 4) проведение численных экспериментов и анализ модели;
- 5) верификация модели;
- 6) выработка сценариев управления и прогнозов по ним.

На первом этапе исследования проведен математический эксперимент для визуализации реакции модели на изменение численности тюленя. Стационарным

состоянием выбраны параметры, соответствующие высокой численности популяции нерпы. Данный выбор обусловлен предположением о том, что значительное падение численности млекопитающих – более вероятное событие в сравнении со значительным повышением таковой. Падение численности может быть результатом добычи животных, эпидемии, неблагоприятными эколого-климатическими условиями. Первое, промышленная добыча животных, осуществлялась вплоть до 2007 г. [69]. После введения запрета добыча осуществлялась в режиме обеспечения традиционного образа жизни коренных малочисленных народов и в результате браконьерства. Эпидемия 1980-х гг., вызванная вирусом чумы плотоядных, могла нанести прямой ущерб – гибель животных и косвенный – снижение яловости преодолевших заболевание зверей. Аридные климатические изменения определяют раннее разрушение логовищ и высокую смертность приплода, также раннее таяние льда, не позволяющее завершить процесс линьки. Сбои процессов линьки могут негативно отражаться на репродуктивных циклах [79]. Напротив, значительное повышение численности тюленей может быть результатом повышения ресурсов кормовой базы, в т.ч. в результате предшествующего снижения численности зверей.

Результаты эксперимента (рис. 1.2.17) продемонстрировали, что снижение численности тюленей под действием постоянного негативного фактора (с 6-го по 25-й год) сопровождается увеличением численности обоих видов голомянок. Повышение ресурсов кормовой базы со временем частично компенсирует действие негативного фактора и замедляет снижение численности зверей. Увеличение запасов малой голомянки обуславливает увеличение численности большой голомянки. После отмены негативного фактора численность зверей восстанавливается в течение 6 лет и затем происходит незначительное увеличение численности тюленей, величина которого не приводит к падению численности рыб ниже равновесного состояния, сообщество приходит к равновесному состоянию в течение 15-25 лет после отмены действия негативного фактора.

Полученные результаты согласуются с исследованиями, проводимыми на Байкале. Согласно материалам ОДУ 2007 г. расчетная численность популяции без приплода в 2006 и 2007 гг. составляла 70-80 тыс. шт. Кроме того, было отмечено, что с 2000 по 2006 гг. доля малой голомянки в питании нерпы увеличилась, а большой голомянки – сократилась. В 2000 и 2001 гг. наблюдались относительно высокие значения уловов голомянок на используемое орудие лова и число малой голомянки в 2-4 раза превосходило число большой голомянки в уловах [84]. Уже в 2015 г. численность тюленя достигла 130 тыс. шт. и высокая численность сохраняется по настоящее время (согласно

материалам ОДУ 2021 г.). В 2021 г. был осуществлен лов голомянок по методике, используемой ранее [84]. Результаты лова продемонстрировали значительное снижение показателей вылова на орудие лова (не был получен репрезентативный материал), а соотношение большой и малой голомянок в улове было близко 1:1. Верификацию полученной модели легко провести, анализируя соотношение большой и малой голомянок в уловах.

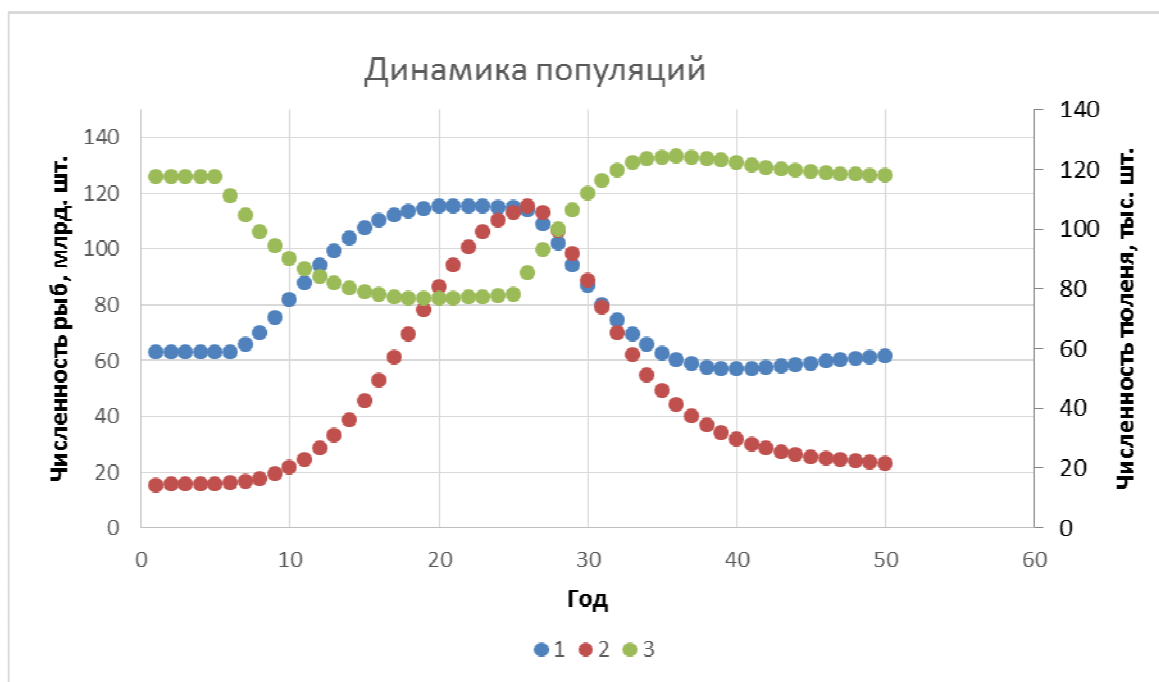


Рисунок 1.2.17 – Модель динамики популяций: 1 – малой голомянки, 2 – большой голомянки, 3 – байкальского тюленя

(первые 5 лет равновесное состояние, 6-25 гг. – действие негативного постоянного фактора, 27-31 гг. – восстановление численности тюленей после окончания действия негативного фактора, восстановление равновесного состояния сообщества в течение 15-25 после отмены действия негативного фактора)

Байкальский тюлень выступает мощным биотическим фактором, определяющим функционирование экосистемы Байкала, в частности, он оказывает огромное воздействие на запасы и динамику численности голомянок и может служить индикатором состояния их ресурсов [79]. Данные об активности перемещений байкальского тюленя получены с помощью спутниковой телеметрии [85] в период с июля 2019 г. по март 2020 г. Установлены средние расстояния, на которые перемещались нерпы в течение суток ($9,9 \pm 2,7$ SE км для самок, $17,0 \pm 2,1$ км для самцов), и дальность перемещений за время наблюдений (до 5459 км для самок и до 8220 км для самцов). Протяженность оз. Байкал составляет 736 км. Следовательно, популяция тюленя способна синхронизировать процессы популяционной динамики пелагического комплекса рыб во всех трех котловинах озера.

Несмотря на то, что основной пищей тюленя является комплекс голомянок, в случае нарушения баланса между голомянками и байкальским тюленем последний получает пищу за счет других видов. Пополнение рациона происходит за счет бенто-пелагических видов рода *Cottocomephorus* – 20-25 % по весу, глубоководных бычков – менее 3 % [86] и лососевых, доля омуля в рационе тюленя составляет около 4 % от общей биомассы (2 % его запаса) [87]. Следует отметить, что потребление омуля тюленем сопоставимо с промысловыми уловами [88]. Весь этот комплекс рыб обитает преимущественно на периферии основной продуктивной зоны – пелагиали Байкала. Наибольшие скопления этих рыб наблюдаются в придонной зоне материкового склона. Процессы популяционной динамики всех видов желтокрылок слабо изучены. В существовавшей путанице в видовой идентификации удалось разобраться только в последнее время [89]. До настоящего времени нет единого мнения о статусе нерестовых стад (мартовского, майского и августовского) у желтокрылки и насколько эти группировки обособлены генетически. Нет оснований для исключения эпигенетических механизмов в ходе реализации репродуктивных циклов. Оценки биомассы и продукции желтокрылки, основанные на оценках численности молоди, Е.А. Корякова [78] признает весьма приблизительными. Таким образом, все сведения о численности, биомассе, продуктивности и питании байкальского тюленя этими видами требуют ревизии.

Байкальский омуль в период нагула недоступен байкальскому тюленю в связи с его способностью к быстрому перемещению, в отличие от голомянок и желтокрылок. Вероятно, и охота за молодью омуля является энергетически не оправданной. Тюлень способен потреблять больных и ослабленных в результате нерестовых миграций особей. Наибольшие по протяженности нерестовые миграции наблюдаются у омуля селенгинской популяции. Рыбы, которые скатываются по реке с верхних нерестилищ к моменту выхода в озера по большей части не жизнеспособны. Соответственно тюлень, потребляя рыб, не участвующих в последующих циклах воспроизводства, не может оказывать существенного прямого воздействия на динамику популяций этого вида. Однако опосредованное воздействие может заключаться в снижении конкуренции за кормовые ресурсы у пелагических рыб в результате повышения численности тюленей и выедания ими голомянок и желтокрылок [80].

Опосредованным воздействием на популяцию омуля можно считать поведение животных в местах промысла омуля. Часть тюленей приспособилась «грабить» рыбаков, они караулят постановку сетей, из которых выедают попавшую туда рыбу, в результате чего лов омуля становится малорентабельным. Таким образом, в условиях депрессии численности байкальского омуля высокую численность популяции байкальской нерпы

можно признать благоприятным фактором восстановления его запасов. С другой стороны, нельзя исключить обратного, того, что снижение запасов байкальского омуля способствовало увеличению численности байкальского тюленя. Омуль потребляет зоопланктон, в т.ч. ихтиопланктон, представленный молодью голомянок и желтокрылок. В результате снижения запасов байкальского омуля продуктивность комплекса голомянок и желтокрылок должна увеличиться. Согласно расчетам В.В. Конторина [77] омуль потребляет продукцию молоди, сопоставимую с потреблением продукции взрослых особей этих видов популяцией тюленей. Учитывая, что запасы омуля определяются динамикой водности озера и его нерестовых притоков, есть вероятность наличия их влияния на динамику сообщества рыб и нерпы. Однако данные взаимосвязи не очевидны и их установление с применением классических методов исследований требуют длительных наблюдений.

1.2.2.5 Анализ современных проблем в состоянии водных биологических ресурсов озера и возможных сценариев дальнейшего их развития

*Как уже отмечалось, рыбное сообщество интегрирует воздействие на экосистему Байкала. По данным В.Г. Сиделевой [90, 91] в озере Байкал обитает 58 видов рыб, из которых 54 являются местными и 4 интродуцированы. Из всех местных рыб 19 видов используются в хозяйственной деятельности. Из рыб, утративших свое ресурсное значение, 3 вида относились к ценным объектам рыболовства, их численность настолько мала, что они имеют природоохранный статус. Байкальская популяция осетра *Acipenser baerii* занесена в Красные книги России (2000 г.) и Республики Бурятия (2013 г.). В пятидесятых годах 19 столетия вылов осетра колебался от 16 до 48 т [92]. По мнению автора, неконтролируемый промысел осетра в реках в период нерестовых миграций и повсеместное истребление молоди прибрежным омулевым промыслом быстро подорвали его запасы. После 1968 г. вылов осетра осуществлялся только в научно-исследовательских целях и в целях искусственного воспроизводства. В семействе лососевых утрачено ресурсное значение обоих видов, обитающих в озере Байкал: тайменя *Nischo taimen* и ленка *Brachymystax lenok*. У тайменя есть охранный статус (EN, Исчезающий вид). Ленок занесен в Красную книгу Бурятии (2013 г.) со статусом сохранения VU (уязвимый вид) [90]. Таймень и ленок никогда не были массовыми промысловыми видами на Байкале, а к началу 1970-х гг. исчезли из промысловой статистики [92].*

Основным промысловым видом на Байкале является омуль. По расчетам А.М. Мамонтова, с 1966 по 2000 гг. в среднем учитывалось только 29,2 % уловов омуля. По экспертной оценке БайкалНИРО неучтенный вылов сопоставим с величиной

официальной добычи. Неучтенный вылов омуля стал носить неконтролируемый характер, что в итоге привело к необходимости с 2017 г. второй раз в истории рыболовства на Байкале запретить его промышленный лов и принять ряд жестких мер по охране [92].

Сиг в Байкале представлен двумя формами: озерной и озерно-речной. Озерно-речной сиг находится на грани исчезновения и нуждается в охране и искусственном воспроизводстве. Озерный сиг более многочислен, основными местами его обитания являются Чивыркуйский и Баргузинский заливы, Малое Море и Селенгинское мелководье [92].

В оз. Байкал обитают черный байкальский хариус и белый байкальский хариус. Ресурсы этих видов осваиваются преимущественно при осуществлении любительского лова. Объемы его вылова ограничиваются только запретом на его вылов в нерестовый период. В остальное время осуществление контроля над его добычей не представляется возможным.

Важное значение в промысле имеют рыбы заливов и соров – плотва, окунь, щука. Их запасы относительно стабильны. Однако в последнее время наблюдается снижение уловов в проливе Малое Море, вероятно, вследствие рекреационного туризма и использования запрещенных сетных орудий лова отдыхающими и местным населением.

Остальные промысловые виды рыб представлены в промысловых уловах в качестве прилова и их доля в уловах очень низка.

Непромысловыми, но все же имеющие важнейшее значение в экостеме рыбами является комплекс коттоидных рыб (Cottoide). *Все промысловые в прошлом виды коттоидных рыб утратили ресурсное значение. Виды рода Cottocomephorus и Procottus major имеют низкую численность популяции и их промысел финансово невыгоден [90]. Оба вида голомянок являются самыми многочисленными видами в озере, их биомасса превышает биомассу остальных рыб озера ([93, 78, 71] и т.д.). Тем не менее, промышленное освоение их запасов нерентабельно в связи с тем, что они не формируют достаточно плотных скоплений. В последнее время голомянку реализуют частные предприниматели в качестве деликатесной экзотичной продукции.*

Одной из насущных проблем является снижение запасов основного промыслового вида рыб – байкальского омуля, на промышленный и любительский вылов которого введен запрет с 2017 г. Большинство специалистов считают запрет малоэффективной мерой, что обусловлено обитанием вида в условиях глубоководного водоема. С одной стороны, омуль, нагуливающийся в глубоководной зоне на глубинах до 350-400 м, малодоступен для вылова промышленными и любительскими орудиями лова. С другой, имеющиеся ресурсы рыбоохраны в предшествующий период явно были недостаточны для

эффективного контроля на огромной акватории озера площадью более 31 тыс. км². Омуль наиболее уязвим для вылова в период формирования преднерестовых скоплений на акваториях, прилегающих к устьям и дельтам основных нерестовых притоков и в самих реках. На этом фоне особенно важен вопрос противодействия незаконному, несообщаемому и нерегулируемому (ННН) промыслу, который является одной из важнейших причин снижения уровня естественного воспроизводства рыбы.

В результате просчетов в оценке запасов, основанных на недостоверных данных промысловой статистики и, соответственно, динамики популяций байкальского омуля, в 2017 г. был введен запрет на промышленный и любительский вылов байкальского омуля (Приказ Минсельхоза России от 29.08.2017 № 450). Несмотря на понимание научного сообщества, в том числе подведомственных Росрыболовству организаций, что причиной снижения запасов байкальского омуля стал катастрофический для популяций омуля уровень браконьерства на путях нерестовых миграций, адекватные меры, обеспечивающие хотя бы сохранение его запасов, не были приняты. Перед запретом наметилась тенденция к снижению эффективности и рентабельности промышленного лова омуля, основанного на эксплуатации нагульного стада. Поэтому часть рыбопромышленников отказалась от ведения рыбодобывающей деятельности еще до введения запрета. В 1970-е гг. выяснилось, что во многих случаях факт истощения запасов промысловых объектов не связан с их чрезмерным выловом, а применяемые при прогнозе подходы изучения популяций промысловых гидробионтов не справляются с прогнозами и задачами освоения биоресурсов [94-96]. Была сформулирована концепция предосторожного подхода к оценке ОДУ [97, 98], как правило, приводящая к занижению оценок величины запасов того или иного объекта. В идее предосторожного подхода есть рациональное зерно. Однако это не делает его полноценным инструментом в деле управления биоресурсами [96]. Показано, что использование такой «подгонки» в управлении эксплуатацией морских биоресурсов оказалось весьма сомнительным [99]. По имеющимся экспертным оценкам нелегальный оборот сопоставим с легальным [67, 100, 101]. Общеизвестно, что неоправданные ограничения квот на вылов провоцируют сокрытие уловов рыбопромышленниками, представление недостоверной статистической информации, которая в последующем используется для определения ОДУ [68, 102].

Ограничение на промышленный лов байкальского омуля было введено как мера по восстановлению его запасов. Для обоснования ОДУ байкальского омуля традиционно использовалась оценка численности рыб, полученная биостатистическим методом с применением алгоритмов виртуально-популяционного анализа (ВПА) [103]. Стабильное состояние популяции омуля в благоприятный период оценивалось в 20-26 тыс. т.

Согласно материалам ОДУ на 2017 г., на основании которых был введен запрет на вылов байкальского омуля, его биомасса в 2016 г. составляла 12,6 тыс. т. Было отмечено, что запасы омуля по сравнению с 1990-ми годами низкие, они находятся на нижней границе принятых эталонных оценок стабильности. Величина запаса в 6,8 тыс. т в 2017 г., приведенная в материалах ОДУ [103] после введения запрета, представляется абсурдной – запас уменьшился на 5,8 тыс. т. При этом, согласно промысловой статистической отчетности, вылов за 2017 г. составил 0,6 тыс. т, а с учетом оценок ННН-промысла – около 1,0 тыс. т. Даже если принять, что пополнения в данный период не было вовсе, остается 4,8 тыс. т омуля, судьба которого требует аргументированных пояснений.

Известно, что доля половозрелых рыб составляет 5,3 % численности общего запаса [104], а нерестовое стадо в период с 1982 по 2004 гг. составляло всего 1,5-2,0 % численности общего запаса [101]. При такой структуре популяции изменение величины промыслового изъятия не оказывает существенного влияния на численность нерестового стада.

Любительское рыболовство омуля осуществляется в озере преимущественно в нерестовый и преднерестовый период август-октябрь, когда нерестовое стадо мигрирует к местам воспроизводства в нерестовые реки, т.е. участки, где любительский лов не допускался и до введения запрета. Вследствие этого любительский лов в озере, как и промышленный, основан на эксплуатации нагульного стада и не может оказывать негативного воздействия на уровень воспроизводства.

При условии выполнения «дозапретных» правил рыболовства существующей нормативной базы было вполне достаточно для сохранения запасов омуля. В последние 50 лет принципиальных изменений в правила рыболовства не внесено.

Введение запрета спровоцировало увеличение стоимости продукции омуля в 2-3 раза, что повысило финансовую привлекательность браконьерского лова омуля. А необходимость контроля над любителями, которые попали в разряд «браконьеров», оттягивает ресурсы рыбоохраны и полиции с охраны мест воспроизводства, в то же время позволяет уполномоченным органам отчитываться об усилении борьбы с браконьерством на основании увеличения административных и уголовных дел.

В соответствии со сложившейся концепцией перелова [105] необходимо учитывать, что перелов должен рассматриваться как с экономических позиций (экономический перелов), так и с экологических (экологический или перелов по пополнению). Учитывая особенности обитания байкальского омуля на глубинах до 350 м на акватории более 32 тыс. км², экономический перелов с высокой степенью вероятности наступит раньше экологического, т.е. до начала его существенного влияния на воспроизводящую

способность популяций. В 2016-2017 гг. было отмечено довольно существенное снижение неучтенного вылова, в том числе из-за переоценки окупаемости его ведения [67]. Значительные затраты на организацию и проведение промысла в условиях низких запасов байкальского омуля делают его нерентабельным. В результате происходит саморегуляция объема промышленного изъятия [68]. Кроме того, официальный вылов существенно снизился в результате введения достаточно жестких решений по ограничению промысловой нагрузки (снижению интенсивности лова на общем фоне уменьшения запасов) [67].

Снижение запасов, а также уменьшение промышленных уловов в значительной мере обусловлено климатическими изменениями и адаптацией к ним рыб на популяционном уровне [106]. Основными лимитирующими факторами, определяющими продуктивность рыб, являются: водность нерестовых рек и уровень озера (влияющих на эффективность естественного воспроизводства и последующее пополнение промыслового запаса) и термический режим водной толщи (определяющий состояние кормовой базы и пространственное распределение рыб) [107]. По данным рыбопромысловой статистики увеличение уловов наблюдалось в среднем через пять лет после периодов повышенной водности в бассейне Байкала [100]. Динамика вылова соответствует циклическим климатическим изменениям, определяемым солнечной активностью – сменой сухого и влажного периодов. В условиях повышенной водности рек формируются благоприятные условия для нереста и сохранения фонда отложенной икры [107]. Кроме того, высокий уровень вод снижает эффективность браконьерского вылова омуля на путях нерестовых миграций. В результате увеличения стока повышается уровень вод в озере, увеличивается площадь прибрежно-соровой зоны и ее продуктивность, создаются благоприятные условия для нагула молоди. Снижение запасов байкальского омуля связано с аридным трендом эколого-климатических изменений 2000-2019 гг., который явился основным неблагоприятным фактором условий его воспроизводства. Необходимо учитывать, что в периоды потеплений омуль избегает прибрежных вод и мелководных акваторий [108], в результате эффективность промышленного лова существенно снижается. Качественный прогноз тенденций изменений в промысловых популяциях, сообществах и биоценозах невозможен и без учета влияния климатических факторов на динамику численности отдельных видов, соответственно, и тенденций изменения их запаса [96]. Это в полной мере можно отнести как к сообществам рыб внутренних водоемов, так и к сообществам морских рыб. Экосистема озера Байкал, как и других внутренних водоемов морского типа, имеет свои специфические особенности. С одной стороны, экосистема Байкала имеет

структуру и динамику, сходную с морскими, с другой – определяется континентальными эколого-климатическими изменениями.

Миграционное поведение байкальского омуля в весенний период определяется прогревом прибрежных вод [109] летом – поверхностных вод и их перемещением в результате ветрового воздействия. Готовые к нересту особи обитают вблизи устьев рек и не совершают значительных миграций, характерных нагульной части популяции. Низкие показатели уловов могут быть обусловлены отсутствием массовых миграций (привалов) омуля в прибрежную зону, а также изменением других характерных миграций по акватории озера.

Можно предположить увеличение браконьерского вылова после введения запрета, особенно в период нереста рыб. Кроме того, возможно увеличение пресса любительского рыболовства на ценных промысловых рыб, обитающих в прибрежной зоне – черного байкальского хариуса *Thymallus baicalensis* (Dybowski, 1874) и ленка *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773). Введенные ограничения на промышленный и любительский вылов байкальского омуля не только не способствуют стабильности экосистемы, а, напротив, значительно увеличивают риски снижения запасов других видов рыб. Это надо учитывать при принятии административных решений по регулированию рыболовства, т.е. предусматривать возможные экологические последствия для всего комплекса обитателей озера Байкал и в первую очередь – для ценных промысловых видов рыб [107].

Для прогноза изменений численности и возрастного состава омуля при разных стратегиях его охраны на основе данных, представленных в материалах ОДУ на 2018 г., была построена имитационная модель [68]. Модель основывается на описании изменений численности рыб каждого поколения (в результате естественной и промысловой смертности) при переходе в следующие возрастные группы с течением времени. В связи с тем, что зависимость «запас-пополнение» для байкальского омуля не очевидна, пополнение в первую возрастную группу промыслового стада в данной модели определялось исходя из результатов ВПА.

Результаты моделирования в перспективе на 10 лет (рис. 1.2.18) свидетельствуют о том, что при сохранении низкого уровня пополнения запрет не приведет к увеличению промысловых запасов. Низкий уровень пополнения в значительной мере определяется высоким уровнем браконьерства в период нереста. В условиях эффективной борьбы с браконьерством в период нереста предполагаемое различие в запасах в периоды запрета и без него, сформированное в первые 5 лет, в последующие годы нивелируется. Результаты моделирования на ближайшую перспективу определяются возрастной структурой промыслового запаса, основу которого (около 85 %) составляют особи 4-8 летнего

возраста. Поэтому динамика первых 5 лет определяется минимальным пополнением поколений, появившихся еще до запретного периода. Увеличение биомассы в этот период может происходить только за счет роста особей без увеличения численности, т.е. наблюдается «мнимое» увеличение запасов. Тем не менее сохраненная часть популяции пополнит нерестовое стадо. Их потомство даст кульминацию биомассы в возрасте 6-7 лет, а половой зрелости достигнет в 6-9 лет. Таким образом, последние этапы экологических последствий запрета можно будет наблюдать через 11-14 лет, когда в пополнение войдут поколения 2022-2024 гг.

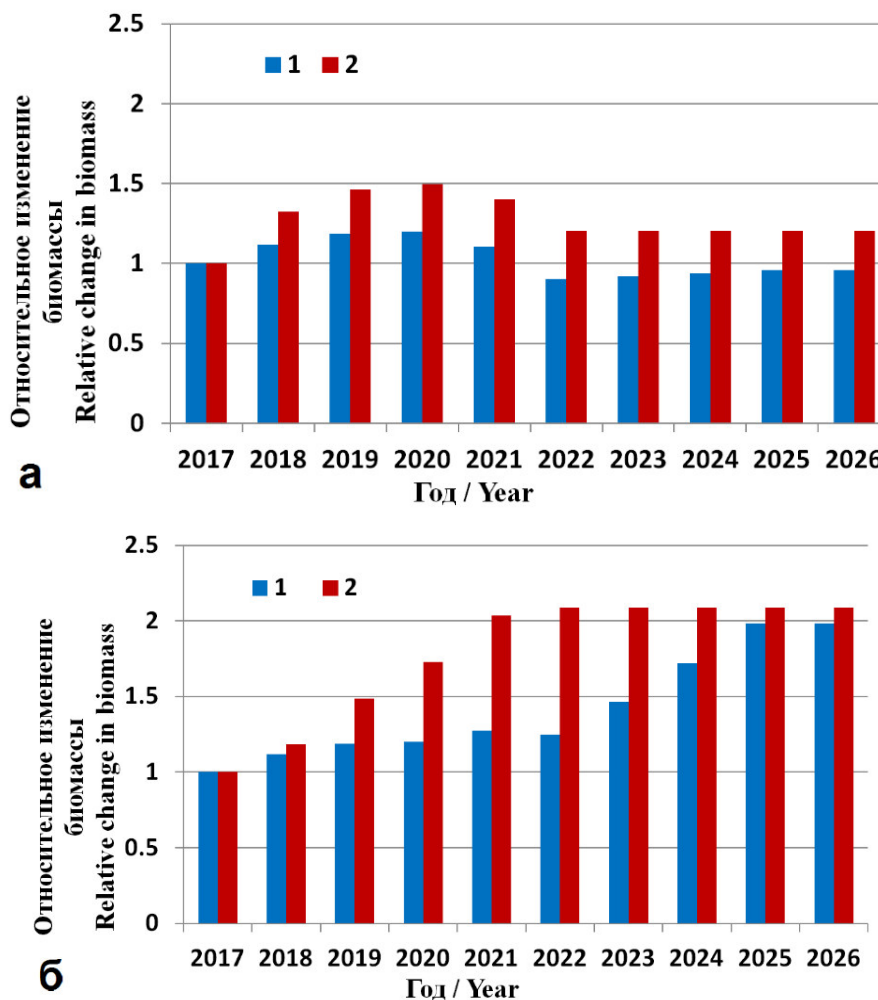


Рисунок 1.2.18 – Прогноз изменения биомассы промыслового запаса байкальского омуля [68]: а – при сохранении высокого уровня браконьерского вылова нерестового омуля (минимальное пополнение) и б – при снижении его до минимального уровня (минимальное пополнение первые 4 года и среднее в последующие)
1 – сценарий без введения запрета, 2 – сценарий с введением запрета.

Важным условием для сохранения запасов водных биологических ресурсов является развитие аквакультуры. На Байкале единственным эффективно работающим предприятием по воспроизводству байкальского омуля (посольской популяции) является Большереченский рыбноводный завод (БРЗ). Основу посольской популяции составляют

особи придонно-глубоководной МЭГ. Данная популяция в настоящее время существует исключительно благодаря искусственному воспроизводству и, по сравнению с другими, фактически не осваивается промышленным и любительским ловом. Динамика ее численности определяется объемом заложенной на инкубацию икры, объемами выпуска личинок и приемной емкостью Посольского сора, в котором происходит нагул скатившейся молоди. Следует отметить, что приемная емкость Посольского сора оценивается в 350-500 млн. личинок [108]. Поэтому если объемы выпуска превышают 500 млн. шт., промвозврат от данного поколения существенно снижается. БРЗ может быть образцом пастбищного рыбоводства не только байкальского омуля, но и сиговых рыб в целом. Искусственное воспроизводство не может и не должно быть альтернативой естественному. При этом сиговые рыбы (омуль, сиг, пелядь и др.), выращенные в режиме пастбищного рыбоводства в водоемах Ангаро-Байкальского рыбохозяйственного бассейна, должны стать весомой альтернативой «дикому» байкальскому омулю на рынке.

При принятии административных решений по регулированию водных биоресурсов Байкал должен рассматриваться не как рыбохозяйственный водоем, а как объект рекреации и туризма, имеющий важное научное и культурно-просветительское значение, как объект всемирного наследия.

Освоение запасов омуля должно базироваться на принципах обеспечения рекреационно туристической деятельности, а также обеспечения традиционного образа жизни местного населения, а не только коренных малочисленных народов.

1.3 Анализ материалов о влиянии колебания уровня озера Байкал на состояние социально-хозяйственных систем прибрежных территорий. Оценка обеспеченности населения водой, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям, в многоводные и маловодные периоды в населенных пунктах прибрежной зоны озера Байкал, Иркутского водохранилища и нижнего бьефа Иркутской ГЭС

1.3.1 Современное состояние социально-хозяйственных систем прибрежных территорий озера Байкал (в границах Иркутской области) и Иркутского водохранилища, подверженных влиянию колебания уровня

Общий анализ социально-экономического развития территорий, потенциально подверженных затоплению и подтоплению, выполнен по основным функциональным блокам внутренней структуры территориальной общественной системы (ТОС), направленной на обеспечение благоприятного уровня и качества жизни человека – хозяйственная деятельность, жилищная и дорожно-транспортная инфраструктуры; социальные и некоммерческие объекты; рекреационная деятельность [1, 2]. В условиях

многолетнего ограничения хозяйственной деятельности в ЦЭЗ БПТ (Приложение Б.8) в Схемах планирования трех административных районов Иркутской области на прибрежной территории оз. Байкал строительство новых объектов не предусмотрено. Исключения составляют ведомственный план развития ОАО «РЖД» на прибрежной территории Слюдянского района, перспективные программно-стратегические разработки по развитию г. Байкальска до 2040 г. (мастер-план КБ «Стрелка», г. Москва), проект берегоукрепительных сооружений в Иркутском муниципальном образовании Иркутского района (стадия предпроектной документации) и точечные переводы отдельных земельных участков в другие категории земель с последующими изменениями на основании конкретных управленческих решений.

Общая характеристика прибрежных территорий, потенциально опасных к затоплению/подтоплению, в разрезе категорий земель по хозяйственному использованию территории и разрешенному использованию участков выполнена преимущественно на основе анализа материалов доступных публичных кадастровых карт (данные Росрестра) (Приложение Б.9), спутниковых снимков (<https://www.google.com/maps/>) и экспедиционных наблюдений. Дальнейшее уточнение, дополнение и детализация требуют экспедиционных исследований.

1.3.1.1 Жилищная инфраструктура

Согласно ст. 2 п. 5 действующего жилищного кодекса [3], жилищная инфраструктура рассматривается как комплекс зданий и сооружений социально-бытового назначения (за исключением дорожно-транспортной инфраструктуры, энерго- и теплоснабжения). Количественные показатели площадей земель и удельный вес потенциально опасных к затоплению/подтоплению территорий (ПЗТ – потенциально затапливаемые территории), индивидуальных жилых домов (с приусадебными земельными участками) и земель, выделенных под индивидуальное жилищное строительство, в разрезе административных районов Иркутской области представлены в таблице 1.3.1 (общая площадь категории ПЗТ составляет 77,5 га – 100 %). Размещены домовладения в категории «земли населенных пунктов» (рис. 1.3.1).

Согласно предварительным оценкам более 4/5 домовладений Ольхонского района (Приложение Б.9) расположены на прибрежной потенциально опасной к затоплению/подтоплению территории (по площади и удельному весу от ПЗТ).

Таблица – 1.3.1. Зоны потенциального затопления/подтопления и площадь земель, занимаемых индивидуальными жилыми домами и участками под индивидуальное жилищное строительство в разрезе административных районов Иркутской области

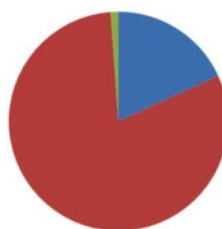
Административные районы	Площадь земель и удельный вес от ПЗТ	
	га	% от ПЗТ административного района
Иркутский	2,3	3,0
Ольхонский	64,8	83,6
Слюдянский	10,4	13,4
Итого:	77,5	100,0

Иркутский район



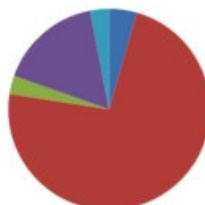
- ЗЕМЛИ ЛЕСНОГО ФОНДА
- ЗЕМЛИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ
- ЗЕМЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ольхонский район



- ЗЕМЛИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ
- ЗЕМЛИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОБЪЕКТОВ
- КАТЕГОРИЯ НЕ УСТАНОВЛЕНА

Слюдянский район



- ЗЕМЛИ ЛЕСНОГО ФОНДА
- ЗЕМЛИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ
- ЗЕМЛИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОБЪЕКТОВ
- ЗЕМЛИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ЭНЕРГЕТИКИ, ТРАНСПОРТА, СВЯЗИ, РАДИОВЕЩАНИЯ И ДР. НАЗНАЧЕНИЯ
- КАТЕГОРИЯ НЕ УСТАНОВЛЕНА

Рисунок 1.3.1 – Структура и удельный вес земель по категориям в разрезе административных районов Иркутской области

1.3.1.2 Хозяйственная деятельность

Основные виды хозяйственной деятельности, осуществляемые на исследуемых территориях, относятся к сферам сельского хозяйства, промышленности, транспорта, строительства и коммерческих услуг (за исключением сектора социальных услуг) [4]. Количественные показатели площади земель и удельный вес по объектам хозяйственной деятельности от потенциально опасных к затоплению/подтоплению территорий в разрезе административных районов Иркутской области представлены в таблице 1.3.2 (общая площадь категории ПЗТ составляет 959,5 га – 100 %). Объекты хозяйственной деятельности размещены в категории «земли населенных пунктов».

Таблица 1.3.2 – Зоны потенциального затопления/подтопления и площадь земель, занимаемых объектами хозяйственной деятельности в разрезе административных районов Иркутской области

Административные районы	Площадь земель и удельный вес от ПЗТ	
	га	% от ПЗТ административного района
Иркутский	0,0	0,0
Ольхонский	740,3	77,2
Слюдянский	219,2	22,8
Итого:	959,5	100,0

В Слюдянском районе в зоне потенциально опасных к затоплению/подтоплению территорий расположены объекты брендовых предприятий по розливу байкальской воды.

В Ольхонском районе по предварительным оценкам отмечается наибольшая площадь потенциально опасных к затоплению/подтоплению территорий хозяйствующих объектов (более $\frac{3}{4}$ общей ПЗТ) (Приложение Б.9). Часть из них расположена на землях особо охраняемых территорий и объектов с разрешенным видом сельскохозяйственного использования (рис. 1.3.1).

1.3.1.3 Дорожно-транспортная инфраструктура

Учтенные земли под объектами автодорожной инфраструктуры на опасных к затоплению/подтоплению территориях в разрезе административных районов Иркутской области представлены в таблице 1.3. 3 (общая площадь категории ПЗТ составляет 210,7 га – 100 %). Преобладающая часть объектов дорожно-транспортной инфраструктуры расположена в Слюдянском районе (90,7 %), который выделяется среди других административных территорий ЦЭЗ БПТ сложившимся транспортно-коммуникационным комплексом. При этом следует отметить, что здесь линейные и локальные объекты указанной инфраструктуры занимают большую по площади территорию в категории

«земли населенных пунктов», чем в категории «земли промышленности, энергетики, транспорта и др.» (соответственно 102,9 и 87,5 га).

Таблица 1.3.3 – Зоны потенциального затопления/подтопления и площадь земель, занимаемых объектами автодорожной инфраструктуры в разрезе административных районов Иркутской области

Административные районы	Площадь земель и удельный вес от ПЗТ	
	га	% от ПЗТ административного района
Иркутский	0,7	0,3
Ольхонский	18,9	9,0
Слюдянский	191,1	90,7
Итого:	210,7	100

Вдоль южного побережья оз. Байкал проходит отрезок Транссибирской железнодорожной магистрали (в составе филиала ВСЖД ОАО «Российские железные дороги») и Кругобайкальская железная дорога, протяженностью 110,37 км и 89 км, соответственно. Опасность повышения уровня оз. Байкал для железной дороги связана с сильным обводнением прилегающих прибрежных территорий, что является причиной размывов, сплывов, камнепада, а также зимнего пучения грунта и весенних просадок грунта вследствие таяния. Наиболее «уязвимы» к таким процессам, вследствие повышения уровня оз. Байкал, участки Транссибирской железнодорожной магистрали: ст. Слюдянка-2 – ст. Утулик, ст. Солзан – О.П. 5362, О.П. 5369 – ст. Паньковка-2. Участки на Кругобайкальской железной дороге, подверженные колебаниям уровня озера, требуют уточнения при экспедиционных исследованиях, планируемых в рамках выполнения 2 этапа настоящей НИР.

Объекты водно-транспортной инфраструктуры, обеспечивающей судоходство на оз. Байкал, Иркутском водохранилище и р. Ангаре, также находятся в зоне влияния колебаний уровня данных водных объектов. Наиболее «уязвимыми» являются причальные и гидротехнические береговые сооружения. Сведения о таких сооружениях на побережье оз. Байкал (Иркутская область) представлены в Приложении Б.10.

1.3.1.4 Социальные и некоммерческие объекты

Социальная сфера – это совокупность отраслей, в которую входят объекты здравоохранения, образования, культуры, физической культуры и спорта, социального обеспечения.

Некоммерческие объекты – это объекты на территории садоводческих некоммерческих товариществ (СНТ) и огороднических некоммерческих товариществ

(ОНТ) [5]. Садовые земельные участки с такими видами разрешенного использования, как «садовый земельный участок», «для садоводства», «для ведения садоводства», «дачный земельный участок», «для ведения дачного хозяйства» и «для дачного строительства» считаются равнозначными. Также земельные участки с видами разрешенного использования «огородный земельный участок», «для огородничества» и «для ведения огородничества», содержащиеся в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН) и документах, считаются равнозначными и являются огородными земельными участками. Учетные земли под объектами указанных сфер жизнедеятельности на потенциально опасных к затоплению/подтоплению территориях в разрезе административных районов Иркутской области представлены в таблице 1.3.4 (общая площадь категории ПЗТ составляет 4028,0 га – 100 %).

Таблица 1.3.4 – Зоны потенциального затопления/подтопления и площадь земель, занимаемых объектами социальной и некоммерческой инфраструктуры в разрезе административных районов Иркутской области

Административные районы	Площадь земель и удельный вес от ПЗТ	
	га	% от ПЗТ административного района
Иркутский	2,2	0,0
Ольхонский	4019,3	99,8
Слюдянский	6,5	0,2
Итого:	4028,0	100,0

Преобладающая доля некоммерческой инфраструктуры (СНТ и ОНТ), расположенной на потенциально опасных к затоплению/подтоплению территориях, находится в Ольхонском районе. Следует отметить, что более 99 % указанных объектов расположены на землях особо охраняемых территорий и объектов с разрешенным видом использования для местного населения [5] и сельскохозяйственного использования (Приложение Б.9).

Большую социальную значимость на территориях, прилегающих к оз. Байкал, имеют объекты культурного наследия, «представляющие собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры...» [6]. На основании ст. 36 ФЗ-73, на территории памятников устанавливается режим, запрещающий осуществление любых видов деятельности, а также проведение хозяйственных и иных работ, за исключением работ по сохранению данного памятника.

На территориях, прилегающих к оз. Байкал, зарегистрированы объекты культурного наследия местного, регионального и федерального значения. Особое место занимают

объекты археологического наследия, более полутора тысяч которых находятся на территории Ольхонского района (могильники, ритуальные комплексы, стоянки, одиночные кладки, погребально-ритуальные комплексы). Большая часть объектов археологического наследия сконцентрирована на побережье Малого моря и о. Ольхон [7].

По предварительной оценке наиболее уязвимыми к подтоплению при повышении уровня оз. Байкал являются объекты культурного наследия федерального значения в Ольхонском районе:

- писаница фигурная Саган-Заба. Наскальные рисунки расположены на отвесном мраморном утесе бухты Бурун Саган-Заба в 12 км к юго-западу от устья р. Анги. Петроглифы выполнены в разные эпохи и относятся к бронзовому – позднему железному веку (II тыс. лет до н.э.-I тыс. лет н.э.);

- многослойное поселение Улан-Хада, расположенное в бухте Улан-Хада в 4,5 км от пос. Сахюрта. Поселение Улан-Хада является одним из ключевых и опорных в истории археологии Сибири, благодаря четкой стратиграфии (более 10 культурных горизонтов от мезолита до железного века) и обширному фактическому материалу [8];

- пещера Хахай-Аман – временное убежище и место захоронения (неолит) и стоянка Хахай-Аман – разновременная стоянка (неолит-бронзовый век, IV-II тыс. до н.э., поздний железный век, V-X вв), в местности Узур в бухте Хага-Яман (Хахай-Аман) в 30 км к северо-востоку от п. Хужир Ольхонского района;

- стоянка Итырхей – многослойное поселение (10 культурных горизонтов; мезолит-железный век, VII тыс. до н.э.-I тыс. н.э.) в южной части бухты Итырхей Куркутского залива в 2 км к северо-западу от пос. Сахюрта. Памятник является одним из опорных объектов для изучения древних культур региона.

Также большое количество памятников культуры входит в историко-культурный комплекс Кругобайкальской железной дороги от ж/д станции «Слюдянка» до ж/д станции «Байкал» (1902-1916 гг.). Комплекс включает 172 памятника архитектуры, 56 тоннелей и галерей, 248 водопропускных сооружений, 268 подпорных и других стенок, 46 природных и ландшафтных памятников, 16 объектов археологического наследия, часть из которых попадают в зону, потенциально опасную к затоплениям и подтоплениям.

1.3.1.5 Рекреационная деятельность

Показатели суммарных площадных характеристик земель под объектами рекреационной деятельности на потенциально опасных к затоплению/подтоплению территориях в разрезе административных районов Иркутской области представлены в таблице 1.3.5 (общая площадь категории ПЗТ составляет 1396,3 га – 100 %). На

территории Ольхонского района в данной зоне и, соответственно, на землях особо охраняемых территорий расположена большая часть рекреационных объектов. Преимущественно это коллективные средства размещения – турбазы, базы отдыха, сезонные оздоровительные лагеря и т.д. Следует отметить, что в Слюдянском районе объекты рекреации по занимаемой площади в ПЗТ преобладают категории «земли населенных пунктов» (59,3 га).

Таблица 1.3.5 – Зоны потенциального затопления/подтопления и площадь земель, занимаемых рекреационными объектами в разрезе административных районов Иркутской области

Административные районы	Площадь земель и удельный вес от ПЗТ	
	га	% от ПЗТ административного района
Иркутский	0,0	0,0
Ольхонский	1205,2	86,3
Слюдянский	191,1	13,7
Итого:	1396,3	100,0

1.3.1.6 Земельный фонд

Площадь потенциально опасных к затоплению/подтоплению территорий по основным категориям земель в разрезе административных районов Иркутской области (табл. 1.3.6) (суммарный показатель 8292,3 га – 100 %) отличается от суммарной площади земель, занимаемых объектами различных видов хозяйственной деятельности или экономических факторов и населения (6672 га), поскольку не включены в последнюю категория «под иные объекты специального назначения» (1517,6 га) и категория «не установлена» (102,8 га). Данная информация для ряда объектов и предприятий, согласно принятой структуре содержания социально-экономических компонентов на характеризуемой территории, может быть получена и уточнена при экспедиционных исследованиях. Вместе с тем, экспедиционные наблюдения стали основанием включить в категорию «земли лесного фонда» в Слюдянском районе минимальную по площади территорию от Утуликской и Муринской дач Байкальского лесничества (1 %), с учетом воздействия транспортных линейных объектов (участок ВСЖД ОАО «РЖД» и федеральной автомобильной трассы «Сибирь»).

Земельный фонд потенциально опасных к затоплению/подтоплению прибрежных территорий оз. Байкал включает земли сельскохозяйственного назначения, населенных пунктов, промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики и др. особо охраняемых территорий и объектов лесного фонда (табл. 1.3.6).

Земли водного фонда не представляется возможным корректно обозначить на данном этапе исследований. В структуре земельного фонда по основным категориям земель на потенциально опасных к затоплению/подтоплению территориях преобладают земли особо охраняемых территорий и объектов – 73,6 %, на второй позиции – земли населенных пунктов (21,3 %), на третьем месте с большим отрывом – земли лесного фонда (2,8 %).

Таблица 1.3.6 – Характеристика земельного фонда в зоне потенциального затопления/подтопления по категориям земель в разрезе административных районов Иркутской области

Административные районы	земли лесного фонда	земли населенных пунктов	земли особо охраняемых территорий и объектов	земли сельскохозяйственного назначения	земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания и др. назначения	категория не установлена	всего
Иркутский, в том числе:							
га	0,3	9,0	-	0,8	-	-	10,1
%	3,4	88,6		8,0			100,0
Ольхонский, в том числе:							
га	-	1371,6	6084,7	-	-	86,8	7543,1
%	-	18,2	80,7	-	-	1,1	100,0
Слюдянский, в том числе:							
га	233,8	386,1	15,7	-	87,5	16,0	739,1
%	31,6	52,2	2,1	-	11,9	2,2	100,0
Всего потенциально опасные к затоплению/подтоплению территории (Иркутская область), в том числе:							
га	234,1	1766,7	6100,4	0,8	87,5	102,8	8292,3
%	2,8	21,3	73,6	0,0	1,1	1,2	100,0

В разрезе административных районов земли особо охраняемых территорий и объектов доминируют в Ольхонском районе, где удельный вес данной категории составляет 88,6 % от потенциально опасных к затоплению/подтоплению территорий района (табл. 1.3.7). Земли населенных пунктов в данной структуре преобладают в Иркутском и Слюдянском районах (соответственно 88,6 и 52,2 %). В целом по площади

потенциально опасных к затоплению/подтоплению территорий в Иркутской области в разрезе административных районов доминирует Ольхонский район (91 %), второе место занимает Слюдянский район (8,9 %), на третьем месте – Иркутский район (0,1 %).

В результате анализа социально-экономического пространства потенциально опасных к затоплению/подтоплению территорий Иркутской области в разрезе выделенных базовых характеристик жизнедеятельности населения по основным функциональным блокам территориальной общественной структуры получены следующие результаты. По площадным характеристикам лидируют объекты социальной и некоммерческой сферы (60,4 % территории), представленные преимущественно садоводческими и огородническими некоммерческими товариществами в Ольхонском и Слюдянском районах. На второй позиции – объекты рекреационной деятельности (20,9 %), расположенные преимущественно в Ольхонском районе, в большинстве случаев на землях особо охраняемых территорий. Объекты хозяйственной деятельности занимают третье место (14,4 % территории). На порядок меньше приходится площадей под объектами автодорожной и жилищной инфраструктур (соответственно 3,1 и 1,2 %) на потенциально опасных к затоплению/подтоплению территориях Слюдянского и Ольхонского районов. Структурно по основным категориям земель на территориях, прилегающих к оз. Байкал, преобладают земли особо охраняемых территорий – 73,6 %, на второй позиции – земли населенных пунктов (21,3 %), на третьем – лесного фонда (2,8 %).

Таблица 1.3.7 – Структура земельного фонда в потенциально опасной к затоплению/подтоплению зоне в административных районах Иркутской области по категориям земель

Категория	Площадь, га	%
Иркутский район		
земли лесного фонда	0,3	3,4
земли населенных пунктов	9,0	88,6
земли сельскохозяйственного назначения	0,8	8,0
Итого:	10,2	100,0
Ольхонский район		
земли населенных пунктов	1371,6	18,2
земли особо охраняемых территорий и объектов	6084,7	80,7
категория не установлена	86,8	1,1
Итого:	7543,1	100,0
Слюдянский район		
земли лесного фонда	233,8	31,6
земли населенных пунктов	386,1	52,2
земли особо охраняемых территорий и объектов	15,7	2,1
земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания и др. назначения	87,5	11,9
категория не установлена	16,0	2,2
Итого:	739,1	100,0

1.3.2 Анализ материалов о влиянии колебания уровня озера Байкал на состояние социально-хозяйственных систем прибрежных территорий в пределах административных границ Республики Бурятия

Ретроспективный анализ влияния колебания уровня озера Байкал на состояние социально-хозяйственных систем, позволивший определить сложившиеся приоритетные виды хозяйственной деятельности и территории, подверженные затоплению и подтоплению вследствие колебания уровня воды в озере Байкал, основывался на данных научных публикаций, отчетов институтов СО РАН, архивных и отчетных материалов муниципальных образований «Баргузинский район», «Кабанский район», «Прибайкальский район», «Северо-Байкальский район», «г. Северобайкальск», статистических отчетов, материалов Министерства природных ресурсов РБ, Министерства имущественных и земельных отношений РБ, Министерства экономики РБ, Территориального отдела водных ресурсов по РБ Енисейского БВУ, Управления Росприроднадзора по РБ.

Экономическое развитие прибрежных районов Республики Бурятия до введения регламентации хозяйственной деятельности в ЦЭЗ БПТ в основном базировалось на комплексном освоении природных ресурсов: рыболовстве и рыбопереработке; лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, промышленности строительных материалов. Введение мер по регламентации обусловило изменение структуры экономики: увеличилась доля торговли, туризма и рекреационной деятельности, розлива минеральных вод, собирательства и охоты в прибрежной зоне. Возросла значимость видов деятельности, связанных с воспроизводством природных ресурсов: заповедники, лесовосстановление, рыбозаповедение, туризм.

Город Северобайкальск представляет собой город с развитой производственной, транспортной и социальной инфраструктурой, является крупным транспортным узлом, связывающим северные районы Бурятии с Иркутской областью. Основу экономики города составляют обособленные подразделения ОАО «РЖД», прочие транспортно-логистические компании, промышленные предприятия. Объем производства промышленной продукции г. Северобайкальск в 2020 году составил 1137,32 млн. руб. или 0,6 % промышленной продукции Республики Бурятия [1, 2]. На долю производства и распределения электроэнергии, газа и воды приходится 81 % от общего объема, доля производства пищевых продуктов – 12 %, промышленности строительных материалов – 3 %, обработки древесины и производства изделий из дерева – 0,7 % [1].

Северобайкальский район производит 0,2 % промышленной продукции Республики Бурятия [2]. В структуре продукции промышленного производства района основную долю

составляют производства по добыче полезных ископаемых, в том числе добыча россыпного золота. В настоящее время крупнейшим предприятием, занимающимся добычей россыпного золота в районе, является ООО «Артель старателей «Сининда-1». Перспективные участки сосредоточены на севере района, в основном за пределами Центральной зоны озера Байкал. Второй по значимости является лесодобывающая и лесоперерабатывающая отрасли. Развито в районе производство пищевой продукции и напитков, выпускаются рыбопродукция, колбасные изделия и мясные полуфабрикаты, безалкогольные напитки, хлеб и хлебобулочные изделия.

Баргузинский район производит 0,04 % промышленной продукции республики [2]. В структуре продукции промышленного производства основную долю (63 %) составляет заготовка и переработка древесины [3]. Также развита пищевая и перерабатывающая промышленность, представленная организациями, занятыми переработкой молока, рыбы, розливом питьевой воды и безалкогольных напитков, производством хлеба и хлебобулочных изделий.

Кабанский район производит 5,1 % промышленной продукции республики [2]. В целом объём отгрузки промышленной продукции района в 2020 году составил 8,1 млрд. рублей [4]. В структуре продукции промышленного производства основную долю – 95,8 % – занимает производство и распределение электроэнергии, тепла; 2,4 % – обрабатывающие производства, 1,8 % – водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений. Ведущими предприятиями района являются ОАО «Селенгинский ЦКК», ООО «Тимлюйский цементный завод» и ООО «Тимлюйский завод», ООО «Тимлюйский шифер», ПК «Промтехнология», ООО «Селенгинский завод ЖБИ».

Прибайкальский район производит 0,4 % промышленной продукции республики [2]. Объём отгруженной промышленной продукции района в 2020 году составил 3045,8 млн. рублей [5]. В структуре продукции промышленного производства основную долю – 93,2 % – занимают обрабатывающие производства, 3,5 % – производство и распределение электроэнергии, 3,3 % – добыча полезных ископаемых. Более 92 % отгруженной продукции промышленного производства составляет продукция лесопромышленных предприятий, крупнейшим из которых является ЗАО «Байкальская Лесная Компания».

На основе материалов [6, 7, 8] выделены населенные пункты прибрежных территорий, подпадавшие под воздействие изменений уровня оз. Байкал в прошлые периоды многоводности.

Всего в зоне затопления в прибрежных районах находится 72 населенных пункта, из которых 50 поселений расположено на побережье озера Байкал (таблица 1.3.8), остальные – вдоль рек, впадающих в озеро.

Таблица 1.3.8 – Перечень поселений, подверженных затоплению и подтоплению, расположенных на побережье озера Байкал

Название района	Наименование поселений	Кол. поселений/ кол. жителей
Баргузинский район	Усть-Баргузин, Макарино, Максимиха, Монахово, Курбулик, Катунь	5 / 325
Кабанский район	Степной Дворец, Ранжурово, Шигаево, Мурзино, Корсаково, Кудара, Красный Яр, Новая Деревня, Жилино, Малое Колесово, Романово, Каргино, Кабанск, Ньюки, Береговая, Фофоново, Никольск, Тресково, Творогово, Большая Речка, Поселок при станции Посольская, Танхой, Мишиха, Ключевка, Бабушкин, Мантуриха, Сухой Ручей, Боярский, Култушная, Байкальский Прибой, Посольское, Дубинино, Оймур, Дулан, Энхэлук, Сухая, Выдрино, Исток, Заречье	39 / 10 700
Прибайкальский район	Гремячинск, Горячинск, Турка	3 / 250
Северо-Байкальский район	Нижнеангарск, Байкальское.	2 / 528
город Северобайкальск		1 / 407
Итого		50 / 12 210

В исследовании проведен обзор современного использования территории и ретроспективы социально-экономического развития зон затоплений и подтоплений ЦЭЗ БПТ, выявлены прошлые и текущие состояния:

- отраслей хозяйственной деятельности (сельское и лесное хозяйство);
- промышленных объектов;
- социальной инфраструктуры;
- энергетической и коммунальной инфраструктуры;
- объектов туристической и рекреационной деятельности;
- транспортных коммуникаций, портов, мостов, причалов;
- объектов природоохранного назначения и обеспечения безопасности жизнедеятельности;
- домохозяйств;

- рисков возникновения чрезвычайных ситуаций гидрологического характера для населения и субъектов хозяйственной деятельности.

Сельское хозяйство. От потери и деградации земельных угодий вследствие изменения уровня оз. Байкал, как отмечено в материалах, прежде всего пострадало сельское хозяйство, для которого земля – это базис производства. Кроме потери и деградации земельных угодий, сельскохозяйственная отрасль несет еще и дополнительные убытки вследствие ухудшения условий производства. Основными факторами, влияющими на величину прямого ущерба, являются: выбытие земель из оборота (в результате затопления, подтопления, изъятия площадей под перенос объектов с затопленных территорий), трансформация сельхозугодий, потеря продукции и недобор земельного налога с этих угодий.

Так, в сентябре – октябре 1971 г. максимальный уровень оз. Байкал составлял 457,11 м ТО. Убытки понесли хозяйства, пострадали молочно-товарные и свиноводческие фермы, термальная трасса к теплице, защитная дамба. Государством была оказана помощь населению (375 домохозяйств), пострадавшему от затопления и подтопления [9]. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия РБ, зона затопления в Кабанском районе составила 19910 га, из них из сельскохозяйственного оборота исключены 3950 га (пашни – 1410, сенокосов – 1040, пастбищ – 1500). На подтопляемых территориях были сосредоточены жилые дома, приусадебные участки, животноводческие фермы, автотранспортные дороги, коммуникации связи.

В сентябре – октябре 1988 г. максимальное значение уровня оз. Байкал составляло 457,38 м ТО. В связи с неблагоприятными погодными условиями посевы сельхозкультур были затоплены, часть зерновых культур из-за запоздалого роста и развития не вызрела [10] (таблица 1.3.9).

Таблица 1.3.9 – Экономический ущерб в растениеводстве от затопления и подтопления по Прибайкальскому району Бурятской АССР в 1988 г., тыс. руб. (в ценах 2021 г.)

Показатели	с-з «Прибайкаль ский»	с-з «Ильинкин ский»	с-з «Нестеровс кий»	с-з «Зырянс кий»
Стоимость потерь сельскохозяйственной продукции (погибшие культуры)	3245,8	6356,3	3361,7	1304,1
Снижение стоимости сельскохозяйственной продукции (перевод зерновых культур в кормовые)		3864,0	1526,3	
Итого	3245,8	10220,3	4888,0	1304,1

Общая сумма ущерба растениеводческой отрасли по Прибайкальскому району составила 19658,2 тыс. руб.

Лесное хозяйство. Влияние колебаний уровня оз. Байкал на лесное хозяйство выражается в потере лесной продукции, которая складывается из суммы оценки сырьевых ресурсов и социально-экологических функций. В 1996 г. Министерство лесного хозяйства Республики Бурятия сформировало иски о взыскании 9651315042 рубля (в неденоминированных рублях) вследствие нарушения правил эксплуатации Иркутской ГЭС, превышении НПУ в озере Байкал в 1993 г. на 9 см, в 1994 г. на 30 см. По мнению Минлесхоза, превышение НПУ (457,0 м ТО) вызвало негативные явления: размыв береговой линии озера, уничтожение плодородного слоя почв, древесной и кустарниковой растительности. По 21 пункту наблюдений за динамикой берегов установлено, что ширина размывной полосы за 1993-1994 гг. составляла 10-12 м в с. Максимиха, 10-11 м в с. Катково, с. Энхалук, 15-16 м в с. Оймур, с. Сухая [11]. Информация Министерства лесного хозяйства Республики Бурятия по оценке экономического ущерба представлена в таблице 1.3.10.

Таблица 1.3.10 – Оценка экономического ущерба лесному хозяйству Республики Бурятия вследствие превышения НПУ оз. Байкал

Наименование лесхоза	Годы	Уничтожено				Ущерб, тыс. руб. (в ценах 2021 г.)
		Плодородный слой, м ²	Древесина, м ³	Кустарники (в переводе на м ³)	Подрост (в переводе на м ³)	
Бабушкинский	1993	48600	396	2238	811,44	34305,1
	1994	65200	511,68	2899	1014,58	42413,3
Кабанский	1993	20900	216,94	86,4	30,01	5699,9
	1994	32900	399,35	151,2	55,23	9521,7
Кикинский	1993	33700	208,4	799,56	409,59	9283,4
	1994	70200	389,79	1650,6	837,39	32079,8
Байкальский	1993	211200	697,31	2726,28	1859,61	35451,0
	1994	279200	3183,54	5164,02	2676,28	135763,8
Усть-Баргузинский	1993	59600	416,91	1341,9	174,26	18155,5
	1994	146650	1038,01	3314,7	261,43	55573,0
Забайкальский нацпарк	1993	23300	500,3	809,46	493,54	19421,7
	1994	45710	983,76	1645	947,83	38343,9
Северобайкальский	1993	186500	885,45	1829,34	1128,19	19404,6
	1994	329600	1658,98	3166,38	1818,71	109513,4
Итого:						564910,2

Высший арбитражный суд РФ исходил из того, что протоколы об имевших место лесонарушениях были оформлены в 1996 г., в то время как пунктом 5.1.9 Инструкции «О порядке привлечения к ответственности за нарушение лесного законодательства» для их составления предусмотрен 10-дневный срок с момента обнаружения нарушения [12]. Также АОЭиЭ «Иркутскэнерго» заявил об истечении срока исковой давности, необходимости форсировки уровня озера Байкал в соответствии с распоряжениями администрации Иркутской области об установлении уровня выше НПУ (1991, 1992, 1993). При рассмотрении дела, а также по заключению экспертов, суд принял сторону АОЭиЭ «Иркутскэнерго» и отклонил требования истца. Тем не менее это был первый опыт попытки законодательного решения экологического конфликта на Байкале.

Промышленные объекты. Объектами промышленности, воспринимающими негативные воздействия подтоплений, являются здания и сооружения предприятий, складские помещения, ограждения, пристани и пирсы, гаражи, подъездные дороги. Компенсационные выплаты, как правило, осуществляются из средств страховых фондов и федерального или местных бюджетов. К примеру, государственные дотации были выделены для проведения работ, связанных с ликвидацией последствий стихийного бедствия, и оказания единовременной материальной помощи гражданам в 1985 г., когда максимальный уровень оз. Байкал составлял 457,27 м ТО [13]. Восстановлению подлежали автодороги, линии электропередач, Карымская оросительная система, жилой фонд, объекты Байкальского леспромхоза, Селенгинской лесопромышленной базы, треста Бурятводстрой. Крупные участки автодорог были восстановлены организацией Бурятавтодор (таблица 1.3.11).

Таблица 1.3.11 – Экономический ущерб промышленным объектам прибрежных территорий Бурятской АССР в 1985 г.

Показатели	тыс. руб. (в ценах 2021 г.)
Оказание единовременной помощи гражданам Республики Бурятия, пострадавшим от наводнения	48984,6
в т.ч. Баргузинский район	4082,1
Прибайкальский район	3265,6
Затраты на восстановление (Прибайкальский район):	11381,6
Байкальский леспромхоз: автодорога (35 км), ЛЭП (15 км), жилой фонд (124 м ²)	768,2
Селенгинская леспромбаза: автодороги (2 км), дамба	6531,3
трест Бурятводстрой: Карымская оросительная система	4082,1
Затраты на восстановление автодорог (Бурятавтодор)	920371,7
в т.ч. Прибайкальский район	28476,4
Баргузинский район	20442,9

Показатели	тыс. руб. (в ценах 2021 г.)
Кабанский район	17781,4
Северо-Байкальский район	172066,6
Затраты всего:	
Прибайкальский район	43123,6
Баргузинский район	24525,0
Кабанский район	17781,4
Северо-Байкальский район	172066,6

Наибольшие расходы от затопления и подтопления были определены по Северо-Байкальскому району в связи с восстановлением автодорог.

Объекты природоохранного назначения и обеспечения безопасности жизнедеятельности. На прибрежной территории оз. Байкал функционируют 2 заповедника: Баргузинский (374,6 тыс. га) и Байкальский (165,7 тыс. га), национальный парк Забайкальский (269,1 тыс. га). Имеются 2 государственных природных заказника федерального значения – Кабанский и Фролихинский (общей площадью 181,3 тыс. га), заказники регионального значения, памятники природы – ландшафтные, геологические, водные, ботанические, зоологические, природно-исторические. Изменение уровня режима оказывает влияние на ООПТ от относительно незначительных, при которых лес и биота восстанавливается без смены породного и видового состава, до необратимых, естественно невозможных, катастрофических разрушений.

Для обеспечения безопасности жизнедеятельности населения и субъектов хозяйственной деятельности осуществлялось строительство берегозащитных сооружений в 2001-2003 гг. и согласно проектно-сметной документации была произведена отсыпка волногасящей бермы каменной массой в объеме 15847 куб. м, общей протяженностью 750 м вдоль береговой линии оз. Байкал. Выполненные берегоукрепления позволили приостановить дальнейший размыв береговой линии оз. Байкал. Опасность размыва берегов сохранялась и на северном побережье Байкала, начиная от с. Байкальское до пос. Нижнеангарск. Хотя здесь и была произведена наброска каменных материалов (берм), она недостаточна для гашения волновой деятельности.

Одной из острых эколого-экономических проблем в Кабанском районе является деформация русла р. Селенги, обусловленная разветвленностью дельты реки в районе впадения в оз. Байкал. В затопляемых поймах с легко размываемыми на большую глубину грунтами создаются благоприятные условия для образования протоков, спрямляющих излучин. Анализ топографических съемок за период 1979-1995 гг. показал интенсивный размыв берегов, который за этот период в среднем составил 10-11 м в год. В результате размыва происходит разрушение объектов экономики и коммуникаций населенных

пунктов Кабанского района: автотрассы, линии электропередач, связи, жилых построек и т.д. Для предотвращения размыва берега проводились работы по берегоукреплению р. Селенги и ее притоков. В 2001-2003 гг. закончено строительство объектов по берегоукреплению протоки р. Селенги на участке 1650 м у с. Ньюки и в с. Жилино закреплен участок берега протяженностью 664 м. По данным Федерального управления природоохранной деятельностью на оз. Байкал объем капитальных затрат на новое строительство сел Жилино и Новая деревня с учетом коэффициента на непредвиденные и неучтенные затраты составил в ценах 2003 года 840 млн. руб., в их числе стоимость жилых построек и производственных зданий, коммуникаций связи, дорог, объектов соцкультбыта, а также затрат на благоустройство и водоснабжение.

Согласно проектной документации «Берегоукрепление озера Байкал у с. Оймур Кабанского района Республики Бурятия» (ОАО «Красноярский институт «Водоканалпроект», 2013), протяжённость абразионных берегов у с. Оймур составила около 1,70 км. Интенсивному размыву берега на данном участке способствовали морфология участка, геологическое строение, ветроволновой режим: побережье низменное, сложено легкоразмываемыми песчаными отложениями, гранулометрический состав которых характеризуется в основном как пески мелкие, средней плотности и рыхлые. Площадь, занимаемая проектируемыми берегозащитными сооружениями, составила 5,4868 га. Согласно справке МЧС по Республике Бурятия (от 05.09.2012 г. № 101733/1/7), в зону негативного воздействия попадают 22 жилых дома с численностью проживающих 77 чел., автодорога районного значения и ЛЭП, расположенные в 100-150 м от береговой линии. Вероятностный ущерб от размыва береговой линии и загрязнения взвешенными веществами составит более 216,3 млн. руб.

В 2013 г. за счет средств федерального бюджета было проведено строительство берегоукрепления в с. Максимиха Баргузинского района Республики Бурятия в виде подпорной стенки из коробчатых габионов. Стоимость работ составила 17,6 млн. руб. Результаты обследования санитарно-технического состояния гидротехнического сооружения у с. Максимиха, проведенного территориальным отделом по Республике Бурятия филиала «Востсибрегионводхоз» в июне 2020 г., показали, что более 70 % габионов имеют повреждения сетки (разрывы) на крышках и на напорной грани габиона. Сходы разрушены полностью, сетка порвана, камень вымыт. В 2021 году процесс разрушения габионов усилился, в некоторых местах они полностью разрушены и практически повсеместно находятся под водой, поэтому не обеспечивают защиту жилых и гостевых домов, автомобильной дороги от волно-нагонных явлений Байкала.

Транспортные коммуникации. Основные объемы транспортных работ в прибрежных районах связаны с пассажирскими перевозками, перевозкой грузов: леса, угля, песчано-гравийных и нефтепродуктов, машин и оборудования, продуктов питания, товаров народного потребления.

Ранее значительный ущерб народному хозяйству наносился при размыве полотна железной и автомобильной дорог, которые проложены на расстоянии 217 км вдоль берега озера от ст. Слюдянка до ст. Посольск и почти 20 км трассы БАМ вдоль северного побережья озера.

Следует отметить, что размыв железной дороги вдоль берегов озера происходил и до строительства Иркутской ГЭС. После многоводья 1932 г., когда уровень озера достиг отметки 456,93 м, началось строительство берегозащитных ряжей, протяженность которых к 1960 г. достигла 165 км. Перед началом строительства Иркутской ГЭС приступили к строительству волноотбойных сооружений из готовых железобетонных блоков. За счет сметы на строительство ГЭС в период с 1953 по 1964 годы было построено 26 км волноотбойных стен. Тогда же рекомендовано до 2015 г. сосредоточить расходы на строительство искусственных каменистых пляжей – волногасящих берм из несортированной горной массы и камней-негабаритов.

Положительным опытом такого строительства являются бермы, построенные на Байкальском перегоне БАМа от ст. Северобайкальск до ст. Нижнеангарск, на 7 участках протяженностью 8,2 км.

По имеющимся литературным данным [14], ущерб ВСЖД, связанный с затратами на проведение берегоукрепительных мероприятий и ликвидацию последствий колебания уровня оз. Байкал, составил 4707,1 тыс. руб. (в ценах 1991 г.) (без учета косвенных ущербов). Объем произведенных затрат на берегоукрепительные работы с 1970-1985 гг., по данным ВСЖД, составил 95472 тыс. руб. (в ценах 1991 г.), эксплуатационные расходы – 25602 тыс. рублей, при этом нормативный срок службы сооружений равен 25 годам, а фактический срок службы снизился до 15 лет.

Менее подвержены разрушению автомобильные дороги, которые построены после повышения уровня озера. Однако при уровне оз. Байкал 457,36 м ТО (сентябрь-октябрь 1973 г.) в Кабанском районе в результате наводнения разрушена 104 метровая деревянная эстакада Никольской паромной переправы, произошел подмыв береговых причалов, смыт 10 тыс. куб. м насыпи. На восстановление хозяйства были использованы лесоматериалы, металлоизделия, автомашины на перевозку грузов, камень, гравий [15]. От с. Таракановка до с. Ранжурово произошел усиленный размыв берегов, который создал серьезную угрозу

населенным пунктам, промышленным предприятиям, сельхозугодиям аймака (таблица 1.3.12).

Таблица 1.3.12 – Суммарная оценка экономического ущерба по Кабанскому району Бурятской АССР в 1973 г.

	тыс. руб. (в ценах 2021 г.)
Оказание помощи населению	12984,2
в т.ч. по дополнительным актам	1061,1
Затраты на строительство двухквартирного жилого дома	1823,8
Затраты на строительство жилья	1585,3
Затраты на восстановление автодорог	1409,8
Затраты на восстановление внутрипоселковых дорог	2279,7
Затраты на аварийно-спасательные работы	4103,5
Оценка стоимости потерь сельскохозяйственной продукции (погибшие культуры)	398310,2
Снижение стоимости сельскохозяйственной продукции (перевод зерновых культур в кормовые)	43882,2
Итого	467439,8

Энергетическая и коммунальная инфраструктура. Максимальный уровень оз. Байкал в 1975 г. составлял 456,73 м ТО. Весной 1975 г. при прохождении паводковых вод, льдом разрушена металлическая опора высоковольтного перехода электролинии через р. Селенга. Было проведено новое строительство высоковольтной линии 10 кв. Острог-Покровка протяженностью 8,5 км, проходящую по лесам Прибайкальского мехлесхоза (5 км), угодьям совхоза «Прибайкальский» (3,5 км) [16].

В с. Максимиха Баргузинского района непосредственно по берегу оз. Байкал проходит улица Байкальская. За период с 1968 года размыва территория, по которой ранее проходила автодорога и ЛЭП 10/0,4 кВ. Общая глубина размыва составила около 20 м. По сравнению с закрепленным в 1998 г. участком, берег размыв глубже на 6-7 м. Интенсивность размыва составляет порядка 0,5-0,7 м/год. В зоне вероятностного размыва берега находились подземные коммуникации (кабель связи ОАО «Ростелеком»; кабель ВОЛС ООО «ЕвразТелеКом»).

Объекты туристической и рекреационной деятельности. Природно-климатические ресурсы Байкальского региона являются благоприятными для развития рекреационной деятельности, при этом для круглогодичной рекреации используются объекты юго-западного побережья Байкала, расположенные вдоль береговой линии оз. Байкал, где оборудованы жилые корпуса, причальные сооружения, экологические тропы, экскурсионные маршруты.

Исследования по оценке ущерба рекреационным ресурсам от подтопления прибрежной территории оз. Байкал проводились, начиная с 90-х годов XX в. Практическая реализация основывалась на определении площади пляжей, разделенных по степени возможного хозяйственного освоения туристскими учреждениями. Определена плотность отдыхающих в разрезе посещения отдельных участков в день. Средняя стоимость услуг на одного человека в день составляла 40,0-50,0 тыс. руб., срок функционирования туристских баз не превышает 150 дней в году. Исходя из этих данных, определена величина экономического ущерба рекреационным ресурсам в размере 186,6 млрд. руб. (в текущих ценах 1995 г.) [14]. Согласно проведенным расчетам, в среднем за год суммарный прямой ущерб составлял около 215 млрд. руб.

В 2015 г. Институтом водных проблем РАН совместно с Байкальским институтом природопользования СО РАН начаты исследования по оценке ущерба от подтопления. Потери от утраты рекреационной привлекательности вследствие повышения уровня оз. Байкал рассчитаны на основе метода транспортно-путевых затрат. Экономический ущерб от утраты рекреационной привлекательности только двух участков побережья оз. Байкал – сел Максимиха и Гремячинск, составил 0,955 млрд. руб. (в текущих ценах 2015 г.) [17].

В 2020-2021 гг., в республике наблюдался многоводный период, связанный с увеличением притока воды в оз. Байкал и подтоплением отдельных прибрежных участков озера. Проведенные обследования на ключевых участках в Прибайкальском, Баргузинском и Кабанском районах показали, что ситуация с подтоплением рекреационных территорий и пляжей достаточно серьезна. Например, в с. Гремячинск Прибайкальского района подтоплена часть пляжа, в результате чего были закрыты коллективные средства размещения, расположенные на первой линии от уреза воды. Часть территорий коллективных средств размещения оказалась подтоплена вследствие поднятия уровня грунтовых вод.

В Кабанском районе в результате подтопления значительно сократилась площадь пляжей в рекреационных местностях «Култушная – Байкальский прибой», «Лемасово», где в летний сезон 2021 г. отмечается сокращение количества туристов.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что территория пляжей, расположенных на низинных участках, частично подтоплена или полностью ушла под воду. Подтопление сказывается на режиме функционирования коллективных средств размещения, часть которых закрылась вследствие выхода грунтовых вод на поверхность и сокращения количества посетителей.

Домохозяйства и социальные объекты. Материальные потери населения вследствие изменения уровня режима озера Байкал связаны прежде всего с

подтоплением индивидуальных жилых застроек, гаражей, теплиц, котельных, локальных средств энергообеспечения, восстановлением сельскохозяйственных угодий (пашни под сельскохозяйственными культурами, сенокосов, личных подсобных хозяйств, дачных участков), компенсацией потерь сельскохозяйственной продукции, а также с ухудшением водоснабжения населения из скважин и колодцев. Подземные воды являются основным источником водоснабжения сельского населения и имеют ряд преимуществ по сравнению с поверхностными водами. Прежде всего, это надежность эксплуатации водозаборов, их расположение вблизи водопотребителей и наибольшая защищенность от загрязнения с поверхности. Однако вследствие подтоплений нарушаются условия эксплуатации, появляются повреждения и увеличивается аварийность на магистральных и распределительных сетях, поставляемая вода не соответствует требованиям хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Озеро Байкал является одним из главных сакральных мест буддизма, где находятся религиозные субурганы, обоо, приходы; местное население проводит различные мероприятия, летние тайлгааны, крестные ходы. Святые места и места поклонения, зачастую расположенные в непосредственной близости от акватории оз. Байкал, представляют богатейшую сокровищницу истории и культуры русского, бурятского, эвенкийского народов. Они неотделимы от природного окружения и отношения к ним. Вся география культовых мест, а также все мифы, предания, легенды о названных святилищах и их «хозяевах» – это реальная и легендарная бесписьменная история формирования бурятской, старорусской народностей и их духовной культуры.

Гидрологические риски. Вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций гидрологического характера, оказывающих влияние на субъекты хозяйственной деятельности и население прибрежных территорий, по мнению авторов [18], наиболее высока на 5 проблемных участках:

1. Участок р. Селенга – оз. Байкал (дельта) в границах ЦЭЗ является наиболее опасным по масштабам негативного воздействия (площадь поражения – от 321,5 до 818,8 га);

2. Участки рек Большая речка и Култушная – оз. Байкал. Суммарная площадь, подвергаемая затоплению при уровне оз. Байкал 0,01% обеспеченности, составляет 34,93 кв. км и 0,1% обеспеченности – 23,04 кв. км.

3. Участок р. Верхняя Ангара и р. Кичера – оз. Байкал. Площадь поражения от затопления оз. Байкал при 0,01% обеспеченности составляет 322,129 кв. км и 1% обеспеченности – 251,604 кв. км.

4. Участок р. Баргузин – оз. Байкал. Площадь поражения от затопления оз. Байкал при 0,01% обеспеченности составляет 5,2 кв. км и 1% обеспеченности – 3,9 кв. км. В

результате наводнений на р. Баргузин (1% обеспеченности) и высоких уровней Байкала затоплению подвергается 38,7 кв. км территории.

5. Участок перешейка полуострова Святой Нос – Чивыркуйский залив (Байкал). Подвергаемая катастрофическому затоплению площадь при уровне оз. Байкал 0,01% обеспеченности составляет 203,3 кв. км и 0,1 обеспеченности – 150,4 кв. км.

Также можно отметить, что согласно Правилам технической эксплуатации и благоустройства водохранилищ Ангарского каскада ГЭС (раздел II «Сведения о зонах воздействия водохранилища»), выделяются зоны постоянного и периодического затопления прибрежных территорий оз. Байкал. Подзона катастрофического затопления при прохождении летне-осенних дождевых паводков вероятностью повторения 0,01% при транзитном расходе в нижний бьеф Иркутской ГЭС 5970 м³/с и форсированном уровне оз. Байкал 458,02 м ТО занимает площадь 33 700,7 кв. км. Подзона паводкового (паводкового) затопления при прохождении летне-осенних дождевых паводков вероятностью повторения 1% при транзитном расходе в нижний бьеф 5260 м³/с и форсированном уровне оз. Байкал 457,23 м ТО занимает площадь 33 285,6 кв. км.

Используя совокупность различных источников и информационных данных о влиянии уровня оз. Байкал, нами проведена группировка социально-хозяйственных систем прибрежных территорий по критериям воздействия (таблица 1.3.13).

Таблица 1.3.13 – Группировка социально-хозяйственных систем прибрежных территорий по критериям воздействия (2013-2020 гг.)

Критерии воздействия	прибрежные территории
Зона воздействия водохранилища	зона периодического (временного) затопления: дельта реки Селенга (293,3 км ²); дельта рек Верхняя Ангара и Кичера (178,2 км ²); дельта реки Баргузин (21,4 км ²); пониженный участок на перешейке полуострова Святой Нос (189,8 км ²); побережье залива Посольский Сор (19,9 км ²); район сел Гремячинск (Прибайкальский район), Максимиха (Баргузинский район)
Население	
Ущерб домохозяйствам вследствие подтопления грунтовыми водами	пос. Усть-Баргузин, с. Макарино, с. Максимиха, с. Монахово, с. Курбулик, с. Катунь (Баргузинский район) с. Танхой, с. Мишиха, с. Ключевка, г. Бабушкин, с. Мантуриха, с. Сухой Ручей, пос. Боярский, о.п. Култушная, о.п. Байкальский Прибой, с. Посольское, с. Дубинино, с. Оймур, с. Дулан, с. Энхэлук, с. Сухая, пос. Выдрино, с. Исток, с. Заречье, с. Корсаково,

	с. Степной Дворец, с. Ранжурово, с. Шигаево, с. Мурзино, с. Кудара, с. Красный Яр, с. Новая Деревня, с. Жилино, с. Малое Колесово, с. Романово, с. Каргино, с. Кабанск, с. Ньюки, с. Береговая, с. Фофоново, с. Никольск, с. Тресково, с. Творогово, с. Большая Речка, Поселок при станции Посольская (Кабанский район) с. Гремячинск, с. Горячинск, с. Турка (Прибайкальский район) пос. Нижнеангарск, с. Байкальское (Северо-Байкальский район)
Ухудшение здоровья населения вследствие рисков/угроз нарушения водоснабжения	с. Мурзино, с. Жилино, с. Романово, с. Красный Яр, с. Оймур, с. Инкино, о.п. Байкальский Прибой, с. Жилино, с. Малое Колесово, с. Каргино, с. Кабанск, с. Ньюки, с. Береговая, с. Фофоново, с. Никольск, с. Тресково (Кабанский район)
Снижение объемов заготавливаемого сена вследствие подтопления сенокосных угодий	с. Творогово, с. Мурзино, с. Ранжурово, с. Степной Дворец, с. Посольское, с. Большая Речка, с. Корсаково, с. Жилино, с. Красный Яр, с. Кудара
Ухудшение здоровья населения вследствие торфяных пожаров	окрестности с. Кабанск, с. Посольское, с. Большое Колесово, пос. Селенгинск, пос. Каменск, с. Закалтус, местность Боргой (Кабанский район)
Экономика	
Угроза подтопления железнодорожного полотна	участок Выдрино-ст. Посольск
Угроза подтопления автодорог регионального значения: «Береговая–Кабанск–Посольское», «Тресково–Шергино–Оймур–Заречье» Риски/угроза затопления дорог местного значения «Степной Дворец–Истомино», «Красный Яр–Жилино–Романово–Хандала»; Подтапливание грунтовой дороги «п. Усть-Баргузин-пос. Курбулик» Подтапливание внутрипоселковой дороги	с. Посольское, с. Большая Речка, с. Оймур. С. Дулан (Кабанский район) с. Степной Дворец, с. Истомино, с. Красный Яр, с. Жилино, с. Романово, с. Хандала, с. Мантуриха, (Кабанский район); с. Монахово, пос. Курбулик, с. Катунь (Баргузинский район) с. Максимиха (Баргузинский район), с. Гремячинск (Прибайкальский район), о.п. Култушная (Кабанский район)
Угроза нарушения объектов электроснабжения	с. Гремячинск (Прибайкальский район); с. Посольское, о.п. Култушная (Кабанский район); с. Максимиха (Баргузинский район), пос. Нижнеангарск (Северо-Байкальский район)
Затопление и разрушение объектов транспорта	Причальные сооружения пос. Танхой (Кабанский район)
Затопление и разрушение объектов строительства	Коробчатые габионы (1,3 км) с. Максимиха (Баргузинский район)

Угроза потери рекреационных объектов	Размыв береговой линии в пос. Новый Энхалук, с. Оймур (Кабанский район); размыв песчаных пляжей с. Максимиха (Баргузинский район); размыв косы с. Посольское, размыв косы с. Выдрино (Кабанский район), размыв песчаных пляжей ООПТ «Заповедное Подлеморье»
Затопление и подтопление объектов туристической инфраструктуры	туристические базы о.п. Байкальский Прибой (Кабанский район), с. Гремячинск (Прибайкальский район) грунтовые дороги, 40 туристических стоянок, разные объекты туристической инфраструктуры (деревянные настилы термальных источников, экологических троп и др.) (ООПТ «Заповедное Подлеморье») визит-центр «Байкал заповедный» (ООПТ «Байкальский государственный биосферный заповедник» «Музей невероятной истории Байкала» с. Старый Энхалук (Кабанский район)
Риски снижения экономической эффективности инвестиционных проектов	проект создания кластера (с. Максимиха) проект строительства гостиницы, термального комплекса и Healing Center «Green Flow Baikal» на участке «Турка» ОЭЗ ТРТ «Байкальская гавань»; проект строительства многофункционального культурно-оздоровительного центра «Байкал Эрмитаж» на участке «Турка» ОЭЗ ТРТ «Байкальская гавань»; проект строительства международного туристско-рекреационного комплекса на участке «Пески» ОЭЗ ТРТ «Байкальская гавань»; проект «Развитие туристско-рекреационного кластера Кабанского района» (с. Выдрино); проект «Создание туристско-рекреационного центра в с.Сухая Кабанского района»; проект строительства природно-оздоровительного комплекса 4-5* “Cosmos Collection” на участке «Горячинск» ОЭЗ ТРТ «Байкальская гавань».
Затопление и подтопление лесных ресурсов	массовое усыхание деревьев вследствие избыточного увлажнения почвы; выпадение деревьев из-за размывания корней и обрушения берегов (Баргузинский район, Прибайкальский район)

Что касается изменения площадей торфяных пожаров в прибрежных территориях оз. Байкал, то по данным отчетов о деятельности Республиканского агентства гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций за 2014-2021 гг. представлены следующие оценки¹.

¹ https://www.economy.buryatia.ru/gochs/activities/reports_and_reports - Отчеты о деятельности Республиканского агентства гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций за 2014- 2021 гг.

В маловодный период 2014-2017 гг. площади торфяных пожаров Кабанском районе были значительными. Так, в 2014 г. площадь возгорания торфяников составляла 400 га, в 2015 г. локализовано 89 пожаров на площади 407,75 га, в 2016 г. зарегистрировано 26 возгораний на площади 147 га, в 2017 г. локализовано 5 пожаров на площади 58,3 га.

В средний по водности 2018 г. зарегистрировано меньшее количество торфяных пожаров, по сравнению с предыдущими годами. Число пожаров составило 14 на общей площади 48,41 га. В средний по водности 2019 г. зарегистрировано и потушено 10 очагов торфяных пожаров на площади 14 га. В многоводный период 2020-2021 гг. в Кабанском районе торфяных пожаров не зарегистрировано.

Детализация экономических последствий, выраженных в упущенных выгодах и дополнительных расходах на компенсацию ущерба, а также научно обоснованные рекомендации по смягчению негативных последствий изменения уровня режима оз. Байкал будут рассмотрены и подготовлены на следующем этапе исследований.

1.3.3 Оценка обеспеченности населения водой, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям в многоводные и маловодные периоды в населенных пунктах прибрежной зоны озера Байкал (в границах Иркутской области), Иркутского водохранилища и нижнего бьефа Иркутской ГЭС

В центральной экологической зоне оз. Байкал в границах Иркутской области проживает 53 745 человек (по состоянию на 2019 г.), в том числе в южной части – 39,4 тыс., в средней – 7,0 тыс. и в северной – 7,4 тыс. человек. Наиболее крупные населенные пункты: Слюдянка – 18 720 человек, Байкальск – 12 738 человек, Култук – 3 715 человек (по данным Википедии). На острове Ольхон проживает 1672 человек. В остальных населенных пунктах (их около 40) проживает от 5 до 1000 человек. На территории Иркутского берега Байкала располагается 350 туристических баз, вместительность каждой составляет от 10 до 500 человек. Общее количество койко-мест составляет 9944. На острове Ольхон таких баз 190, на Малом море – 80. С каждым годом их количество (особенно гостевых домиков) увеличивается. Централизованные системы водоснабжения и водоотведения имеются только в пяти населенных пунктах: Листвянка, Слюдянка, Байкальск, Култук, Ангасолка [1, 2]. Современным требованиям в целом соответствуют очистные сооружения в г. Байкальске, однако и они не обеспечивают в полном объеме очистку сточных вод до требований Приказа Минприроды России от 21.02.2020 г. № 83. В остальных населенных пунктах для водоотведения используются выгребные ямы в жилых домах, школах, больницах, детских садах и туристических базах. Большая часть населения проживает в частных домах (в основном деревянных) и пользуется примитивными

уличными туалетами. Основные конструкции выгребных ям – это одно-три ж/б кольца без дна емкостью 2-6 м³. Как следствие, большая часть стоков дренирует в грунт и далее попадает в оз. Байкал. Суточный объем сточных вод составляет 12 216 м³, из которого 9 673 м³ проходят через очистные сооружения, 2 543 м³ попадают в грунт и далее в оз. Байкал.

Непосредственный водозабор воды из оз. Байкал осуществляется только в п. Листвянка и один из 16 водозаборов в г. Слюдянка. В Байкальске организован подземный водозабор. В других населенных пунктах водозабор осуществляется преимущественно из неглубоких скважин и колодцев, принадлежащих частным застройкам и туристическим базам. В летний период во многих поселках и садоводствах организован летний водопровод непосредственно из оз. Байкал.

На берегах оз. Байкал в 200 м зоне в границах Иркутской области находится 37 населенных пунктов. На побережье Иркутского водохранилища находится 24 населенных пункта, в нижнем бьефе Иркутской ГЭС – 10 поселений и 4 города (см. рис. 1.3.2–1.3.4). В таблице 1.3.14 представлены основные и обобщенные характеристики систем водоснабжения этих населенных пунктов.

Таблица 1.3.14 – Характеристика водоснабжения населенных пунктов, расположенных на побережье оз. Байкал (Иркутская обл.), в верхнем и нижнем бьефах Иркутской ГЭС

Зоны	Численность населения, тур. баз, садовых участков	Потреб. воды, м ³ /сут.	Количество и тип водозаборов	Отметки водозпод зем., поверхностного (ТО)	Мин отметк и земли н.п. (ТО)	Макс отметк и земли н.п. (ТО)	Мин уров. воды (ТО)	Макс уров. воды (ТО)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Побережье Бакала (Ирк. обл.) - 37 н.п. Население Койкомест в турбазах	44034 13464	17836,0	213-подз., 5-повер.	500,0 455,0	456,0	510,0	455,54	457,85
Побережье Иркутского водохр. - 24 н.п. Население Кол-во садовых участков	5906 6200	1282,4	163-Подз.	470,0	456,5	475,0	453,00	456,51
Нижний бьеф ИГЭС (Иркутск, Ангарск, Усолье-Сибирское, Свирск), 10 н.п.	991320	455754	46-подз. 10-повер.	470,0 424,0	425,0	510,0	424,52 (Иркутск)	431,51 (Иркутск)

В столбце 2 таблицы 1.3.14 представлены численность населения и количество койкомест в туристических базах, а также количество садовых и коттеджных участков. В столбце 3 приведен расчетный расход воды, полученный на основании значений столбца 2. Для гг. Байкальск, Слюдянка, Иркутск, Ангарск, Усолье-Сибирское, Свирск представлены фактические данные по потреблению воды. В столбце 5 приведены средние геодезические отметки поверхности земли подземных водозаборов и отметки водоприемных камер поверхностных источников воды. В столбцах 6 и 7 указаны минимальные и максимальные геодезические отметки населенных пунктов (н.п.), а в столбцах 8 и 9 – минимальные и максимальные уровни воды в оз. Байкал, соответствующие допустимым режимам работы Иркутской ГЭС.

Из таблицы 1.3.14 видно, что изменение уровня воды в оз. Байкал будет оказывать влияние на работоспособность всех поверхностных водозаборов. Наибольшее влияние будет наблюдаться в населенных пунктах нижнего бьефа ИГЭС. Отдельные населенные пункты и их подземные водозаборы могут быть затопленными.

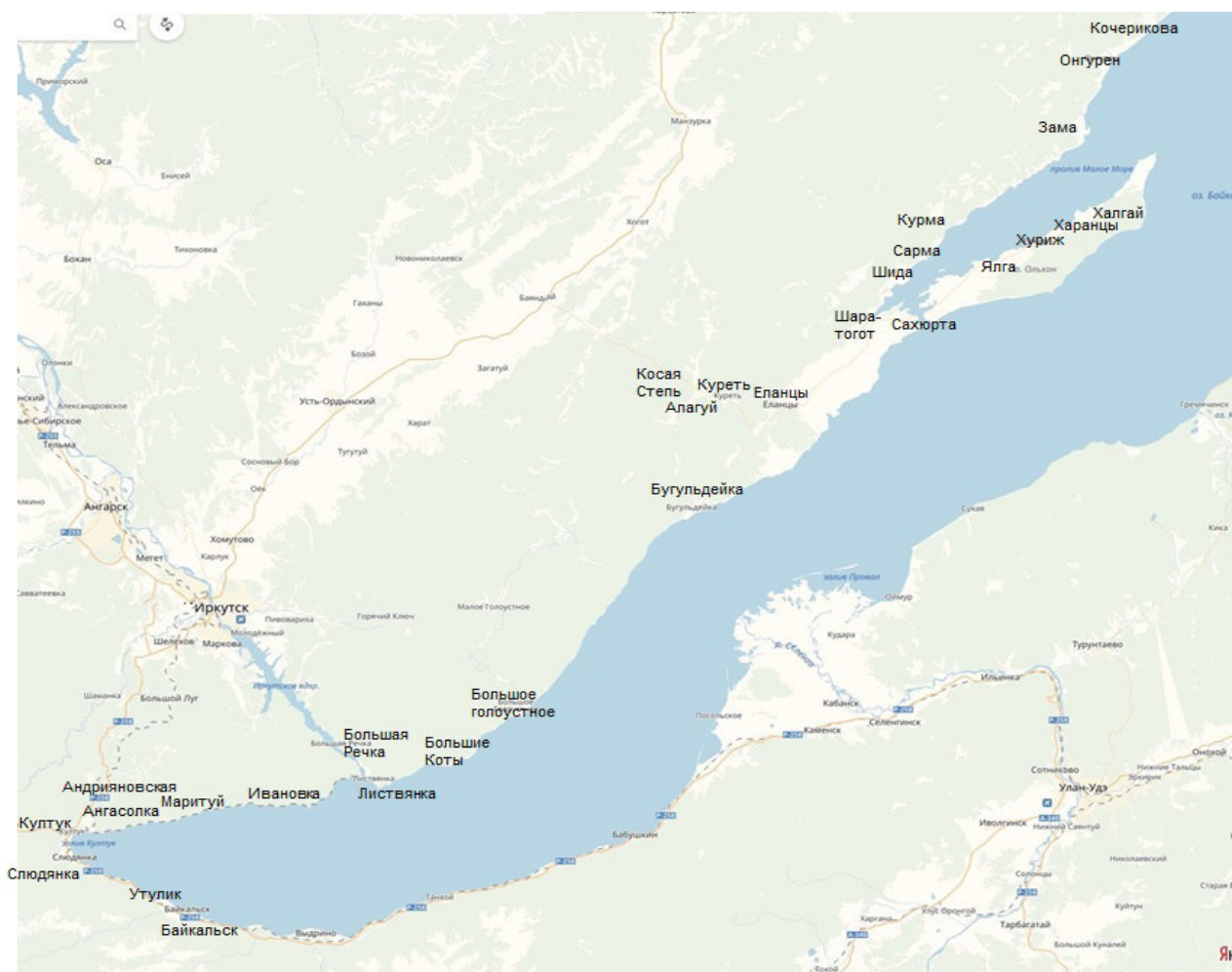


Рисунок 1.3.2 – Населенные пункты в 200 м зоне побережья оз. Байкал в границах Иркутской области

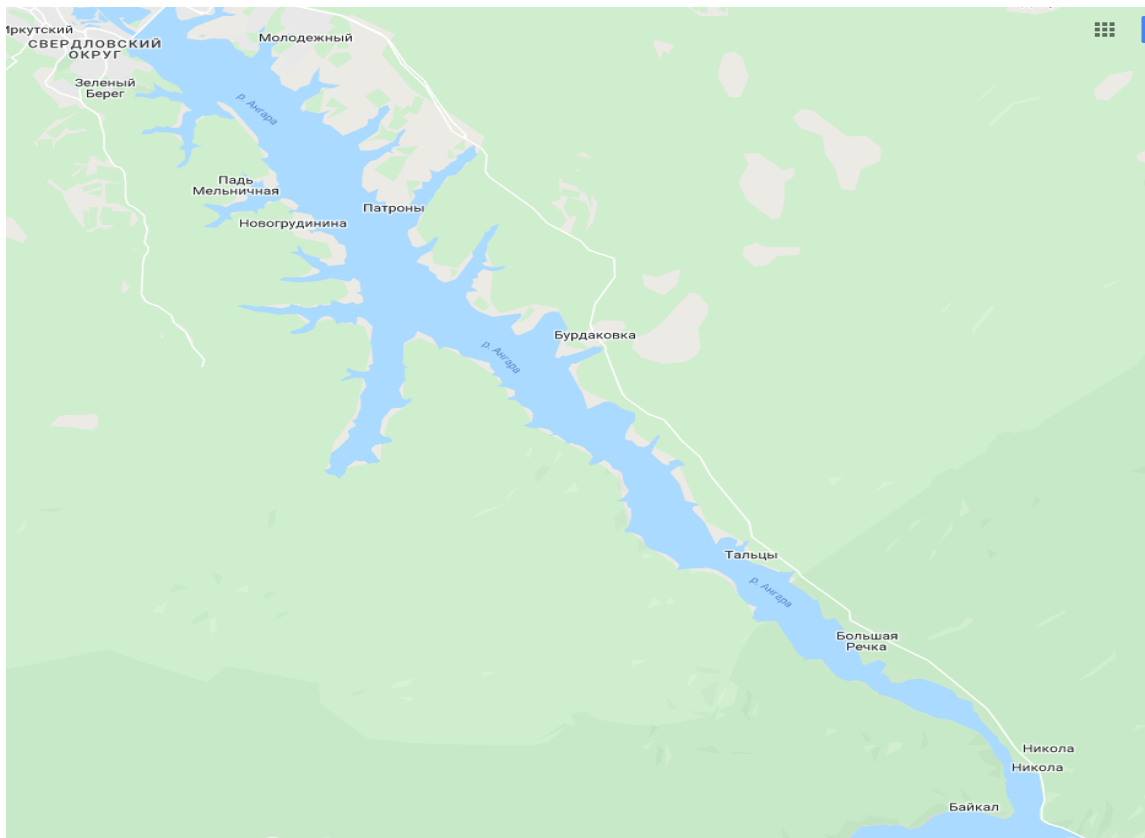


Рисунок 1.3.3 – Населенные пункты на побережье Иркутского водохранилища

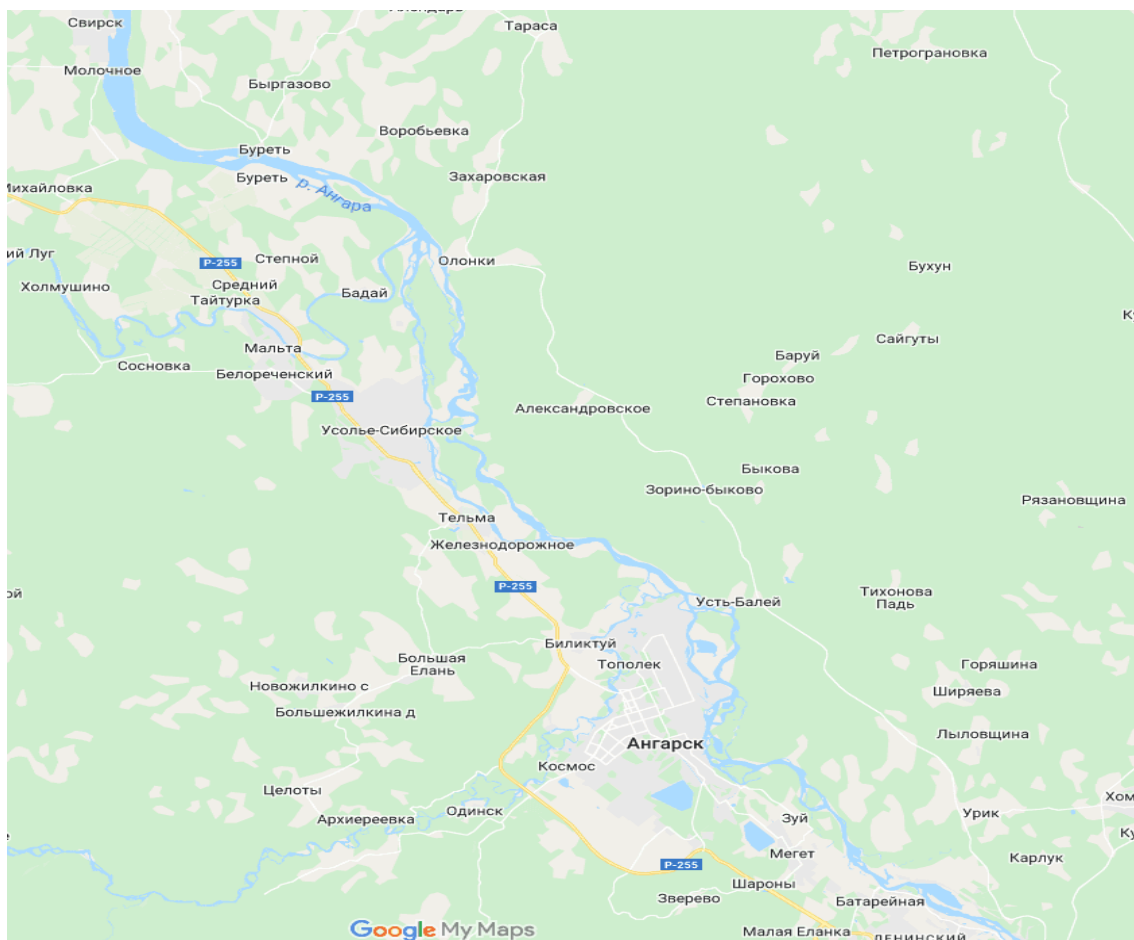


Рисунок 1.3.4 – Населенные пункты в нижнем бьефе Иркутской ГЭС

Побережье оз. Байкал. В населенных пунктах, расположенных на берегу оз. Байкал и на побережье Иркутского водохранилища (рис.1.3.2), имеются преимущественно подземные источники водоснабжения, за исключением п. Листвянка и г. Слюдянка, н.п. Мурино и Маритуй. В п. Листвянка организованы два водозабора непосредственно из оз. Байкал общей производительностью 689 м³/сут. Однако для них нет возможности организовать зоны санитарной охраны и поэтому требуется перенос данных водозаборов на другие территории. В г. Байкальск имеются три подземных источника воды (14 скважин глубиной от 70-100 м), основной из которых расположен на отметке 500,0 м ТО в верховье р. Солзан. В г. Слюдянка имеются два централизованных водозабора («Центральный» из оз. Байкал и из верховья р. Слюдянка - «Рудо»), а также 10 децентрализованных водозаборов (25 скважин). Водозабор «Центральный» является береговым сооружением, в котором вода забирается двумя насосами с отметки 450 м (ТО) оз. Байкал (сооружен в 1905 г. и не имеет зоны санитарной охраны).

Как показали проведенные исследования, все подземные водозаборы находятся на отметках выше максимальных уровней воды в оз. Байкал. Однако с увеличением уровня воды в оз. Байкал уровень воды в скважинах пропорционально увеличивается. По данным Санэпидстанции Иркутской области при изменении уровня воды в оз. Байкал от 456,50 до 457,00 качество воды в скважинах снижается в 1,52 раза. В некоторых поселках нарушаются требования СанПиН 2.1.4.11-75-02 и СанПиН 2.1.4.1074-01, а именно: общее микробное число превышает в 2, 3 раза норму в 50 колоний бактерий в 1мл, повышается общая жесткость до 12 и выше мг-экв/л, при норме меньше 7, повышается цветность более 20 градусов, мутность более 0,25 мг/дм³, запах более 2 баллов и др. показатели.

С падением уровня воды в озере до отметок 456 м ТО и ниже уменьшается дебит скважин и некоторые из них просто оголяются. Это происходит, например, в п. Мунгутуй, п. Муравей, д. Шумиха, п. Понаморевка, д. Сарма, д. Шида, с. Большое Голоустное и др. Следует отметить, что с увеличением уровня воды в оз. Байкал до отметок 457,00 м ТО и выше, некоторые населенные пункты будут подвержены подтоплению, а именно: пп. Бапха, Орехово, Мангутуй, Слюдянка, Култук, Солзан и др. При этом будут затоплены отдельные колодцы и некоторые скважины.

На побережье Иркутского водохранилища (рис. 1.3.3) имеется 24 населенных пункта. Наиболее крупные из них: пп. Большая Речка, Бурдуковка, Бурдугуз, Патроны, Новогрудиново. Централизованная система водоснабжения имеется только в п. Большая Речка в виде водозабора из подземных источников, 12 уличных колонок и 12 км сетей. Почти вся территория правого берега водохранилища занята различными садоводствами и коттеджными поселками (6100 участков), в которых водоснабжение осуществляется из

одинокных и групповых скважин, открытых колодцев. Повсеместно организован летний водопровод из подземных источников воды.

Как показали проведенные исследования, все подземные водозаборы находятся на отметках выше максимальных уровней воды в Иркутском водохранилище. Однако с увеличением уровня воды в водохранилище уровень воды в скважинах пропорционально увеличивается. По данным Санэпидстанции Иркутской области при изменении уровня воды в водохранилище от 456,50 до 457,00 м ТО качество воды в скважинах снижается в 1,5-2 раза.

Иркутск, Нижний бьеф ИГЭС. В нижнем бьефе Иркутской ГЭС на берегах р. Ангара расположены: областной центр г. Иркутск, гг. Ангарск, Усолье-Сибирское, Свирск. Водоснабжение г. Иркутска, Иркутского района, г. Шелехова и Шелеховского района осуществляется от открытого руслового водозабора, расположенного в верхнем бьефе плотины ГЭС («Ершовский» водозабор) [3]. Имеется также приплотинный водозабор, расположенный в теле плотины ГЭС («Сооружение №1»), от которого вода поступает на цели теплоснабжения на Ново-Иркутскую ТЭЦ. Характеристики водозаборов г. Иркутска представлены в табл.1.3.15.

Таблица 1.3.15 – Характеристики водозаборов г. Иркутска

		Проект произв., тыс. м ³ /сут	Отметка водоприемно й камеры, м ТО	Отметка оси насоса, м ТО	Максимальный/минимальный уровень воды в Иркутском водохранилище, м ТО
1	«Ершовский» водозабор	360.0	441,65	452,00	457,50/453,00
2	Сооружение №1	104.1	433,36	438,00	457,50/453,00
3	Водозабор ОАО «Корпорация Иркут»	36.0	418,00	418,37	Мин. уровень воды в р. Ангара 418,50

Как видно из табл. 1.3.15, водозаборы г. Иркутска («Ершовский» и «Сооружение №1») надежно защищены (не зависят) от влияния колебания уровня воды в Иркутском водохранилище.

Для обеспечения водой объектов ОАО «Корпорации Иркут» имеется русловой водозабор, расположенный на р. Ангара в нижнем бьефе на расстоянии 17 км от Иркутской ГЭС с проектной производительностью 36 тыс. м³/сут. (фактический расход 18

тыс. м³/сут.). Работа данного водозабора напрямую зависит от колебания уровня воды в р. Ангара. Падение уровня до отметки 418,75 (ГО) и ниже неоднократно приводило к срыву работы водозабора. Поэтому для повышения надежности его работы была построена дополнительная насосная станция «Сарлин», которая в автоматическом режиме при понижении уровня воды в р. Ангара ниже отметки 420,00 м начинает работать как подкачивающая насосная станция, чтобы обеспечить требуемый напор на входе в НС-1. Однако при уровне воды в р. Ангара 418,5 м и ниже уже сама подкачивающая насосная станция не будет работать.

Иркутск является единственным крупным городом в стране (население почти 630 тыс. чел.), в котором нет водопроводных очистных сооружений, вода дезинфицируется гипохлоритом натрия и поступает в городской водопровод. «Ершовский» водозабор выбран в таком месте, где вода, поступающая из оз. Байкал, не перемешивается с другими притоками и по качественным показателям удовлетворяет требованиям к питьевой воде. Вместе с тем, в настоящее время система обеспечения г. Иркутска питьевой водой является рискованной по следующим причинам: во-первых, берега водохранилища во второй и третьей зонах охраны «Ершовского» водозабора застраиваются жилыми домами, в которых нет централизованной системы водоотведения, и сточные воды попадают в грунт и далее в водохранилище, в итоге качество воды в «Ершовском» водозаборе с каждым годом заметно ухудшается; во-вторых, колебания уровня воды в водохранилище приводят к смыву различных загрязнений, к интенсивному процессу абразии берегов и транспортированию взвесей, песка, растительности, древесины и др. непосредственно к водозабору.

По указанным причинам возникает потребность в строительстве водопроводных очистных сооружений, либо требуется переход на подземные источники воды, которых в настоящее время для г. Иркутска нет. Хорошо известное «Иркутское месторождение подземных вод» (первоначальный эксплуатационный запас воды оценивался в 400 тыс. м³/сут.) [4–6], расположенное на правом берегу Иркутского водохранилища (15–21 км Байкальского тракта), сформировалось в результате строительства Иркутской ГЭС и формирования Иркутского водохранилища. Сейчас оно постепенно перестает существовать по тем же самым причинам. На месте месторождения появились дачные и коттеджные поселки. Из-за колебания уровня воды в водохранилище и абразионных процессов в береговой линии размывается водоносный подземный резервуар и существенно ухудшается качество подземных вод [5, 6].

Согласно проведенным в ИСЭМ СО РАН исследованиям, при расходах воды через Иркутскую ГЭС выше 3600 м³/с город Иркутск может быть затоплен в береговой линии

там, где проходят основные водоводы, подающие воду в центральную часть города, что также может негативно сказаться на качестве питьевой воды. Будут затоплены и основные коллекторы бытовой и ливневой канализации в Правобережной части города.

Система водоснабжения населения г. Ангарска и важнейших для региона и страны предприятий (АЭХК, АНХК, ТЭЦ-9, ТЭЦ-10) связана с расходом и уровнем нижнего бьефа. В Ангарске имеется 4 водозабора ковшевого типа, для которых диапазоны колебания уровней воды в реке Ангара указаны в таблице 1.3.16.

Таблица 1.3.16 – Допустимые уровни работы водозаборов г. Ангарск

		Отметка дна канала водо-приемного ковша (БС)	Мин отметка уровня воды (БС)	Мах отметка уровня воды (БС)	Производительность, тыс. м ³ /сут.
1	Водозабор ТЭЦ 10	409,65	411,8	416,4	2880,0
2	Водозабор АЭХК	409,50	412	416,3	1746,0
3	Водозабор АНХК 1	403,5	406,4	412,3	792,0
4	Водозабор АНХК 2	404,6	408,35	414,0	849,6

Из-за экстремально низкой боковой проточности в оз. Байкал в 2014-2017 гг. значительно сократились регулирующие возможности Братского водохранилища, выполняющего функции главного регулятора Ангаро-Енисейского каскада ГЭС. При этом уровень воды на водозаборе г. Свирска опускался ниже критической отметки 394,73 м (ТО), на водозаборах г. Ангарска ТЭЦ 10 и АЭХК он опускался до 410,0 м ТО, что чуть выше отметки полной остановки водоприемных каналов этих водозаборов (409,65 м ТО).

В это время администрации Ангарска, Свирска и Черемхова предприняли ряд мер, направленных на переустройство водозаборов, углубление водоприемных каналов, сооружение подземных водозаборов и др. Планировались инвестиции в несколько миллиардов рублей. Но с наступлением многоводных лет об этой проблеме забыли. В настоящее время (октябрь 2021 г.) для двух водозаборов АНХК г. Ангарска уровень воды приблизился к критическим отметкам 412,00 м ТО.

Администрация города занимается проектированием нового подземного водозабора («Верхне-Китойское» месторождение подземных вод с разведанными запасами в 600 тыс. м³/сут.), но система водоводов проектируется только для обеспечения водой населения города. АЭХК, АНХК и ТЭЦ-10 при этом остаются незащищенными в части обеспечения

водой, хотя по объемам потребления воды они на порядок больше потребления всего населения г. Ангарска.

Город Усолье-Сибирское в настоящее время снабжается водой от одного источника – ковшевого водозабора на р. Белая. Имеется второй водозабор, расположенный на р. Ангара, который в 2010 г. прекратил свою производственную деятельность. В настоящее время этот водозабор находится в технически неисправном состоянии, многие задвижки, обратные клапаны, силовое оборудование отсутствуют. Восстановление данного водозабора потребует больших финансовых затрат и значительного временного периода. Водозабор на р. Белая находится на расстоянии 105 км от Иркутской ГЭС (в зоне сопряжения нижнего бьефа и Братского водохранилища). Отметка верха трубы всасывающего патрубка насосов составляет 396,60 м БС.

В таблице 1.3.17 представлены основные характеристики водозабора. С учетом расчётной толщины льда в 1,10 м, уровня воды над всасывающей трубой 0,30 м, критическая нижняя отметка водозабора составляет 397,7 м БС. На момент измерения (19.01.2018 – завершение маловодного периода) уровень воды в ковше составлял 398,05 м БС, и водозабор был на грани остановки. Если бы уровень упал всего на 30-35 см, город Усолье-Сибирское остался бы без воды. В то время был разработан ряд мероприятий по безопасной работе водозабора (углубление ковша, устройство сифонного трубопровода и др.), но с наступлением многоводных лет реализация этих мероприятий также отложена на неопределенное время.

Таблица 1.3.17 – Поверхностные водозаборы на р. Ангара в нижнем бьефе Иркутской ГЭС

№	Предприятие, эксплуатирующее водозабор	Населенный пункт, город	Место расположения	Критические (проектные) уровни воды (БС)	Проект и факт. (в скобках) производитель, тыс. м ³ /сут.
1	Водозабор, ООО «АкваСервис»	Усолье-Сибирское	Ниже створа платины 93 км от ИГЭС	396,60 (400,00)	288,0 (36,0)
2	Водозабор ООО «Усольехимпром»	Усолье-Сибирское	Ниже створа платины 92 км от ИГЭС	395,20 (400,00)	3980,40 не работает
3	Водозабор Свирск, Черемховский «Водоканал»	Черемхово	468 км от плотины Братской ГЭС	391,13 (395,00)	86,0 (28,0)

Очевидным фактором является необходимость реконструкции существующего водозабора на р. Белая и восстановление уникального не только в Иркутской области, но и в стране, «Усольского» водозабора на р. Ангара. Другой путь – переход на подземные

источники воды. Вблизи города имеются такие источники. Это Биликтуйское и Тельмино-Биликтуйское месторождения подземных вод производительностью 6,9 тыс. м³/сут. Требуется их доразведывание, разработка проекта и его реализация. К сожалению, этой работой никто не занимается.

Забор питьевой воды для нужд абонентов гг. Черемхово, Свирска, п. Михайловка и многих других населенных мест Черемховского района осуществляется от руслового водозабора, расположенного на левом берегу р. Ангара (начало Братского водохранилища, в 200 м от г. Свирск). Проектная мощность 86 тыс. м³ в сутки, фактическая – не более 22-28 тыс. м³ в сутки. В соответствии с проектом (1957 г.) водозабор осуществляется на отметках Братского водохранилища: ГВВ – 403,0 м БС; ГНВ – 392,5 м БС, верх оголовка по проекту 390,5 м БС. При этом, минимальный слой воды над оголовком должен быть не менее 4,5 м. В 1980 г. при сработке Братского водохранилища до отметки 392,43 м БС при толщине льда в 1 м была полностью нарушена работа водозабора. В оперативном порядке был смонтирован временный пантонный водозабор и стальной трубопровод, по которому вода подавалась непосредственно на водопроводные очистные сооружения, минуя насосную станцию первого подъема. С поднятием уровня воды пантонный водозабор был разобран. В 2003 г. при отметке уровня в Братском водохранилище 394,42 м БС произошел срыв работы насосной станции первого подъема по причине выхода донного льда в период ледохода. Приемные и рыбозащитные решетки были забиты шугой. Ликвидировать аварийную ситуацию удалось путем обратной подачи воды из насосной станции первого подъема. В 2017 г. водозабор тоже был на грани срыва. В 2017 г. (21.09.2017 г.) экспедиционно на основе подводных съемок и замеров глубины была установлена отметка верха оголовка 391,13 м БС (вместо проектной величины 390,5 м БС), и поэтому основными стали насосы насосной станции первого подъема, поскольку отметка оси насосов 18 НДС (2+1) составляет 391,42 м БС. Водоканалу г. Черемхово было предложено выполнить ряд мероприятий: рассчитать и отсыпать направляющую дамбу таким образом, чтобы поток шуги в районе оголовка не создавал турбулентность (до ледостава), после ледостава поднять решетки оголовка и покрыть их гидрофобными материалами, изготовить пантонный водозабор. Ни одного мероприятия не было выполнено. Для гарантированного и надежного водоснабжения Свирска и Черемховского района необходимо перейти на подземные источники воды. Этому решению способствует то, что рядом с существующим поверхностным водозабором имеется «Свирское» месторождение подземных вод, которое соответствует требованиям к качеству питьевой воды, а запас месторождения оценивается в 56,9 тыс. м³/сут.

Выводы

1. Организацию системы обеспечения водой питьевого качества в прибрежных населенных территориях оз. Байкал (в границах Иркутской области) можно признать неудовлетворительной по следующим причинам:

- небольшие населенные пункты, туристические базы и садоводческие участки имеют подземные источники водоснабжения в виде неглубоких скважин и колодцев (10-30 м), уровень воды в которых незначителен и зависит от уровня оз. Байкал. При уровнях озера 456,00455,54 м ТО в п. Мангутай, п. Муравей, д. Шумиха, п. Пономаревка, д. Сарма, д. Шида, с. Большое Голоустное многие скважины и колодцы будут сухими. При уровнях 457,00–457,50 м ТО и выше в пп. Бабха, Орехово, Мангутай, Слюдянка, Култук, Солзан будет наблюдаться подтопление скважин и колодцев, что приведет к выходу их из строя. При этом качество употребляемой воды (мутность, цветность, общее микробное число, др.) снижается в 2-3 раза;

- источники водоснабжения, как правило, не имеют зон санитарной охраны, отсутствуют системы водоподготовки и обеззараживания воды, не организована система контроля за качеством потребляемой воды;

- в большинстве населенных пунктов и туристических базах отсутствуют канализационные очистные сооружения, сточные воды попадают в грунт, в поверхностные водоемы, в том числе в оз. Байкал и в водоносные горизонты подземных источников воды.

2. В населенных пунктах, расположенных на берегу Иркутского водохранилища, отсутствуют водопроводные очистные сооружения и нет систем обеззараживания воды. Централизованная система водоснабжения из подземных источников воды имеется только в п. Большая Речка. Все дачные поселки имеют летние водопроводы, организованные из подземных источников воды. Коттеджные поселки оснащены отдельными частными подземными водозаборами в виде неглубоких скважин и колодцев (30-50 м), которые напрямую связаны с уровнем воды в Иркутском водохранилище. При отметках 456,00–454,00 м ТО 16 % подземных водозаборов окажутся сухими. При отметках 457,00–457,50 м ТО качество воды во всех водозаборах в эпидемическом, токсикологическом и органолептическом отношении ухудшается в 1,5-2 раза.

3. Защищенным от колебания уровня воды в водохранилище является только «Ершовский» водозабор г. Иркутска. Но он не является защищенным от антропогенного воздействия и от продуктов размыва берегов, смыва мусора и отходов жизнедеятельности людей и животных. Ежедневный анализ качества воды на «Ершовском» водозаборе свидетельствует об ухудшении качества воды при отметках уровня 457,00–457,50 м ТО.

4. В населенных пунктах, расположенных в нижнем бьефе Иркутской ГЭС (гг. Иркутск, Ангарск, Усолье-Сибирское, Свирск) все водозаборы организованы из поверхностных источников р. Ангара и ее притоков. Устойчивость работы водозаборов напрямую зависит от колебания уровня воды в нижнем бьефе Иркутской ГЭС. Поскольку уровень воды в нижнем бьефе является производным от расхода Иркутской ГЭС, то важнейшим ограничением для обеспечения нормальной работы водозаборов является минимально допустимый расход Иркутской ГЭС. В настоящее время он составляет $1300(1250) \text{ м}^3/\text{с}$.

5. Водопользование в условиях поверхностных зарегулированных источников водоснабжения со значительными колебаниями уровня воды требует особой организации водозаборов комбинированного типа: береговых, русловых, инфильтрационных и понтонных. Источники воды с малой минерализацией необходимо использовать в комбинации с минерализованными подземными водами. Необходимо развивать систему группового водоснабжения с использованием защищенных подземных источников воды.

1.3.4 Оценка обеспеченности населения водой, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям, в многоводные и маловодные периоды в населенных пунктах прибрежной зоны озера Байкал в пределах административных границ Республики Бурятия

Одной из важнейших задач в сфере создания санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации является обеспечение его доброкачественной питьевой водой, которая должна быть безопасной в эпидемиологическом отношении и безвредной по химическому составу [1, 2]. Проблема, связанная с нарушением здоровья людей при использовании питьевых вод ненадлежащего качества, является глобальной [3], поскольку ухудшение и потеря здоровья человека влечет за собой и существенные экономические ущербы народному хозяйству [4]. Основными причинами неудовлетворительного качества питьевой воды являются антропогенное загрязнение поверхностных и подземных вод, отсутствие или ненадлежащее состояние зон санитарной охраны водоисточников, использование старых технологий водоподготовки, низкое санитарно-техническое состояние водопроводных сетей и сооружений. [1, 3, 5]. Основными источниками водоснабжения населения Байкальского региона в пределах Республики Бурятия являются подземные водные объекты, за счет которых обеспечивается питьевой водой 93% жителей Республики, из открытых водоисточников – 7 % [6-12].

В центральной экологической зоне оз. Байкал в границах Республики Бурятия в 75 населенных пунктах проживает 68,2 тыс. человек [13], в том числе в южной части (Кабанский район) – 29,7 тыс., в средней (Прибайкальский и Баргузинский районы) – 12,7 тыс., в северной (Северо-Байкальский район) – 9,9 тыс. человек, г. Северобайкальск – 23,2 тыс. человек.

К крупным населенным пунктам относятся: г. Северобайкальск с населением 23304 человека, г. Бабушкин – 4385 человек, пгт. Усть-Баргузин – 6894 человека, с. Выдрино – 4606 человек, пгт. Нижнеангарск – 4129 человек [14]. Количество населенных пунктов в 4-х административных районах, где проживает от 2 до 1000 человек, составляет 63.

Туристско-рекреационная деятельность осуществляется в 33 населенных пунктах ЦЭЗ БПТ, где расположено 265 коллективных и иных средств размещения общей емкостью 9174 койко-мест [15].

Централизованные системы водоснабжения имеются в г. Северобайкальск, г. Бабушкин, с. Выдрино, пгт. Нижнеангарск, п. Танхой, с. Посольское, пгт. Кичера и др. (рис. 1.3.5).

К территориям, на которых нет централизованного водоснабжения, относится частный сектор с малочисленным населением, а также туристические базы, детские лагеря, дачные участки. В качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения поселений используются подземные воды из скважин, изготовленных населением для собственных нужд, а также ряда колодцев по забору холодной воды, индивидуальных скважин и шахтных колодцев у индивидуальных жилых домов. Зоны санитарной защиты отсутствуют. Водоснабжение перспективной малоэтажной жилой застройки, удаленной от водопроводных сетей централизованного водоснабжения, осуществляется привозной водой.

Источником хозяйственного-питьевого водоснабжения потребителей Кабанского района являются глубинные грунтовые и артезианские воды, добываемые из 40 учтенных скважин муниципальных образований. Скважины глубиной до 60 м, оборудованные насосами, имеются в с. Выдрино. Очистка воды не производится, так как подаваемая в сеть вода отвечает всем требованиям СанПиНа. В г. Бабушкин и пгт. Танхой имеются по 2 скважины, глубина скважин составляет 30-50 м. Запасы подземных артезианских вод в настоящее время обеспечивают потребность в хозяйственно-питьевом и противопожарном водоснабжении сельского поселения.

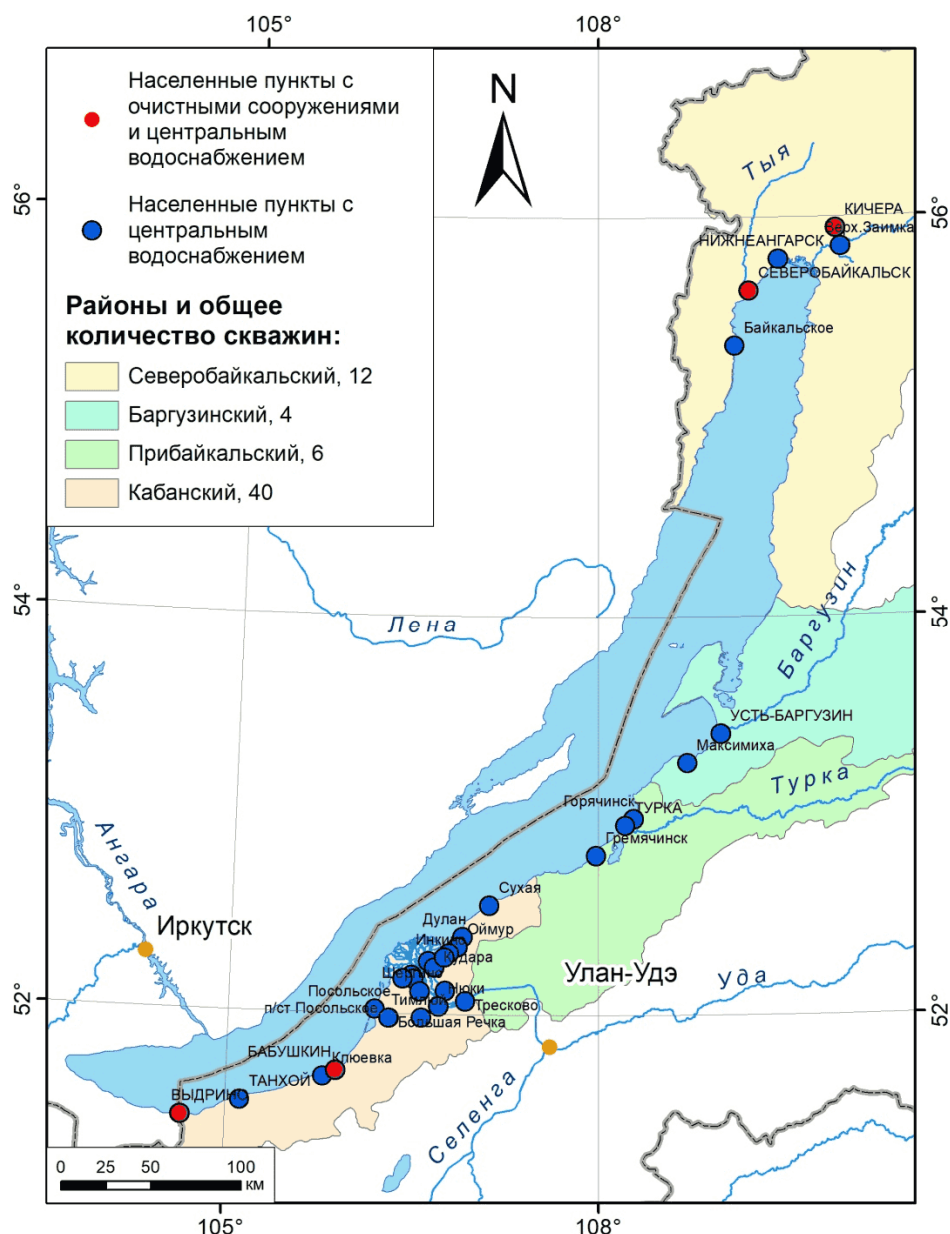


Рисунок 1.3.5 – Водоснабжение и водоотведение в населенных пунктах прибрежной зоны озера Байкал в пределах административных границ Республики Бурятия

В качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения поселений Баргузинского и Прибайкальского районов приняты подземные воды из скважин муниципальных образований (Баргузинский – 4, Прибайкальский – 5), а также ряда колодцев по забору холодной воды, индивидуальных скважин и шахтных колодцев у индивидуальных жилых домов. За последние годы наблюдается нестабильный состав качества воды по химическим и микробиологическим показателям. Питьевой воды, соответствующей требованиям СанПин, не имеется. В катастрофические паводки возможен подъем подземных вод на 0,5 м с последующим затоплением прибрежных территорий. Запасы подземных вод обеспечивают потребность в хозяйственно-питьевом и противопожарном водоснабжении сельского поселения.

Источником централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения на территории Северо-Байкальского муниципального образования являются воды подземных источников. Глубина скважин достигает 385 м. На территории Муниципального образования городское поселение «Поселок Нижнеангарск» эксплуатируются семь скважин, из которых подъем воды осуществляется насосными станциями. Вода, забираемая из источника воды с. Байкальское с глубины 200 м, проходит очистку в фильтровой колонне, установленной в скважине. Зона санитарной охраны источника отсутствует, вода, добываемая из скважины, используется только в технических целях. Для компенсации неравномерности потребления в здании котельной предусмотрена водонакопительная емкость. Для нужд питьевого водоснабжения потребители сельского поселения пользуются привозной водой.

В настоящее время следующие территории г. Северобайкальск охвачены централизованными системами водоснабжения: - г. Северобайкальск (обеспеченность централизованным водоснабжением около 95 %); - п. Заречный (обеспеченность централизованным водоснабжением около 80 %). Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения на территории муниципального образования являются воды из подземных источников Тыйского водозабора. Водозаборный участок расположен на северной окраине г. Северобайкальск на левобережной пойме р. Тья на искусственно отсыпанной площадке. Водозабор представлен линейным групповым водозабором, состоящим из эксплуатационных скважин глубиной от 25 до 46 м. По состоянию на 2021 год из двенадцати скважин Тыйского водозабора эксплуатируются семь, остальные пять скважин в настоящее время выведены из эксплуатации. Фактическая суточная производительность Тыйского водозабора колеблется от 5387 м³/сут до 5862 м³/сут. По данным водоснабжающих организаций источники водоснабжения обладают достаточной производительностью для обеспечения холодной водой потребителей муниципального образования и соответствуют требованиям СанПин.

В рамках Федерального проекта «Чистая вода», задачей которого является увеличить долю населения России, имеющего доступ к качественной питьевой воде из систем централизованного водоснабжения, проведены мероприятия по увеличению обеспеченности населения качественной питьевой водой. В 2019-2021 гг. были построены участки водопроводных сетей в с. Творогово (60 м³/сут), с. Большое Колесово Кабанского района, с. Турка Прибайкальского района, сделан капитальный ремонт и замена водопроводных сетей и насосных станций в селе Инкино, поселках Танхой Кабанского района, п. Кичера Северо-Байкальского района. В результате проведенных мероприятий

доля обеспеченности населения качественной водой увеличилась по сравнению с предыдущими годами.

В ближайшие годы до 2024 г. планируется строительство и реконструкция водозаборных сооружений в г. Северобайкальск, с. Верхняя Заимка, пгт. Нижнеангарск, с. Адамово, с. Гусиха, с. Горячинск, с. Гремячинск, п. Новый Энхэлук, с. Сухая, с. Выдрино.

Централизованные системы водоотведения имеются в г. Северобайкальск, г. Бабушкин, с. Выдрино (завершено строительство в марте 2022 г.), п. Кичера. Согласно Государственной программе Республики Бурятия «Развитие строительного и жилищно-коммунального комплексов Республики Бурятия», отвечающего задачам национального проекта «Экология», до 2024 года планируется провести работы по реконструкции и строительству очистных сооружений в г. Северобайкальск, пгт. Кичера, пгт. Усть-Баргузин, с. Сухая, пгт. Танхой. Очистные сооружения будут соответствовать требованиям, предъявляемым к качеству сточных вод при их сбросе в водные объекты (Приказ № 83 Минприроды России от 21.02.2020 г.).

На территории остальных поселений централизованные системы водоотведения в настоящее время отсутствуют. В качестве локальных очистных сооружений применяются выгребные ямы и автономные системы канализации с применением канализационно-очистных сооружений.

В таблице 1.3.18 представлены основные характеристики водоснабжения в муниципальных образованиях. В столбце 2 представлена численность постоянно проживающего населения в муниципальных образованиях и прогнозная численность отдыхающих в зонах рекреационного освоения в ЦЭЗ БПТ. В столбце 3 приведен расчетный расход воды, который получен на основании значений столбца 2. В столбце 4 – количество скважин, принадлежащих МО. В столбце 5 приведены средние геодезические отметки поверхности земли подземных водозаборов. В столбцах 6 и 7 указаны минимальные и максимальные геодезические отметки населенных пунктов (н.п.), а в столбцах 8 и 9 – минимальные и максимальные уровни воды в оз. Байкал.

Таблица 1.3.18 – Характеристика водоснабжения муниципальных образований, расположенных в ЦЭЗ БПТ в пределах Республики Бурятия

Муниципальное образование	Численность населения, чел. на 01.01.2021/Прогнозная численность	Расчетное максимальное потребление воды, м ³ /сут.	Количество подземных водозаборов	Отметка и водозподзем., поверхность (ТО)	Минотметки земли н.п. (ТО)	Максотметки земли н.п. (ТО)	Минуров. воды (ТО)	Максуров. воды (ТО)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Баргузинский район	<u>8777</u> 264034	921,8	4	454-455	456	459	455,54	457,85
Кабанский район	<u>29713</u> 846145	4879,5	41	453-454	457	501	455,54	457,85
Прибайкальский район	<u>3894</u> 1015893	1293,8	5	455	459	477	455,54	457,85
Северо-Байкальский район	<u>9869</u> 158701	1603,9	12	470-480	477	489	455,54	457,85
г.Северобайкальский	<u>23304</u> 111642	9684,0	12	477	521	551	455,54	457,85

Как видно из таблицы 1.3.18, при повышении уровня оз. Байкал большая часть подземных водозаборов в Кабанском, Прибайкальском, Баргузинском районах будет подвержена затоплению, качество воды будет ухудшаться по санитарно-гигиеническим показателям. При понижении уровня оз. Байкал в колодцах и скважинах уровень воды опускается до 1,2-2,0 м с последующим уменьшением дебита, что влияет на добычу подземных вод, находящихся в верхних горизонтах почвы. В целом, водозаборы функционируют в установившемся режиме, понижение уровней в основных эксплуатируемых водоносных горизонтах не превышает допустимые, сработка запасов не наблюдается.

Использование подземных вод для питьевого водоснабжения является приоритетным и имеет ряд преимуществ по сравнению с поверхностными водами, прежде всего наибольшей защищенностью от загрязнения. Кроме того, подземные воды характеризуются более высоким качеством и не требуют дорогостоящей очистки. Главными режимобразующими факторами подземных вод являются климат, рельеф местности, речная сеть, геологические и гидрогеологические условия. По химическому составу преобладают подземные воды гидрокарбонатные с переменным катионным составом, с минерализацией 0,05-0,1 г/дм³. Концентрация марганца в подземных водах достигает 2,7 ПДК (0,27 мг/дм³) [6-12].

Оценка прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод на территории Республики Бурятия была проведена в 1999-2000 гг. в рамках работы «Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения». По результатам проведенной работы, прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод (ПЭРПВ) оценены в количестве 131,704 млн. м³/сут., из них с минерализацией до 1 г/дм³ – 131,697 млн. м³/сут, 1-3,0 г/дм³ – 0,0068 млн. м³/сут. Было установлено, что в поровых и порово-пластовых коллекторах четвертичных и неогеновых отложений межгорных впадин байкальского типа (Северо-Байкальской, Баргузинской, Усть-Селенгинской) сосредоточено 17,7 млн. м³/сут. ПЭРПВ (17%), площадной модуль эксплуатационных ресурсов, в зависимости от фильтрационных свойств водовмещающих пород, изменяется от 0,90 до 44,3 л/с*км². В трещинно-пластовых коллекторах осадочных и вулканогенно-осадочных мезо-кайнозойских отложений бассейнов подземных вод межгорных впадин забайкальского типа прогнозные ресурсы составляют 1,8 млн. м³/сут, а модуль варьирует от 0,07 до 1,7 л/с*км². На долю преобладающих по площади на Байкальской природной территории трещинных коллекторов изверженных и метаморфических пород гидрогеологических структур горных районов приходится 42 млн. м³/сут ПЭРПВ (31,9%), а модуль эксплуатационных ресурсов колеблется от 0,18 до 20,6 л/с*км². Средний модуль прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод по оцененной площади Республики Бурятия (227,5 тыс. км²) составляет 6,71 л/с*км², в среднем, в пересчете на всю территорию республики (371,4 тыс. км²) – 4,1 л/с*км², в том числе в пределах водосборной площади Байкала (206,5 тыс. км²) – 5,77 л/с*км².

При оценке обеспеченности населения принята градация водообеспеченности [16], согласно которой:

- удельная водообеспеченность выше 20 тыс. м³/чел. год - очень высокая;
- удельная водообеспеченность от 10 до 20 тыс. м³/чел. год - высокая;
- удельная водообеспеченность от 5 до 10 тыс. м³/чел. год - средняя;
- удельная водообеспеченность от 2 до 5 тыс. м³/чел. - низкая;
- удельная водообеспеченность от 1 до 2 тыс. м³/чел. год - очень низкая;
- удельная водообеспеченность < 1 тыс. м³/чел. год считается катастрофически низкой.

Так, обеспеченность прогнозно-эксплуатационными ресурсами подземных вод питьевого качества в 2014-2016 гг. составляла 131,08-153,52 м³/сут, в 2017-2020 гг. 62,6-62,7 м³/сут. на 1 человека, уменьшение связано с проведенной инвентаризацией имеющихся скважин. Доля использования подземных вод в общем балансе питьевого и

хозяйственно-бытового водоснабжения составляет 93 %-97 %. Исходя из градации водообеспеченности, обеспеченность водными ресурсами на 1 жителя Республики Бурятия, в том числе на ЦЭЗ БПТ, является очень высокой.

Объём водопотребления, определенный по прогнозу численности населения муниципальных образований, входящих в ЦЭЗ БПТ, устанавливается, как правило, с учётом перспективы развития на 10-15 лет.

Прогноз водопотребления, представленный в таблице 1.3.19, рассчитан с учетом хозяйственно-питьевых нужд, полива улиц, проездов и зеленых насаждений и нужд пожаротушения. Для расчета были использованы среднесуточные нормы расхода воды потребителями, включающие все расходы воды на хозяйственные питьевые нужды в жилых и общественных зданиях и коммунальных учреждениях, обслуживающих жителей населенных пунктов.

Таблица 1.3.19 – Оценка расчетного (возможного) баланса водопотребления и водоотведения, тыс. м³/год

Муниципальные образования	Водопотребление	Водоотведение
Баргузинский район	436,02	310,77
Кабанский район	2273,17	1647,87
Прибайкальский район	629,15	445,56
Северо-Байкальский район	705,54	581,84
Город Северобайкальск	4201,71	3499,94
Всего по ЦЭЗ БПТ	8245,58	6485,98

Приведенная выше характеристика прогнозных ресурсов эксплуатационных запасов подземных вод, а также их современного использования показывает в целом высокую обеспеченность населения прогнозными ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и возможность интенсификации их использования.

Одним из приоритетных направлений деятельности Управления Роспотребнадзора остается обеспечение населения Республики Бурятия доброкачественной питьевой водой, отвечающей требованиям санитарного законодательства [17-24]. В рамках реализации Указа Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» за счет реализации мероприятий по строительству, реконструкции и модернизации источников питьевого водоснабжения, централизованных систем водоснабжения, внедрения перспективных технологий водоподготовки в соответствии с постановлением Правительства Республики Бурятия от 21.05.2020 № 291 «О внесении изменений в постановление правительства

Республики Бурятия от 02.08.2013 № 424 «Об утверждении государственной программы Республики Бурятия «Развитие строительного и жилищно-коммунального комплексов Республики Бурятия» предусмотрено достижение индикативного показателя ФП «Чистая вода» в Республике Бурятия: - «Доля населения республики, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения» до 2024 г. должен увеличиться с 44,1 % до 66,99 % - «Доля городского населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения» с 65,7 % до 75,46 % [24].

В Республике Бурятия на контроле Управления Роспотребнадзора в ЦЭЗ БПТ находятся 74 источника централизованного питьевого водоснабжения, из которых не соответствуют санитарным требованиям по причине отсутствия зон санитарной охраны и нарушения режимов их содержания более 20 % [18-24]. В 2020 г. по сравнению с 2014 г. доля источников централизованного водоснабжения, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, увеличилась, составив 42,2 % (2014 г. – 26,7 %), что было связано с проводимой инвентаризацией объектов водоснабжения в рамках Федерального проекта «Чистая вода». Доля поверхностных источников централизованного питьевого водоснабжения, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, снизилась по сравнению с уровнем 2014 года, и составила 66,7 %. Удельный вес подземных источников, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, увеличился до 41,6 %, темп прироста составляет 83,3 %.

По данным Федерального информационного фонда данных социально-гигиенического мониторинга в 2014-2020 гг. основными химическими веществами, содержание которых превышало гигиенические нормативы, являлись нитраты, железо, фтор, марганец, аммиак, мутность и цветность.

В подземных источниках централизованного водоснабжения доля проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, увеличилась в 2,2 раза, по микробиологическим показателям (ОКБ-общие колиформные бактерии и ТКБ-толерантные колиформные бактерии) – в 3,6 раза по сравнению с предыдущими годами (табл. 1.3.20).

Таблица 1.3.20 – Доля проб питьевой воды из подземных источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения с превышением гигиенических нормативов

Показатели	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Санитарно-химические	7,0	8,4	4,8	11,5	7,7	6,8	10,7
Микробиологические	2,8	0,7	0,6	1,1	2,5	1,8	2,1
Паразитологические	0	0	0	0	0	0	0

Превышение среднереспубликанского показателя удельного веса проб воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, не соответствующих по микробиологическим показателям, наблюдалось в 2020 г. в Баргузинском, Прибайкальском, Кабанском районах.

По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики Республики Бурятия в пределах административных границ Республики Бурятия: Кабанском, Прибайкальском, Баргузинском, Северо-Байкальском районах в 2020 году по сравнению с 2014 годом отмечено снижение удельного веса несоответствующих проб из распределительной сети централизованного водоснабжения по микробиологическим показателям и санитарно-химическим показателям (табл. 1.3.21).

Таблица 1.3.21 – Доля проб питьевой воды из распределительной сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения с превышением гигиенических нормативов

Показатели	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Санитарно-химические	14,1	5,8	4,3	5,1	6,4	6,2	5,2
Микробиологические	4,9	3,4	3,0	3,6	3,6	3,1	2,6
Паразитологические	0	0	0	0	0	0	0

Удельный вес проб воды из распределительной сети, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, выше республиканского уровня наблюдался в Кабанском (с. Посольское, г. Бабушкин) и Прибайкальском районах.

Приоритетными территориями по наибольшей доле проб воды из распределительных сетей централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям ОКБ и ТКБ, являлись Кабанский (г. Бабушкин, с. Танхой), Баргузинский районы.

Следует отметить, что на состояние воды источников водоснабжения и питьевой воды систем централизованного водоснабжения оказывают влияние такие факторы, как отсутствие утвержденных схем водоснабжения, применение устаревших технологий водоочистки, а также изношенность водоочистных сооружений, ненадлежащее

содержание колодцев и незащищенность подземных водоносных горизонтов от загрязнения с поверхности, вторичное загрязнение питьевой воды в сетях водоснабжения.

В 2020 году по сравнению с 2014 годом качество питьевой воды нецентрализованного водоснабжения улучшилось по микробиологическим показателям. Доля проб воды нецентрализованного питьевого водоснабжения с превышением гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям увеличилась на 63,9 %, по микробиологическим показателям – уменьшилась на 43 % (табл. 1.3.22).

Таблица 1.3.22 – Доля проб питьевой воды из источников нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения с превышением гигиенических нормативов

Показатели	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Санитарно-химические	9,7	13,2	12,2	12,6	15,0	13,7	15,9
Микробиологические	7,9	7,2	6,8	4,7	5,9	5,5	4,5
Паразитологические	0	0	0	0	0	0	0

Доля проб, не соответствующих нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям, в системах нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения отмечается в Кабанском районе. Возбудители патогенной флоры в воде источников нецентрализованного водоснабжения в 2014 - 2020 гг. не выделялись. Основной вклад в санитарное неблагополучие нецентрализованного водоснабжения вносит несоответствие качества воды по санитарно-химическим показателям, рост которого наблюдается с 2018 по 2020 г. на 26 % по сравнению с 2017 г. и на 63 % по сравнению с 2014 г (табл. 1.3.23).

Таблица 1.3.23 – Ранжирование территорий населенных пунктов прибрежной зоны озера Байкал в пределах районов Республики Бурятия по удельному весу населения, обеспеченного питьевой водой, отвечающей требованиям санитарного законодательства в 2014-2020гг. (%)

Районы	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Увеличение/ снижение в 2020г. к 2014г.
С-Байкальский	94,2	99,3	99,5	98,9	99,2	96,1	99,4	5,2
Баргузинский	37,7	48,3	51,7	59,3	58,5	59,3	58,5	21,2
Прибайкальский	33,9	46,0	50,1	50,9	59,5	48,3	52,0	18,1
Кабанский	39,0	39,9	30,6	45,8	33,2	52,4	50,8	11,8

Доброкачественной питьевой водой обеспечена большая часть населения, проживающая в городских поселениях: п. Нижнеангарск, с. Выдрино, г. Северобайкальск. Крайне низкий процент обеспеченности населенных пунктов доброкачественной питьевой

водой отмечается в сельских поселениях в Кабанском, Прибайкальском районах, где он не достигает 30%.

В 2020 г. недоброкачественную питьевую воду потребляли 7,3 % населения. В сравнении с 2017 г. наблюдается рост доли населения, обеспеченного недоброкачественной питьевой водой в Прибайкальском, Баргузинском районе (табл. 1.3.24).

Таблица 1.3.24 – Ранжирование территорий населенных пунктов прибрежной зоны озера Байкал в пределах районов Республики Бурятия по удельному весу населения, обеспеченного недоброкачественной питьевой водой в 2014-2020гг. (%)

районы	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Увеличение/ снижение в 2020г. к 2014г.
С-Байкальский	5,2	0	0	0	0	0	0	-5,2
Баргузинский	1,4	,3	3,1	0	8,2	0,6	8,7	7,3
Прибайкальский	5,9	5,8	0,9	1,95	1,7	3,5	4,5	-1,4
Кабанский	11,9	13,3	12,8	9,9	20,7	1,4	4,9	-7,0

Выводы

Анализируя результаты исследований качества воды водоисточников, санитарного состояния водопроводов, качества питьевой воды централизованного водоснабжения, характеризующихся выраженным несоответствием санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, можно отметить, что существуют риски здоровью населения, связанные с ухудшением параметров среды обитания человека (качество потребляемой питьевой воды), в связи с чем возрастает вероятность нарушений здоровья населения. К приоритетным факторам среды обитания, формирующим негативные тенденции в состоянии здоровья населения, относится высокое содержание нитратов в питьевой воде. В 2020 году превышения предельно допустимой концентрации по содержанию нитратов установлены в источниках централизованного и нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в населенных пунктах Баргузинского, Кабанского, Прибайкальского районов. Воздействию повышенных уровней нитратов в питьевой воде подвергаются 0,85 % населения республики [2, 4].

Анализ существующей системы водоснабжения поселения показал, что обеспеченность водными ресурсами на 1 жителя Республики Бурятия, в том числе на ЦЭЗ БПТ, является очень высокой. Централизованное питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение населения в ЦЭЗ БПТ в пределах Республики Бурятия преимущественно осуществляется за счет использования подземных вод. Водоснабжение населения осуществляется главным образом инфильтрационными водозаборами, где поверхностные воды играют существенную роль в восполнении запасов подземных вод.

В результате проведенных мероприятий в рамках федеральной программы «Чистая вода» доля обеспеченности населения качественной водой увеличилась по сравнению с предыдущими годами. Суммарная мощность скважин многократно превышает существующую потребность, что позволяет в дальнейшем обеспечить чистой холодной водой новые строящиеся предприятия и туристическо-оздоровительные комплексы. Однако обеспечение населения доброкачественной питьевой водой требует проведения комплекса различных мер с разработкой и реализацией программ по улучшению водоснабжения населенных мест ЦЭЗ БПТ. Доброкачественной водой обеспечено 99 % населения Северобайкальского района. Основными причинами неудовлетворительного состояния питьевой воды в Кабанском, Прибайкальском, Баргузинском районах являются факторы природного характера (повышенное содержание в воде водоносных горизонтов соединений железа и марганца, нитратов), увеличивающееся антропогенное загрязнение поверхностных и подземных вод, отсутствие или ненадлежащее состояние зон санитарной охраны водоисточников, отсутствие производственного контроля или осуществление производственного контроля качества воды в сокращенном объеме, использование устаревших технологических решений водоподготовки в условиях ухудшения качества воды, низкое санитарно-техническое состояние существующих водопроводных сетей и сооружений.

Изменение уровня оз. Байкал влияет на качество и уровень подземных вод прибрежных территорий. При понижении уровня оз. Байкал уровень подземных вод опускается с последующим уменьшением дебита в источниках добычи подземных вод с небольшой глубины. Водозаборные скважины, добывающие артезианскую воду, функционируют в установившемся режиме, понижение уровней в основных эксплуатируемых водоносных горизонтах не превышает допустимые, сработка запасов не наблюдается, уменьшение дебита происходит. В условиях повышения уровня оз. Байкал более 456 м ТО будет происходить подъем грунтовых вод, что, несомненно, повлечет подтопление территорий и ухудшение качества по санитарно-гигиеническим показателям потребляемой воды в населённых пунктах Кабанского, Прибайкальского и Баргузинского районов в связи с тем, что большое количество жителей данных населенных пунктов пользуются децентрализованными источниками водоснабжения или водой, не прошедшей необходимую водоподготовку, а также не имеющих зон санитарной защиты. Следовательно, для обеспечения потребителей системы централизованного водоснабжения качественной питьевой водой требуется строительство новых источников водоснабжения с организацией зоны строгого режима санитарной охраны.

1.4 Анализ нормативно-правовой базы и материалов в области использования и охраны природных ресурсов и социально-экономических рисков при изменениях уровня воды оз. Байкал

1.4.1 Анализ действующих правил использования водных ресурсов Иркутского водохранилища (озера Байкал) – проблемы и противоречия

1.4.1.1 История вопроса: ПИВР Иркутского водохранилища, начиная с проекта Иркутской ГЭС

Проектирование Иркутского гидроузла было выполнено Московским отделением Гидроэнергопроекта Министерства электростанций СССР в 1949-1951 гг. [1]. Строительство Иркутской ГЭС было завершено полностью в 1961 году (в 1959 г. – пуск последнего гидроагрегата). В 1964 году был разработан Технический паспорт гидроузла, в котором содержались параметры регулирования стока. На его основе была подготовлена и введена в действие первая редакция правил использования водных ресурсов (ПИВР) Иркутского водохранилища (оз. Байкал).

В 70-х годах прошлого века органы эксплуатации в лице ОДУ Сибири выступили с инициативой замены ПИВР отдельных гидроузлов на единые ПИВР Ангаро-Енисейского каскада. В последующих 70-х – 80-х годах разрабатывалось несколько редакций этого документа, однако согласовать его со всеми заинтересованными сторонами и ввести в действие так и не удалось. В 80-х годах была предпринята попытка утвердить единые ПИВР каскада по частям: ПИВР Ангары и ПИВР Енисея. В итоге были согласованы и утверждены ПИВР Ангарских водохранилищ. На их основе в 1988 году были разработаны «Основные правила использования водных ресурсов водохранилищ Ангарского каскада ГЭС (Иркутского, Братского и Усть-Илимского)» (ПИВР-1988) [2], которые на сегодняшний день являются действующим нормативным и правовым документом, на основе которого регулируются режимы работы (расходы) Иркутской ГЭС и уровень озера Байкал. Данный документ – первый из успешно реализованных проектов создания системы управления режимами не одного отдельно взятого водохранилища, а каскада водохранилищ, как единого объекта управления. В ПИВР-1988 все ГЭС Ангаро-Енисейского каскада рассматриваются как единая водохозяйственная система и единый источник энергии, работающий в режиме электрического межбассейнового компенсированного регулирования. При этом Иркутское (оз. Байкал) и Братское водохранилища являются водохранилищами многолетнего регулирования и с наступлением маловодных периодов выравнивают неравномерности стока, обеспечивают

гарантированную мощность всего каскада ГЭС в зимний период и позволяют балансировать работу энергосистемы Сибири.

Основным инструментом управления водными ресурсами водохранилищ и ключевым элементом ПИВР является диспетчерский график (ДГ), который позволяет назначать величины сбросных расходов в зависимости от состояния системы (текущего уровня водохранилища), имеющихся прогнозных оценок ожидаемого притока воды и требований водопользователей. Такой график был разработан для Иркутской ГЭС в составе ПИВР (рис. 1.4.1).



Рисунок 1.4.1 – Диспетчерский график Иркутской ГЭС в ПИВР 1988 г.

ДГ позволяет Регулятору (в настоящее время для рассматриваемого региона им является Енисейское бассейновое водное управление) определять требования к режимам работы ГЭС (расходам) в зависимости от требований водопользователей, текущего месяца, уровня воды в водохранилище (оз. Байкал) и зоны ДГ. В основе использования ДГ при управлении расходами лежит принцип отсутствия надежных долгосрочных прогнозов притока воды в водохранилище на период от 1 до 12 и более месяцев. К сожалению, в настоящее время этот принцип остается действующим и актуальным (в российской и мировой практике период относительно надежных прогнозов обычно ограничен 5-10 днями). Режимы расходов определены для всего допустимого проектного диапазона уровней водохранилища (озера Байкал): от уровня мертвого объема (УМО) – 455,54 м ТО

до нормального подпорного уровня (НПУ) и форсированного подпорного уровня (ФПУ) – 457,00 и 457,86 м ТО, соответственно.

В 2001 году в развитие принятого в 1999 г. закона «Об охране озера Байкал» (статья 7) [3] Правительство Российской Федерации выпустило Постановление от 26.03.2001 г. № 234 «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности» (далее – Постановление 234), ограничившее максимальные и минимальные уровни воды в озере Байкал предельными отметками 456,0 и 457,0 м ТО, соответственно [4]. Допустимый диапазон регулирования уровня озера стал примерно в 2 раза меньше проектного, а также наблюдаемого ранее в естественных условиях (фактический диапазон изменения уровня оз. Байкал в период 1898-1956 гг. составлял 2 м). С этого времени ПИВР-1988 мог использоваться только в границах, не противоречащих Постановлению 234.

1.4.1.2 Проблемы и противоречия действующих ПИВР

Следует отметить, что ещё в обосновывающих материалах к Постановлению № 234, в период его подготовки и обсуждения экспертами указывалось, что установленные ограничения колебаний уровней воды в озере Байкал (минимальные и максимальные значения, ограниченные метровым диапазоном) не могут быть выполнены в условиях водности, отличных от нормальных, особенно в экстремально маловодные и многоводные годы. В такие годы диапазон предельных отметок регулирования уровня воды в озере должен быть более широким. Опыт предшествующей и последующей эксплуатации водохранилища Иркутской ГЭС (оз. Байкал) показал, что основная проблема (до сих пор нерешенная) заключается в обосновании допустимых границ диапазона колебаний уровня воды в озере Байкал и правил регулирования уровня режима, исходя из компромисса противоречивых интересов различных водопользователей и требований экосистемы в условиях значительной изменчивости притока. При этом главным фактором, влияющим на диапазон колебаний уровня, является приток воды в озеро, имеющий случайный, природно обусловленный характер. Этот фактор был определяющим в естественных условиях (до строительства Иркутской ГЭС) и остается таким же в зарегулированных. В зависимости от условий водности (средние, многоводные или маловодные годы) диапазон колебаний уровня изменялся в широких пределах: в естественных условиях – от 0,48 м (1903 г.) до 1,62 м (1932 г.) при среднем значении 0,85 м, в зарегулированных – от 0,45 м (2014 г.) до 1,81 м (1973 г.) при среднем диапазоне 0,87 м [5–7]. Принятый в Постановлении № 234 метровый диапазон фактически соответствует среднему (среднемноголетнему) значению и, по сути, не предусматривает появления

маловодных и многоводных периодов. В годы средней и близкой к средней водности выполнение требований метрового диапазона регулирования проблем не вызывает и устраивает всех участников. Проблемы возникают в маловодные и многоводные годы. Особенность ситуации состоит в том, что за прошедшие 123 года непрерывных наблюдений за притоком и уровнем озера Байкал доля лет средней водности, в зависимости от определения данного понятия, составляла от 20 % (при определении средней водности как среднемноголетнего значения +/- 10%) до 51 % (при определении средней водности диапазоном обеспеченности притока 25-75 % с включением в неё повышенной и пониженной водности – по классификации Росстата). То есть на долю лет, не относящихся к средней и близкой к ней водности, приходится около 50 %. В такие годы становится невозможным выполнение требований Постановления № 234 без значительных ущербов для других водопользователей и водопотребителей. К тому же, если принять, что метровый диапазон основан на «экологических требованиях», то он противоречит основному правилу экологического подхода – максимальному приближению регулирования к режимам изменения уровня в естественных условиях в разные по водности годы и является противоестественным в периоды экстремальной водности.

После 2001 г. было предпринято несколько попыток разработки новых ПИВР Иркутского водохранилища (оз. Байкал), с изменением ДГ (поиском его оптимальной формы), учитывающих требования Постановления № 234. Проекты новых ПИВР в 2007 и 2013 гг. были разработаны ГИПЭ и Центром регистра и кадастра [8]. Основной причиной разработки проекта новых ПИВР стала смена приоритетов при управлении водными ресурсами озера Байкал, а именно, общее понимание важности сохранения уникальной экосистемы озера в результате антропогенного воздействия, придание Байкальской территории статуса объекта Всемирного природного наследия.

В процессе доработки и переработки (подготовки проектов) ПИВР было рассмотрено 6 различных вариантов регулирования стока Ангары. Из всех рассмотренных вариантов так называемый «экологический вариант», учитывающий экологические требования, характеризовался самой большой средней амплитудой колебаний уровня (как годовой, так и на подъеме). Такой результат рассматривался авторами как весьма противоречивый, поскольку в ряде исследований показано, что с экологических позиций амплитуда колебаний должна быть наименьшей из возможных. Уточненный диспетчерский график, учитывающий указанные требования (ограничения), показал, что, как минимум, в 5 годах из 103-летнего ряда потребовалась бы форсировка уровня озера выше отметки 457,00 м ТО, а в 15 годах возникает необходимость полной остановки

гидроузла в августе с полным прекращением стока в нижний бьеф [8]. Очевидно, что реализация такого режима будет иметь катастрофические последствия для населения, экологии и экономики всего региона. По результатам выполненной работы было сделано заключение, что выполнение ограничений, установленных в Постановлении Правительства РФ о № 234 «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности», недостижимо. Предложенные проекты ПИВР не были согласованы и не приняты.

Такой же вывод был подтвержден результатами НИР, выполненной в 2015 г. ИВП РАН совместно с другими институтами по заказу Росводресурсов (Госконтракт от 03.09.2015 г. № НИР-15-01) [9]. В заключительном отчете НИР отмечается неизбежность нарушения отметок 457,0 и 456,0 м в многоводные и маловодные годы (с вероятностью 34 % в многоводные годы и 7 % в маловодные годы, соответственно), а также возможность достижения предельных отметок 457,85 и 455,54 м при обеспеченности притока в оз. Байкал 0,01 и 99,99 %, соответственно (данные отметки были включены в последующие временные Постановления).

Подтверждает данные выводы и практика регулирования уровня озера Байкал за последние 20 лет после принятия Постановления № 234. Выполнение Постановления № 234 в 2001-2013 гг. стало возможным в первую очередь благодаря благоприятным гидрологическим условиям, сложившимся в бассейне оз. Байкал в данный период: продолжительный мягкий маловодный период с незначительными отклонениями притока воды в озеро от среднемноголетних значений (в среднем около 90 % нормы). С наступлением в 2014 г. экстремального маловодья, продолжавшегося 4 года (приток в озеро Байкал в 2014-2017 гг. составил лишь 60-67 % от нормы), несмотря на установленные с октября 2014 г. минимально допустимые расходы воды через Иркутскую ГЭС в объеме 1300(1250) м³/с по условиям обеспечения нормальной работы водозаборов в нижнем бьефе в течение всего четырехлетнего периода, уровень озера Байкал не удавалось удерживать на установленной законодательством минимально допустимой отметке 456,00 м ТО и он дважды опускался до отметки 455,70 м ТО. В 2018-2019 гг. показатели вновь были в пределах средней водности и диапазон регулирования 456-457 м ТО соблюдался. В 2020 г. при среднем годовом притоке, соответствующем обеспеченности 25 % (верхняя граница средней водности или нижняя граница многоводного года по классификации Росстата) и при высоких притоках в августе и сентябре (обеспеченности 15 % и 4 % соответственно), несмотря на повышенные расходы через Иркутскую ГЭС (2700-2800 м³/с в течение сентября-октября), уровень озера повысился до 457,12 м ТО. При этом негативные последствия отмечались как на

побережье озера Байкал, так и в нижнем бьефе Иркутской ГЭС. В 2021 г. наблюдаются ещё более сложные гидрологические условия в виде экстремально многоводного периода: средний годовой приток имеет обеспеченность 4 %. Несмотря на повышенные расходы Иркутской ГЭС, начиная уже с мая (2500 м³/с), сопровождаемые холостыми сбросами в последующие месяцы (2800-3200 м³/с в июле-августе и 3600 м³/с в сентябре-октябре) и значительными затоплениями в нижнем бьефе Иркутской ГЭС, уровень озера Байкал в третьей декаде сентября достиг отметки 457,22 м ТО и сопровождался многочисленными затоплениями и соответствующими ущербами как на побережье Байкала, так и в нижнем бьефе Иркутской ГЭС. Согласно расчетам, выполненным ИСЭМ СО РАН, даже если бы расходы через Иркутскую ГЭС были повышены до предельно допустимых действующими ПИВР значений 4000-4500 м³/с (п.3.3.2.), уровень озера не удалось бы опустить ниже 457,15 м ТО. Таким образом, за последние 8 лет только в двух годах из восьми выполнялись требования сохранения метрового диапазона регулирования, что говорит о недостаточной обоснованности Постановления № 234, не учитывающего возможные различные условия водности. В результате в 2015-2021 гг. Правительство РФ было вынуждено выпустить 4 временных Постановления, регулирующих уровень озера Байкал – № 97 от 04.02.2015, № 626 от 01.07.2016, № 1667 от 27.12.2017 (действовало до 01.01.2021 г.) и Постановления № 654 от 27.04.2021 г., действующего в настоящее время (до 01.01.2022 г.) [10].

Временные Постановления позволяют решать главным образом организационные и юридические вопросы регулирования уровенных режимов озера Байкал. Современные проблемы управления водными ресурсами Иркутского водохранилища (озера Байкал) с учетом экологических, социально-экономических, климатических и других факторов остаются нерешенными. В действующем Постановлении № 654 не раскрываются понятия «средней, малой и большой водности», что создает правовую и практическую неопределенность при его выполнении. Данные понятия относятся к среднегодовым показателям водности, которые становятся известны только после окончания календарного года, в то время как решения по управлению режимами регулирования уровня озера необходимо принимать уже в июле и августе, то есть почти за полгода до определения фактического показателя среднегодовой водности. При отсутствии надежных прогнозов притока на ближайший месяц и, особенно, на более отдаленную перспективу (3-12 месяцев и более), регулятор вынужден принимать управленческие решения в условиях неопределенности.

Действующие ПИВР устарели по целому ряду положений, требуют уточнений и дополнений. Они разрабатывались более 30 лет назад для совершенно другой правовой

системы и других социально-экономических условий. Как отмечалось, в ПИВР отсутствуют экологические и социально-экономические ограничения. При регулировании режимов в принципе отсутствуют какие-либо экономические критерии, в том числе возможные ущербы различных участников. Отсутствуют экологические требования. В определенной степени к экологическим можно отнести требования рыбного хозяйства (п.1.9.), но они изложены не четко и не полно. Например, в ПИВР прописано, что «в целях создания нормальных условий для воспроизводства рыбных запасов необходимо обеспечивать стабилизацию уровня водохранилища или постепенное повышение в весенний (с 15 мая по 25 июня) и осенний (сентябрь) нерестовые периоды». По мнению экспертов (А.Н. Матвеев) весенний нерестовый период на Байкале ограничен сроком 1 мая – 20 июня, а осеннее регулирование уровня Байкала не имеет критического значения для воспроизводства рыбных запасов в связи с тем, что нерест основных видов рыб (омуль, сиг и др.) в этот период протекает в притоках рек, уровень которых не регулируется попусками через плотину Иркутской ГЭС. Не изложен также механизм практической реализации и контроля выполнения рыбохозяйственных требований. Требования водного транспорта по минимальным расходам в нижнем бьефе Иркутской ГЭС для обеспечения его нормальной работы в навигационный период ограничены объемом $1500 \text{ м}^3/\text{с}$ (п.1.7.2 из ПИВР-1988), в то время как в современных условиях он составляет не менее $1700 \text{ м}^3/\text{с}$. Предельный расход воды по условиям незатопляемости пойменной части г. Иркутска ограничен объемом $4000\text{-}4500 \text{ м}^3/\text{с}$ (п.3.3.2), в то время как в современных условиях затопления начинаются уже при расходах $2800\text{-}3200 \text{ м}^3/\text{с}$ [11]. Изменился состав Ангарского каскада ГЭС – в 2015 г. введена в эксплуатацию Богучанская ГЭС, соответственно изменились требования к регулированию режимов и к гарантированной отдаче каскада (п.3.2.25). Примеры несоответствий действующих ПИВР современным условиям и требованиям можно продолжить.

Одним из основных противоречий ПИВР-1988 и всего современного законодательства по регулированию использования водных ресурсов оз. Байкал (Постановления, Методические указания и др.) является недостаточный учет рисков при выполнении требования сохранения метрового диапазона регулирования. Первая группа рисков относится к допустимой верхней границе регулирования, вторая – к нижней. При этом, если обеспечение нижней допустимой границы регулирования оз. Байкал ($456,00 \text{ м ТО}$) возможно, по крайней мере, технически, при снижении расхода Иркутской ГЭС ниже $1300 \text{ (}1250\text{) м}^3/\text{с}$ (до $850 \text{ м}^3/\text{с}$) в случае выполнения капитальной реконструкции водозаборов или перевода водопотребителей на альтернативные источники водоснабжения (подземные) при условии выделения значительных (миллиардных)

инвестиций и одновременном допущении нарушений в маловодные годы работы водного транспорта, несоблюдения минимального объема санитарного попуска и других потенциальных ущербов, то с наступлением многоводных лет верхняя граница регулирования (457,00 м ТО) не может быть обеспечена в принципе. Причинами являются ограничение по максимальным расходам в нижнем бьефе по условию незатопления г. Иркутска и ограниченность пропускной способности истока р. Ангара (максимальная пропускная способность истока Ангары при отметке 457,00 м ТО составляет 4300 м³/с, более высокие расходы возможны только при повышении уровня озера выше данной отметки) [12].

Необходимо отметить, что при учёте требований по метровому диапазону регулирования уровня оз. Байкал отметка 456,00 м ТО представляется только «технически» (теоретически) возможной. Такая возможность появится, если в экстремально маловодные периоды можно будет снизить расходы Иркутской ГЭС до 850 м³/с. В настоящее время это невозможно без капитальной реконструкции водозаборов нижнего бьефа или их перевода на подземные источники водоснабжения, что не предусмотрено действующими ПИВР.

Причиной сложившейся ситуации также является природно обусловленный климатический фактор. За последний период, начиная с 1996 г., особенно в 2014–2017 гг. и 2021 г., гидрологические и климатические условия в бассейне оз. Байкал стали выходить за рамки ранее наблюдаемых тенденций и закономерностей, в результате чего полезный приток в озеро и его изменчивость за последние 20 лет значительно изменились. Это требует применения новых подходов и методов к управлению режимами ГЭС по сравнению с общепринятыми, основанными на обработке представительной статистики за прошедший период (более 100 лет) [13]. Но основная сложность, возникающая при управлении водными ресурсами озера Байкал, это очень слабая оправдываемость (надежность) прогноза притока на третий квартал календарного года. В третьем квартале формируется основной объем притока к водохранилищу (оз. Байкал), но происходит это прежде всего за счет дождевого питания рек. К сожалению, в современной гидрометеорологии надежный прогноз дождевых осадков с заблаговременностью, представляющей интерес для оптимального управления водными ресурсами озера Байкал (от 1 месяца до 1 года и более), сегодня не представляется возможным.

1.4.1.3 Экологические требования и ограничения при управлении водными ресурсами на основе ПИВР

В соответствии с Водным Кодексом РФ [14], «Положением о разработке, согласовании и утверждении правил использования водохранилищ, в том числе и типовых правил использования водохранилищ» (утв. Постановлением Правительства РФ от 22.04.2009 г. № 349), «Методическими указаниями по разработке правил использования водохранилищ» (утв. приказом Минприроды РФ от 26.01.2011г. № 17), экологические требования могут вноситься в Правила использования водных ресурсов (ПИВР) и Правила технической эксплуатации и благоустройства (ПТЭБ) озера Байкал и водохранилищ каскада ГЭС на Ангаре. ПИВР для Байкала должны быть взаимосвязаны с ПТЭБ и разработаны одновременно, чтобы увязать требования к стоку с мерами по охране прибрежных экосистем. При разработке ПИВР должны учитываться и правила технической безопасности сооружений гидроузла и других объектов инфраструктуры, расположенных в зоне влияния водохранилища, требования и ограничения водопользователей и водопотребителей, защита населенных пунктов от затоплений и др.

Поскольку сохранение экосистемы озера Байкал и природных ресурсов Байкальской территории регулируется специальным федеральным законом, то учет экологических требований, очевидно, должен быть приоритетным и возможно более полным. Такие требования должны быть внесены в ПИВР Иркутского водохранилища (оз. Байкал).

Проблема заключается в том, что в настоящее время научно обоснованные экологические требования, подкрепленные фактическими данными мониторинга (сопряженного уровня и экологического) и имеющие возможность практического использования в правилах регулирования уровня оз. Байкал, отсутствуют.

Попытки формирования таких требований предпринимались ещё в 90-е годы [15].

Специальных исследований по влиянию уровня режима на экосистему оз. Байкал с количественными оценками и результатами фактического мониторинга до сих пор не проводилось. Научное обоснование экологических требований и их подтверждение на практике в настоящее время отсутствуют. Например, до сих пор неизвестны какие-либо достоверные факты о воздействии на экосистему предельных колебаний уровня озера Байкал в период эксплуатации Иркутского гидроузла: при минимальном уровне озера в 1982г. (455,27 м ТО) и максимальном в 1988 г. (457,42 м ТО). Представленные в литературе [15] требования основаны на эмпирических и логических построениях, статистических данных с использованием факторного и регрессионного анализа. Имеются в основном научные гипотезы и качественные выводы о необходимости придерживаться показателей, имевших место в естественном режиме. При этом в основе предлагаемых

требований лежат среднемноголетние показатели, принятые как закономерность для любых условий водности.

Основные положения экологических требований были сформулированы во второй половине 90-х годов [15]:

1) при регулировании уровня озера необходимо придерживаться естественной динамики внутригодовых изменений, характерной до строительства Иркутского гидроузла;

2) амплитуда внутригодовых изменений уровня озера в условиях средней водности не должна превышать 82-85 см;

3) в годы выше 10%-ной обеспеченности приточности уровень озера не должен превышать НПУ (457,00 м ТО), превышение НПУ до отметки максимально возможного уровня 457,24 м ТО допустимо в годы с приточностью редкой повторяемости (0,01; 0,1 и 1 % обеспеченности) и возможно только при согласовании с заинтересованными государственными органами управления, министерствами и ведомствами;

4) минимальный уровень озера не должен опускаться ниже 456,00 м ТО;

5) весенний минимум уровня озера должен приходиться на вторую половину апреля и его продолжительность не должна превышать 10 – 15 дней;

6) в мае-июне повышение уровня должно составлять не менее 30-45 см или не менее 15-20 см в месяц;

7) осенний максимум уровня не должен выходить за пределы третьей декады сентября и его продолжительность не должна превышать 5-7 дней;

8) с сентября по декабрь снижение уровня должно составлять не менее 40-60 см или не менее 10-15 см в месяц.

Анализ вышеприведенных требований показывает их противоречивость. Требования пунктов 2-8 противоречат п.1 – естественной динамике внутригодовых изменений, основе экологического подхода. Диапазон и амплитуда уровней оз. Байкал в естественном режиме значительно превышали показатели, а динамика хода уровней и сроки наступления его минимальных и максимальных значений в отдельные годы, особенно в маловодные и многоводные, существенно отличались от приведенных в пунктах 5-8. Только п. 2 может быть выполнен в полном объеме, пункты 2-4 требуют специальных исследований, а пункты 5-8 не могут быть выполнены в принципе.

Относительно п. 2 следует отметить, что он полностью соответствует основным положениям Технического проекта Иркутского гидроузла и ПИВР-1988. При проектировании Иркутской ГЭС учитывалось, что внутригодовые изменения режимов, по возможности, должны приниматься максимально близкими к режимам, наблюдаемым в

естественных условиях. Условия **нормальной** эксплуатации Иркутского гидроузла предусматривают регулирование режимов в средние, среднемаловодные и среднемноговодные годы в пределах 85 см диапазона (соответствует среднемноголетнему значению в естественных условиях) – между отметками 456,15 м ТО (уровень нормальной предполоводной сработки к 1 мая) и 457,00 м ТО (уровень НПУ) с диапазоном расходов от 1300/1250 до 2800 м³/с. Между отметками 456,15 м ТО и 455,54 м ТО (уровень мертвого объема – УМО) находится многолетняя составляющая призмы регулирования уровня оз. Байкал. В Техническом проекте Иркутского гидроузла предполагалось, что при наступлении длительных маловодных периодов озеро Байкал может срабатываться в пределах данной призмы с последующим ее восстановлением в средневодные и многоводные годы. В последующем данное положение учитывалось при разработке ПИВР и диспетчерского графика Иркутской ГЭС.

По пунктам 3-4 уже отмечалось, что при прохождении паводков невозможно сохранить максимально допустимый уровень озера не выше отметки 457,24 м ТО. В многоводные годы (не только экстремальные) неизбежно превышение НПУ даже при отсутствии ограничений по расходам в нижнем бьефе Иркутской ГЭС. Сохранение отметки 456,00 м ТО возможно лишь при условии полной реконструкции водозаборов нижнего бьефа и снятия других ограничений.

По пунктам 5-8 необходимо отметить, что все перечисленные требования и показатели имеют вероятностный характер, возможность их реализации определяется, в первую очередь, складывающимися гидрометеорологическими условиями конкретного года, сезона, месяца, декады, условиями предшествующего периода, а также принятыми правилами управления в сочетании с регулируемыми возможностями водохранилища. Полный учет таких требований не представляется возможным, прежде всего, по складывающимся гидрологическим условиям конкретного года, которые могут значительно отличаться от среднемноголетних значений, как это наблюдалось в прошедшие годы. Так, в 1972 г. в связи с низким притоком в период с первой декады апреля по первую декаду июля включительно в течение **трех** месяцев уровень оз. Байкал оставался неизменным и находился около отметки 456,10 м ТО, **снижаясь в отдельные дни** внутри данного периода при сохранении минимально допустимого расхода через Иркутскую ГЭС. В 2003 г. в течение трех месяцев весенне-летнего периода уровень оз. Байкал повысился всего на 15 см, а в мае и июне даже наблюдалось его незначительное падение. Подобные примеры можно продолжить. В естественных условиях даты наступления минимальных и максимальных отметок уровней в разные годы изменялись в очень широком диапазоне (до 45 дней).

Отрицательные заключения по представленным выше экологическим требованиям и ограниченному метровому диапазону регулирования уровня озера были даны уже с начала их появления и обсуждения различными заинтересованными организациями, региональными и федеральными ведомствами и органами управления, ведущими экспертами. Аналогичное мнение неоднократно высказывалось и в последующие годы, в том числе при подготовке и обсуждении проекта ПИВР-2013. Тем не менее основные положения экологических требований, в том числе метровый диапазон регулирования уровня, легли в основу Постановления № 234.

Экологические требования, касающиеся оз. Байкал, являются предметом дискуссий с середины 90-х годов и остаются таковыми до настоящего времени. Специальных исследований по влиянию уровня режима на экосистему оз. Байкал с количественными оценками и результатами фактического мониторинга до сих пор не проводилось. Научное обоснование экологических требований и их подтверждение на практике в настоящее время отсутствуют. Представленные в литературе требования основаны на эмпирических и логических построениях, статистических данных с использованием факторного и регрессионного анализа. Имеются в основном качественные выводы о необходимости придерживаться показателей, имевших место в естественном режиме. При этом в основе предлагаемых требований лежат среднегодовое показатели, принятые как закономерность для любых условий водности.

В более поздних исследованиях [9], учитывающих вышеназванные работы, были сформулированы следующие основные положения по учету экологических ограничений:

1) Параметры зарегулированных колебаний стока и уровня воды в озере должны максимально соответствовать характеристикам естественного водного режима.

2) Создаваемый квази-естественный водный режим должен контролироваться по следующим параметрам, имеющим допустимый диапазон заданной вероятности:

- Дата наступления минимального уровня;

- Дата наступления максимального уровня;

- Скорость роста уровня воды (не должна быть существенно больше, чем это имело бы место в естественных условиях);

- Межгодовая изменчивость уровня должна оставаться такой же, как и до зарегулирования стока.

Все перечисленные параметры имеют вероятностный характер, возможность реализации их выполнения определяется как принятыми правилами управления в сочетании с регулирующей возможностью водохранилища, так и сложившимися

гидрометеорологическими условиями конкретного года, месяца, декады. Учет же сформулированных выше требований исходит из необходимости (возможности) удовлетворения средних (среднемноголетних) значений гидрологических параметров, а при невозможности их «выдерживания» допускается отклонение в пределах полученных доверительных интервалов, определяемых (задаваемых) с помощью гистограмм их распределений. Потенциальный учет отдельных требований (межгодовая изменчивость уровня) не может контролироваться при оперативном управлении режимами по отмеченной ранее причине отсутствия надежного долгосрочного прогноза притока. Другая часть параметров, характеризующих наполнение озера в конкретных гидрометеорологических условиях (сроках), в значительной мере определяется условиями расчетного периода регулирования и может выдерживаться только с определенным доверительным уровнем. Такие параметры, как даты максимумов и минимумов, скорость наполнения также могут стать критериями при разработке оптимальных диспетчерских правил управления режимами.

Очевидно, что полностью выдержать абсолютно естественный режим и учесть в полном объеме все экологические требования невозможно, поскольку использование водных ресурсов предполагает перераспределение стока между сезонами года и годами в целях гарантированного обеспечения водными ресурсами различных водопользователей (водопотребителей) и учета их противоречивых интересов. Поэтому при назначении величин сработки (наполнения) водохранилища на расчетный интервал времени с учетом экологических ограничений следует исходить из тех параметров режима, которые могут быть практически реализованы. По-видимому, можно говорить о поиске компромиссных решений, максимально учитывающих экологические требования при управлении уровнями режимами, одновременно учитывающих требования и ограничения других участников ВХС, социально-экономические последствия и ущербы. Решение данной задачи, совместно с формированием научно обоснованных экологических требований, является предметом дальнейших исследований, выполняемых в рамках настоящей работы.

1.4.2 Социально-экономические риски в нижнем бьефе Иркутской ГЭС при регулировании уровня озера Байкал и расходов Иркутской ГЭС

Озеро Байкал, Иркутское водохранилище, гидроузел и нижний бьеф Иркутской ГЭС представляют собой единую взаимосвязанную природно-техническую и социально-экономическую систему. При этом Иркутский гидроузел, располагая необходимыми техническими средствами, выполняет роль технического регулятора уровня озера (водохранилища) и расходов воды в нижний бьеф.

Под нижним бьефом Иркутской ГЭС подразумевается зона бесподпорного участка р. Ангары от плотины ИГЭС до сопряжения с Братским водохранилищем, протяженностью около 100 км. Граница сопряжения является величиной переменной, изменяющейся в зависимости от подпора (уровня) Братского водохранилища в диапазоне от 80 до 120 км. Эта зона является исторически наиболее освоенной во всем регионе с высокой плотностью промышленных предприятий (включающих крупнейшие промышленные предприятия федерального значения, тепловые электростанции, водозаборы) и населения (проживает около 1 млн. человек).

При регулировании уровня и обосновании допустимого диапазона колебаний уровня озера Байкал нельзя ограничиваться рассмотрением только самого озера, прилегающих к нему территорий и населенных пунктов. Необходимо максимально учитывать интересы всех участников – населения и предприятий (водопользователей и водопотребителей), расположенных в зоне влияния данной системы, в том числе в нижнем бьефе Иркутской ГЭС.

К основным задачам Иркутского гидроузла, наряду с обеспечением требований водопользователей и водопотребителей, относятся обеспечение безопасности гидротехнических сооружений и предотвращение наводнений при пропуске весенних половодий и летних паводков, а также обеспечение безопасности населения и хозяйственных объектов в нижнем бьефе. Опыт эксплуатации Иркутского гидроузла позволяет утверждать, что нижний бьеф чувствительно реагирует как на верхние, так и на нижние границы регулирования.

Можно выделить следующие социально-экономические риски в нижнем бьефе при регулировании режимов Иркутской ГЭС (оз. Байкал):

- в маловодные годы (периоды) – пониженные расходы через Иркутскую ГЭС с возможным нарушением работы водозаборов при сработке уровня оз. Байкал ниже допустимых значений, а также нарушением требований водного транспорта;
- в многоводные годы – повышенные расходы через Иркутскую ГЭС с возможным затоплением территорий при одновременном форсировании уровня оз. Байкал выше допустимых значений;
- в зимний период – риски затопления и подтопления по руслу Ангары (особенно п. Боково, п. Жилкино и др.).

1.4.2.1 Риски маловодных периодов (низких расходов Иркутской ГЭС)

Основным ограничением при регулировании уровня режима в маловодные периоды является требование устойчивой работы водозаборов, находящихся в русле

р. Ангара, и связанного с ним поддержания минимального расхода воды в нижнем бьефе Иркутской ГЭС. Водозаборы обеспечивают водоснабжение промышленных предприятий и ТЭЦ, социальных объектов и населения, а через тепловые электростанции – теплоснабжение. Суммарный объем промышленного и коммунально-бытового водопотребления на этом участке составляет более 1,5 км³/год.

Устойчивая работа водозаборов в настоящее время обеспечивается поддержанием минимально допустимых расходов в нижний бьеф Иркутской ГЭС в объеме 1300 м³/с (1250 м³/с в период ледостава), учитывающих минимальные проектные отметки водозаборов. Данные расходы приняты в качестве минимально допустимых значений в действующих ПИВР-1988. Технические характеристики основных водозаборов, расположенных в нижнем и верхнем бьефах Иркутской ГЭС, приведены в таблице 1.4.1.

Таблица 1.4.1 – Технические характеристики водозаборов, расположенных в верхнем и нижнем бьефах Иркутской ГЭС

№ п/п	Предприятие, эксплуатирующее водозабор	Населенный пункт, город	Место расположения	Минимальная проектная отметка уровня воды, м БС	Проектная производительность, тыс.м ³ /сут
1	МУП Водоканал (Ершовский водозабор)	Иркутск	верхний бьеф Иркутской ГЭС, 4 км от створа плотины	454,00 ТО	360,0
2	ОАО "Корпорация Иркут"	Иркутск	нижний бьеф Иркутской ГЭС, 20 км от створа плотины	420,00	36,0
3	ОАО "Иркутскэнерго" филиал ТЭЦ-10	Ангарск	1677 км от устья р. Ангара (основное русло, левый берег, протока Еловая)	410,65 (410,56 – аварийный)	2880,0
4	ОАО "Ангарский электролизно-химический комбинат" (АЭХК)	Ангарск	1680 км от устья р. Ангара (основное русло, левый берег)	409,45	1746,0
5	ОАО "Ангарская нефтехимическая компания" (АНХК), водозабор №1	Ангарск	1663 км от устья р. Ангара (основное русло, левый берег, протока Голуторовская)	406,40 (404,60 – аварийный)	792,0
6	ОАО "Ангарская нефтехимическая компания" (АНХК), водозабор №2	Ангарск	1669 км от устья р. Ангара (основное русло, левый берег)	408,35 (407,00 – аварийный)	849,6
7	ООО «АкваСервис»	Усолье-Сиб.	1638 км от устья р. Ангара (залив Белый Братского водохранилища)	398,00 (397,52 – аварийный)	288,0

№ п/п	Предприятие, эксплуатирующее водозабор	Населенный пункт, город	Место расположения	Минимальная проектная отметка уровня воды, м БС	Проектная производительность, тыс.м ³ /сут
8	МУП Черемховского городского МО "Водоканал"	Черемхово	1592 км от устья р. Ангара (основное русло, левый берег)-зона сопряжения с Братским водохранилищем	392,50	86,0

При проектировании Иркутского гидроузла его техническим проектом (1949-1951гг.) было предусмотрено минимальное значение расхода воды в нижнем бьефе 1050 м³/с. Однако на основании опыта эксплуатации Иркутской ГЭС и проверки работы водозаборов при пониженных расходах уже в начале 1980-х годов (в конце экстремального маловодья 1976–1982 гг.) оно было пересмотрено и в до сих пор действующих ПИВР-1988 в качестве минимально допустимого значения принят расход 1300 (1250 м³/с с учетом ледовых ограничений). Опыт работы Иркутской ГЭС в экстремальное маловодье 2014–2017 гг. подтверждает правильность этого решения.

Основная причина повышения минимально допустимых расходов в нижнем бьефе – просадка уровней как следствие значительного изменения русла реки, рельефа дна и площади сечения (средней ширины и глубины) по всему участку нижнего бьефа, включая устья притоков, особенно р. Иркут, в период строительства и эксплуатации гидроузла. Просадка уровней привела к обмелению пойменных проток, укрупнению островов, уменьшению глубины на перекатах, ухудшению условий работы водозаборов. Изменение русла, в свою очередь, связано с длительным периодом крупномасштабной карьерной разработки русла и дноуглубительных работ.

В условиях экстремального маловодья 2014–2017 гг. при длительных минимальных расходах (1300 м³/с) большинство водозаборов в нижнем бьефе Иркутской ГЭС работали в критических или предаварийных режимах с сохранением высоких социально-экономических рисков. Устойчивая работа водозаборов поддерживалась во многом благодаря оперативным организационно-техническим мероприятиям, включая существенное сокращение потребления водных ресурсов и сбросов технологических вод. В некоторых водозаборах уровни опускались ниже отметок, предусмотренных проектом.

Таким образом, в настоящее время для устойчивой работы водозаборов необходимы расходы в объёмах 1300–1400 м³/с. Снижение расходов ниже данных объемов станет возможным только после коренной реконструкции водозаборов или организации альтернативных источников водоснабжения (использование подземных источников),

требующих время и значительных финансовых ресурсов. До реализации этих вариантов расход $1300 \text{ м}^3/\text{с}$ должен рассматриваться как минимально необходимый.

Кроме промышленного и коммунально-бытового водоснабжения к водопользователям нижнего бьефа относится водный транспорт. При наполнении Братского водохранилища до НПУ $401,73 \text{ м}$ БС его подпор распространяется до 71 км от Иркутского моста, при сработке водохранилища до минимальной навигационной отметки $394,73 \text{ м}$ БС подпор распространяется до 110 км . Поэтому протяженность нерегулируемого «речного» участка зависит от колебаний уровней в Братском водохранилище. На этом участке гарантированные габариты судовых ходов обеспечиваются за счет попусков Иркутской ГЭС в объемах не ниже $1500 \text{ м}^3/\text{с}$ и производства дноуглубительных работ.

В перевозках грузов и пассажиров участвуют большое количество компаний, из них 5 наиболее весомых: ОАО «Восточно-Сибирское речное пароходство», ЗАО «УЛиЛ», ОАО «Порожская СК», ЗАО «Игирминский КЛПХ», Байкало-Ангарское ГБУВПиС. Наиболее значимой является ОАО «Восточно-Сибирское речное пароходство» (ВСРП), доля которого в общем объеме грузовых перевозок составляет около $46,4 \%$ и свыше 95% – перевозок пассажиров.

По Ангарскому участку осуществляются перевозки Черемховского угля из г. Свирск в адрес приречных потребителей (15 тыс. т), леса в судах из пунктов Братского водохранилища в адрес потребителей гг. Свирск и Иркутск (143 тыс. т), а также добыча и перевозка НСМ из приречных карьеров в Иркутск, Свирск (свыше 740 тыс. т). Перевозки прочих грузов на переправах в зоне Братского водохранилища – от 15 до 70 тыс. т .

Опыт работы транспортного флота показывает, что даже при соблюдении гарантированных попусков Иркутской ГЭС в нижний бьеф ($1500 \text{ м}^3/\text{с}$), предусмотренные действующими ПИВР, на участке р. Ангары (до 122 км) глубины на каменистых перекатах снижаются до $1,95\text{--}2,10 \text{ м}$ (при необходимых гарантированных глубинах – $2,40 \text{ м}$), а также возникают трудности при заходе флота на акватории Иркутской и Усольской РЭБ, порта Иркутск. Затруднения для обеспечения безопасной работы флота в нижнем бьефе Иркутской ГЭС возникают в периоды изменений амплитуды колебания уровней при суточном и недельном регулировании расходов в нижнем бьефе (в отдельные периоды достигает более $1,0\text{--}1,25 \text{ м}$), при этом существенно ухудшаются условия отстоя флота в затонах, обработки его у причалов и на рейдах формирования-расформирования составов.

В действительности в маловодные периоды не выполняются даже минимальные требования водного транспорта, как это было в период экстремального маловодья 2014–

2017 гг. Большую часть навигационного сезона 2014 г. и все сезоны 2015–2018 гг. среднесуточные сбросные расходы составляли 1300 м³/с, а уровни воды были на 45–54 см ниже гарантированных. В этот период ФБУ «Администрация Байкало-Ангарского бассейна внутренних водных путей» были введены ограничения по осадке судов (не более 170 см) при прохождении участка нижнего бьефа от Иркутской ГЭС до 106 км. Было отменено движение судов на подводных крыльях типа «Метеор», имеющее социальное значение. При этом перевозка пассажиров производилась не из г. Иркутска, а из поселка Балаганск на 260-м км Братского водохранилища.

Для обеспечения предусмотренного Правилами судоходства запаса глубин под днищем теплоходов и барж загрузка транспортных судов уменьшилась на 30–40 %, что привело к потерям в провозной способности грузового и буксирного флота и соответствующим экономическим потерям. Грузопотоки леса, угля и строительных материалов значительно сократились. Суммарный объём перевозок грузов флотом парохозяйства по реке Ангаре и Братскому водохранилищу в сравнении с 2013 г. упал почти в 2 раза (с 1,76 млн т до 0,91 млн т в 2017 г).

Таким образом, в современных условиях для обеспечения нормальной работы водного транспорта (проектных судоходных глубин) требуется попуск не менее 1700 м³/с.

1.4.2.2 Риски многоводных периодов (повышенных расходов Иркутской ГЭС)

Одной из основных задач гидротехнических сооружений является предотвращение наводнений для обеспечения безопасности населения и хозяйственных объектов при пропуске весенних половодий и летних паводков, а также поддержание устойчивого состояния водных экосистем [1-3].

В многоводные периоды основным фактором риска является регулирование расходов через Иркутскую ГЭС для предотвращения затопления (подтопления) верхнего бьефа (прибрежных участков Иркутского водохранилища и оз. Байкал) и в нижнем бьефе (затопление г. Иркутска). В соответствии с действующими ПИВР-1988 и Постановлением Правительства № 234, в случае превышения уровня оз. Байкал отметки 457,00 м ТО требуется обеспечить максимальный сброс воды через Иркутскую ГЭС.

В соответствии с техническим проектом Иркутского гидроузла, его пропускная способность в случае катастрофических паводков составляет 7120 м³/с. Во всех остальных случаях расчетный максимально допустимый сбросной расход в нижний бьеф ограничен 6000 м³/с с учетом расходов р. Иркут. Данный расход должен обеспечивать безопасность населения и хозяйственных объектов в нижнем бьефе. На практике уже в первой половине 1980-х годов максимальный расход, обеспечивающий безопасность

застройки, расположенной в пойменной части г. Иркутска, составлял 4000 м³/с. Действующими ПИВР (установлены с 1988 г.) «допускается предельный расход воды по условиям незатопляемости пойменной части города не выше 4000–4500 м³/с (п.3.3.2. ПИВР)». В действительности в настоящее время затопление территорий нижнего бьефа начинается уже при расходах через Иркутскую ГЭС объемом 2800–3200 м³/с, что вызвано множеством факторов (антропогенного воздействия на берега Ангары, увеличения плотности застройки территории, в том числе новых и не всегда законных построек в пойменной части и др.).

Пропуск паводков через Иркутский гидроузел в первую очередь зависит от уровня воды и притока в оз. Байкал, а также от паводковых расходов на р. Иркут и других притоках в нижнем бьефе ГЭС. Максимальный зафиксированный среднесуточный расход воды через гидроузел за время эксплуатации Иркутской ГЭС составил 4180 м³/с (1973 г.), который продолжался всего одни сутки и принес значительные ущербы на территории г. Иркутска. При пропуске летних паводков 1995, 2006, 2008 и 2020 гг. с объемами среднегодового полезного притока, близкими к среднему многолетнему значению (1995 г.), ниже среднего (2006, 2008 гг.) или незначительно выше (2020 г.) наблюдались затопления прибрежной зоны и низменных участков г. Иркутска.

Что касается притоков в нижнем бьефе, то особенно опасным может стать совпадение высокой водности на оз. Байкал с паводком на боковых притоках р. Ангара, прежде всего на р. Иркут (примеры – паводки 1971 и 1973 гг.). При этом паводковый расход только на р. Иркут может составить около 6000 м³/с (при обеспеченности 0,1 %), что соответствует максимально допустимому расходу в нижнем бьефе. В экстремально многоводные годы на Байкале (30-е годы) наблюдались повышенные расходы почти одновременно на всех основных притоках нижнего бьефа – реках Иркут, Китой, Белая и др. Наиболее опасным периодом такого совпадения является август-сентябрь (период завершения наполнения водохранилища). В этом случае при экстремально высокой водности последствия могут быть катастрофическими. Масштабы затоплений в нижнем бьефе могут составить тысячи гектар со значительными ущербами для социальных, производственных объектов и инфраструктуры.

В 2021 г. на оз. Байкал наблюдалась экстремально высокая водность с обеспеченностью притока 4 % (средний годовой приток около 2700 м³/с). Уровень озера достиг отметки 457,23 м ТО при максимальных расходах через ИГЭС 3600 м³/с. Затопленными оказалось множество объектов г. Иркутска: острова Конный, Юность, территория ТРЦ Яркомолл, форелевая ферма, детская железная дорога и др. В настоящее время проводится оценка последствий данной экстремальной водности.

Для оценки границ зон затоплений при пропуске паводков разной обеспеченности в нижнем бьефе Иркутской ГЭС был проведен ряд исследований с использованием цифровых моделей рельефа [6,10]. Были определены площади затопления и перечень затапливаемых объектов для разных показателей расходов воды Иркутской ГЭС: 3000, 4300, 4700, 5260 и 6000 м³/с с учетом расходов р. Иркут (рис. 1.4.2–1.4.4, табл. 1.4.2, 1.4.3).

В настоящее время затопления территории нижнего бьефа начинается уже при расходах через ИГЭС объемом 2800 м³/с. Существенные затопления, затрагивающие жилую зону г. Иркутска, начинаются с расходов 3200 м³/с. Максимально зафиксированный среднесуточный расход воды через гидроузел за время эксплуатации Иркутской ГЭС с 1960 г. составил 4180 м³/с (1973 г.), который продолжался всего одни сутки и принес значительные ущербы. За последние 60 лет произошли существенные изменения в нижнем бьефе в виде его застройки капитальными зданиями и сооружениями, дачными поселками, использованием территорий для социально-бытового значения и объектов инженерной инфраструктуры. С учетом изменений морфологических и морфометрических характеристик русла реки ниже плотины Иркутской ГЭС, затопления могут привести к значительно большим ущербам в случаях высоких расходов через ГЭС и, особенно, при совпадении с высокими паводками на боковых притоках, в первую очередь, р. Иркут.

В ранее выполненных авторами работах [4–11] были определены границы зон затоплений при пропуске паводков разной обеспеченности для участка «плотина Иркутской ГЭС – устье р. Китой», на котором расположена основная часть (более 90%) объектов жилого сектора, коммунального хозяйства, социальной сферы, инфраструктуры, промышленности и энергетики всего нижнего бьефа.

Определение площадей затопления и перечня затапливаемых объектов выполнено для трёх показателей расходов воды через Иркутскую ГЭС – 3000, 4700 и 6000 м³/с (с учетом расходов р. Иркут). На рис. 1.4.2 представлена обзорная карта границ зон затопления в нижнем бьефе Иркутской ГЭС при различных расходах воды.

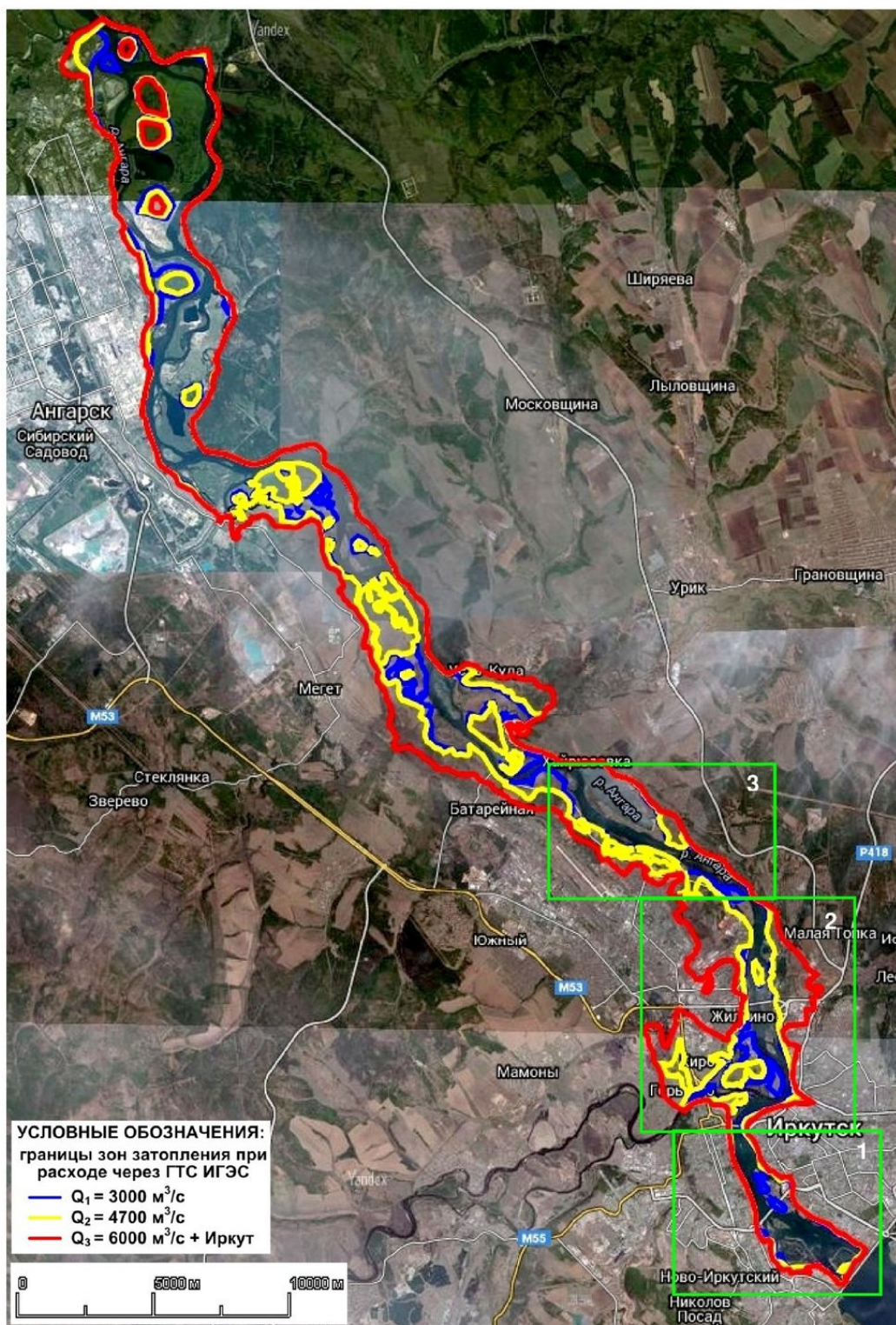


Рисунок 1.4.2 – Обзорная карта границ зон затопления в нижнем бьефе Иркутской ГЭС при различных расходах воды

Также были проведены оценки затопления для всего участка нижнего бьефа (от плотины Иркутской ГЭС до устья р. Белая) при максимально возможных расходах через ГЭС и расходов р. Иркут. При этом были получены площади территорий потенциальных затоплений в зависимости от заданных расходов в нижнем бьефе (табл. 1.4.2, 1.4.3).

Таблица 1.4.2 – Площади территорий затопления при расходе воды в нижнем бьефе Иркутской ГЭС 3000 м³/с

Наименование участка	Затапливаемые объекты	Площадь затопления, га
Иркутская ГЭС – Глазковский мост г. Иркутск)	Станция детской железной дороги (ДЖД), локомотивно-вагонное депо, стадион (о. Конный)	3,5
	объекты отдыха (о. Юность)	3
	дачные участки (о. Елизовский, о. Кривой)	18
	лодочная станция	
Глазковский мост – п. Боково (г. Иркутск)	дачные участки (о. Комсомольский, о. Поповский, о. Конный)	20
	о. Чайка	13
	Иркутский речной порт	2,5
	ремонтно-эксплуатационная база ВСРП	6
	малоэтажные жилые дома	8
п. Боково – ст. Батарейная	о. Архиерейский	30
	о. Рябик	20
	малоэтажные жилые дома (правый берег р. Ангары)	15
	малоэтажные жилые дома (левый берег р. Ангары)	1,5
	отстойники	8
	лодочная станция	
ст. Батарейная – ст. Суховская	о. Конный	90
	о. Беляковский	40
	о. Компанейский	106
	о. Свой	20
	о. Кобыльник	37
	о. Грановский	130
	о. Красавец	20
	дачные участки (о. Компанейский)	4
ст. Суховская – устье р. Китой (г. Ангарск)	о. Берёзовый	337
	о. Лиственничный	100
	о. Большой	900
	садоводческое товарищество «Приангарье»	43
	малоэтажные жилые дома (левый берег р. Ангары)	10
	промышленные объекты г. Ангарска (золоотвал, отстойники, очистные сооружения, промышленные стоки)	80
устье р. Китой – устье р. Белая	промышленные зоны, дачные участки, с/х угодья	663
ИТОГО		2728

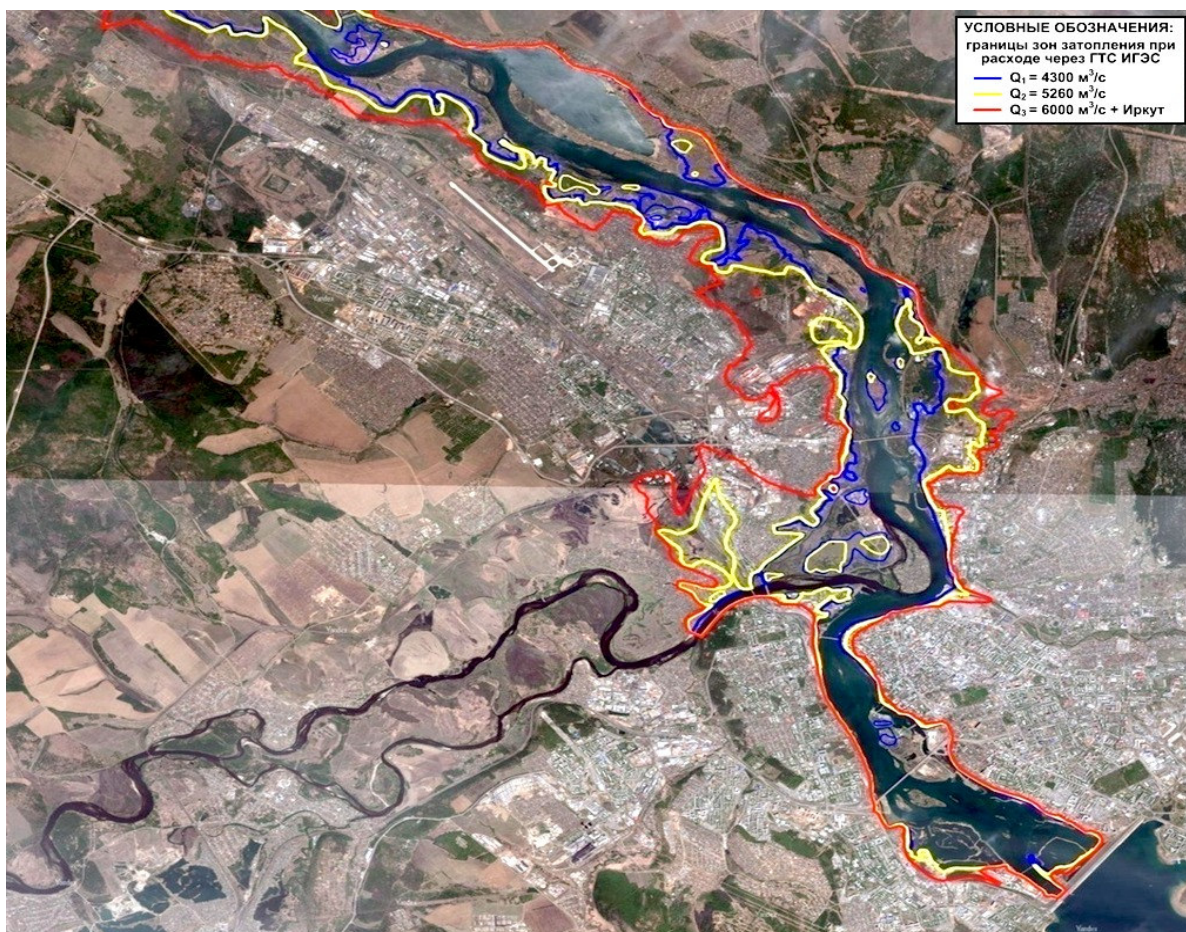


Рисунок 1.4.3 – Границы затопления в нижнем бьефе Иркутской ГЭС при повышенных расходах через гидроузел

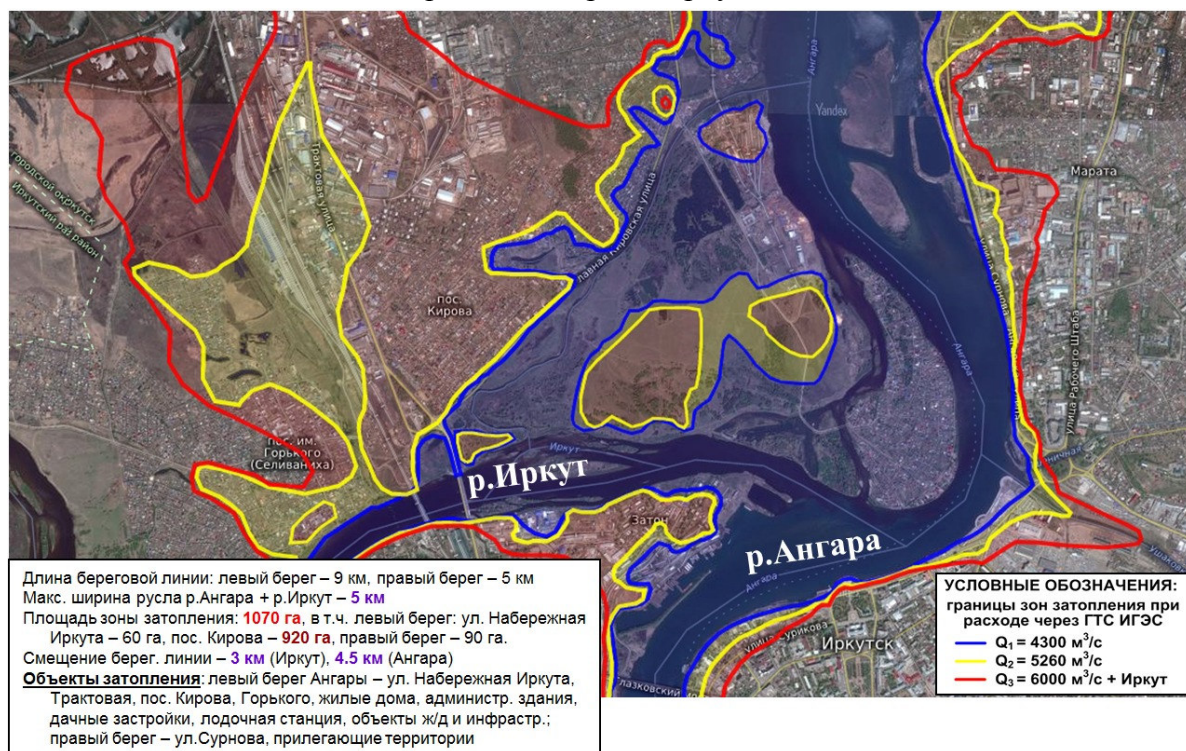


Рисунок 1.4.4 – Фрагмент зоны повышенного риска затопления г. Иркутск в устье р.Иркут и перечень объектов затопления

Таблица 1.4.3 – Площади затопления территории в нижнем бьефе Иркутской ГЭС при повышенных расходах через гидроузел

Площадь затопления, га	Расход, м ³ /с		
	3000	4700	6000
а) Общая площадь затопления на участке плотина Иркутской ГЭС – устье р. Китой, в том числе:	2065	4790	8910
– объекты инфраструктуры, промзоны	103	450	1065
– населённые пункты и дачные участки	119	215	830
– прочая территория	1843	4125	7015
б) Общая площадь затопления на участке устье р. Китой – устье р. Белая	663	2026	3760
Итого: нижний бьеф, всего	2728	6816	12670

Результаты моделирования показали, что при расходах в нижнем бьефе Иркутской ГЭС в диапазоне от 3000 до 6000 м³/с в зону затопления попадают значительные территории с жилыми зданиями, объектами социальной сферы, инфраструктуры, промышленными предприятиями. Наиболее высокому риску затопления подвержена территория г. Иркутска. При максимальных расходах 6000 м³/с с учетом расхода р. Иркут в зону затопления попадают более 260 многоэтажных жилых домов, около 1600 – малоэтажных, большое количество социальных и промышленных объектов.

Необходимо также отметить, что кроме рисков затопления нерегулируемый (бесподпорный) участок Ангары в нижнем бьефе Иркутской ГЭС также является загоро- и затороопасным. В периоды высоких зимних уровней воды в результате зажорных явлений неоднократно наблюдались частичные затопления населенных пунктов (Иркутск, Верхнежилкино, Нижнежилкино, Батарейная, Боково, дачные поселки в 1991, 2001, 2005, 2010 гг.). Ледовые процессы ограничивают максимальные зимние расходы через Иркутскую ГЭС (2500 м³/с) и требуют учета суточных колебаний расходов и уровней на контрольных постах.

1.4.3 Анализ нормативно-правовой базы и материалов по оценке социально-экономических рисков при изменениях уровня воды оз. Байкал в Республике Бурятия

Законодательная и нормативно-правовая база в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций при изменениях уровня воды оз. Байкал в границах Республике Бурятия включает: Указы Президента Российской Федерации, Федеральные законы, постановления Правительства Российской Федерации, нормативные акты министерств и ведомств Российской Федерации, Указы Главы Республики Бурятия,

законы и нормативно-правовые акты Республики Бурятия и муниципальных образований «Баргузинский район», «Кабанский район», «Прибайкальский район», «Северобайкальский район», «город Северобайкальск», корпоративные НПА.

Из предыдущего раздела следует, что из рассмотрения проблем регулирования уровня оз. Байкал полностью выпадают интересы сохранения экосистемы оз. Байкал, обеспечения жизнедеятельности населения прибрежных населенных пунктов и снижения социально-экономических рисков.

В российском правовом поле используются трактовки риска в зависимости от сферы применения категории в гражданско-правовых, общественных, трудовых, экономических, управленческих, имущественных и иных отношениях [1-3]. Риск — это сочетание вероятности нанесения ущерба и тяжести этого ущерба. Под ущербом понимается нанесение физического повреждения или другого вреда здоровью людей, или вреда имуществу или окружающей среде.

При идентификации и классификации социально-экономических рисков вследствие изменения уровня воды в озере Байкал учитываются следующие группы факторов:

- характер источника чрезвычайной ситуации: уровень оз. Байкал, режим ЧС и повышенной готовности (засуха, торфяные пожары, затопление, паводки, выход грунтовых вод и др.);

- пространственный фактор: перечень населенных пунктов, ООПТ, земельные участки по целевому назначению, категориям использования, площадь пострадавших территорий, протяженность береговой линии, распространение вглубь побережья;

- временной фактор: период проявления опасности (маловодный, многоводный период), продолжительность, повторяемость;

- человеческий фактор - целевые группы местного сообщества, находящиеся на пострадавших территориях (местные жители, субъекты мер социальной поддержки, потребители услуг, государственные, частные компании);

- материально-имущественный фактор: перечень объектов производственного и социального назначения, инвестиционные проекты, водная инфраструктура.

К социально-экономическим рискам при изменениях уровня воды оз. Байкал относятся риски причинения вреда жизни или здоровью граждан, территории, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу.

В настоящее время универсальный классификатор социально-экономических рисков отсутствует, поэтому в данной работе выполнена самостоятельная их идентификация и классификация в соответствии с основными положениями Федерального закона от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

природного и техногенного характера» (ред. от 11.06.2021) (далее Закон № 68-ФЗ) [4] по прогнозированию угрозы возникновения ЧС, оценки социально-экономических последствий ЧС, осуществлению мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от ЧС, ликвидации ЧС.

Предложенная классификация социально-экономических рисков учитывает накопленный в регионе опыт по их выявлению и снижению и имеет прикладное назначение в контексте наиболее полного охвата вероятных рисков с последующей оценкой потенциального ущерба и формирования системы управления ими. Классификация рисков включает в себя категории, группы, виды рисков (табл. 1.4.4).

Таблица 1.4.4 – Классификация социально-экономических рисков*

Категория рисков	Группы рисков	Виды рисков
Риски причинения вреда жизни или здоровью граждан	Риски снижения качества жизни	ухудшение здоровья, роста заболеваемости по классам болезней, сокращение продолжительности жизни, ухудшение жилищных условий, переселение
	Риски потери средств к существованию	потери и повреждение имущества, причинение вреда ЛПХ, потери площади земельного участка, гибель насаждений и урожая,
	Риски роста материальных и трудовых затрат	потеря работы, кредитный риск, переобучение
Риски причинения вреда территории	Риски сокращения и ухудшения условий жизненного пространства для населения	сокращение площади поселения, снижение качества общественных пространств, сокращение пляжей, нарушение водоснабжения, нарушение энергоснабжения, санитарно-эпидемиологический риск, риск неисполнения социальных обязательств перед населением, снижение туристской привлекательности территории, ухудшение условий для реализации приоритетных проектов развития, снижение качества автодорог регионального и местного значения
	Риск снижения качества территории для хозяйствующих субъектов	
Риски причинения вреда объектам производственного и социального назначения	Риски нарушений в функционировании объектов инфраструктуры и предприятий	по видам деятельности
	Риски снижения предпринимательской и инвестиционной активности	по видам деятельности
	Кредитные риски	по видам деятельности
	Страховые риски	по видам деятельности

*Составлено авторами

В контексте данного исследования базовыми являются положения Закона № 68-ФЗ, которые определяют комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей среде и материальных потерь в случае их возникновения. Важны положения Закона в части прав граждан на защиту жизни, здоровья и личного имущества в случае возникновения чрезвычайных ситуаций; использования средств коллективной и индивидуальной защиты и другого имущества органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций, предназначенного для защиты населения от чрезвычайных ситуаций; быть информированными о риске, которому они могут подвергнуться в определённых местах пребывания на территории страны, и о мерах необходимой безопасности.

Региональная нормативно-правовая база в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, в том числе при изменениях уровня воды оз. Байкал, сформирована в соответствии с основными положениями федерального законодательства.

Во-первых, создание единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) в соответствие с порядком функционирования органов управления РСЧС согласно статье 4.1. Закона № 68-ФЗ. РСЧС функционирует на федеральном, межрегиональном, региональном, муниципальном и объектовом уровнях. На каждом уровне РСЧС создаются координационные органы, постоянно действующие органы управления, органы повседневного управления, силы и средства, резервы финансовых и материальных ресурсов, системы связи и оповещения органов управления и сил единой системы, системы оповещения населения о чрезвычайных ситуациях и системы информирования населения о чрезвычайных ситуациях. При этом системы оповещения населения о чрезвычайных ситуациях, в том числе системы экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций, создаются только на региональном, муниципальном и объектовом уровнях РСЧС.

Перечень НПА по функционированию РСЧС включает:

Закон Республики Бурятия от 26.01.1999 № 98-П «О защите населения и территорий Республики Бурятия от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (ред. от 07.10.2021) (далее Закон РБ № 98-П) [5] регулирует отношения, возникающие в процессе деятельности органов государственной власти, органов местного самоуправления, а также организаций и населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

ППРФ от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (с изм. и доп. от 02.04.2020) содержит Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [6];

Указ Главы Республики Бурятия от 17.11.2017 № 239 «О Комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности Республики Бурятия» (с изм. от 24.06.2021) [7] – территориальные подсистемы единой системы создаются в субъектах Российской Федерации для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в пределах их территорий и состоят из звеньев, соответствующих административно-территориальному делению этих территорий;

на муниципальном уровне – создаваемые при органах местного самоуправления органы, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (пример региональных и муниципальных НПА – на рис. 1.4.5, в табл. 1.4.5, 1.4.6);

на объектовом уровне – структурные подразделения организаций, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, например, Распоряжение ОАО «РЖД» от 30.06.2015 № 1614р «Об утверждении порядка создания нештатных формирований по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне в ОАО «РЖД» [8], Распоряжение ОАО «РЖД» от 11.02.2008 № 269р «Об энергетической стратегии ОАО «РЖД» на период до 2010 года и на перспективу до 2030 года» [9].

Второе направление в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций включает перечень НПА, определяющих первоочередные мероприятия по установлению границ затопления, подтопления и особого режима хозяйственной деятельности на паводкоопасных территориях, перечень населенных пунктов, подверженных возможному затоплению и подтоплению паводковыми водами, график разработки и представления проектной документации объектов инженерной защиты населенных пунктов:

- постановление ГКЧС России от 23.11.1993 № 7 «Об установлении статуса паводкоопасных зон по степени риска от наводнений и порядка хозяйственной деятельности на этих территориях» [10];

- ППРФ от 29.03.1994 № 242 «О проведении неотложных противопаводковых мероприятий в Российской Федерации» (далее Постановление ПРФ № 242) [11];

- ППРФ от 23.11.1996 № 1404 «Об утверждении Положения о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах» [12];

- ППРБ от 23 июля 1997 г. № 274 «Об утверждении «Основных положений по установлению особого режима хозяйственной деятельности на территориях, подверженных затоплению, подтоплению и эрозионным процессам» (далее Постановление ПРБ № 274) [13];

- ППРФ от 18.04.2014 № 360 "О зонах затопления, подтопления" (в ред. от 07.09.2019) (далее Постановление ПРФ № 360) [14], которое указывает на необходимость установления границ зон затопления в отношении территорий, прилегающих к водным объектам с различным гидрологическим режимом;

- РПРБ от 01.07.2014 № 377-р «Об утверждении перечней первоочередных мероприятий по установлению границ затопления, подтопления и особого режима хозяйственной деятельности на паводкоопасных территориях; населенных пунктов, подверженных возможному затоплению и подтоплению паводковыми водами; гидротехнических сооружений, расположенных на территории Республики Бурятия, не имеющих свидетельств о праве собственности» (в ред. от 01.10.2021) (далее Распоряжение ПРБ № 377-р) [15].

Таблица 1.4.5 – Нормативно-правовые акты Республики Бурятия и муниципальных образований по защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций (1970-2003 гг.)

Годы	Уровень оз. Байкал, м (мин / макс)	Засуха, торфяные пожары		Наводнения, паводки		
		РБ	Прибайкальский район	РБ	Прибайкальский район	Кабанский район
1970	455,82/456,85		Р № 93 10.04.70 Р № 201 18.09.70 Р № 222 21.10.70		Р № 68 от 25.03.70	
1971	456,64 /457,11		Р № 94 от 16.04.71	Рп № 602-р от 27.07.71 Рп № 701-р от 20.08.71 Рп № 755-р от 06.09.71	Р № 102 от 16.04.71 Р № 27 от 16.08.71 Р № 44 от 27.08.71 Р № 45 от 27.08.71	Р №205 от 23.08.71 Р №241 от 24.09.71 Р №274 от 22.10.71
1972	456,00/456,49				Р № 164 15.09.72	
1973	455,66 /457,32		Р № 116 от 07.06.73		Р № 66 10.04.73 Р № 193 14.09.73	Р №185 от 14.08.73 Р №205 от 11.09.73 Р №213 от 01.09.73 Р №223 от 03.10.73 Р №231 от 16.10.73 Р №252 от 13.11.73 Р №256 от 15.11.73 Р №273 (а) от 10.12.73

Годы	Уровень оз. Байкал, м (мин / макс)	Засуха, торфяные пожары		Наводнения, паводки		
		РБ	Прибайкальский район	РБ	Прибайкальский район	Кабанский район
1974	456,19/456,68		Р № 206 от 03.09.74 Р № 87 от 18.04.74		Р № 78 от 23.03.74	
1975	455,70/456,80				Р № 253 от 01.10.75 Р № 123 от 07.05.75 Р № 143 от 21.05.75	
1976	455,68/456,55				Р № 89 от 11.04.76	
1978	455,60/456,43		Р № 150 от 31.05.78 Р № 288 от 25.12.78			
1979	455,69/456,14		Р № 286 от 13.12.79 Р № 87 от 13.04.79 Р № 156 от 25.06.79		Р № 215в от 30.10.79 Р № 57 от 23.03.79	
1982	455,36/456,54		Р № 39 от 01.03.82			
1983	456,76 /457,11		Р № 191 от 29.09.83			
1985	456,95/457,35	П № 36/1 от 02.09.85 П Б-32/2Г от 17.08.85				
1986	456,80/457,16	П № 228 от 08.09.86				
1987	456,64/457,11				Р № 359 от 23.12.87	
1988	457,05/457,40				Р № 219 от 23.09.88	
1990	456,85/457,20		Р № 83а от 01.03.90 Р № 199 от 12.07.90			
1991	456,70/457,06			Рп № 775-р от 25.10.91 Рп № 611-р от 20.08.91 Рп № 691-р от 30.09.91 Рп № 768-р от 23.10.91	Р № 443 от 12.11.91	
1993	456,74/457,09	Рп № 504-р от 07.09.93 Рп № 555-р от 28.09.93	П № 375 от 01.09.93	Рп 455-р от 11.08.93 Рп 478-р от 23.08.93 Рп 480-р от 24.08.93 Рп № 571-р от 06.10.93	П № 394 от 20.09.93 П № 375 от 01.09.93 П № 362 от 24.08.93	П № 269 от 28.10.93
1996	456,10/456,78				Рп № 100 от 11.03.96	
1998	455,97/457,00				Рп № 401 от 19.08.98 Рп № 398 от 18.08.98 Рп № 411 от 27.08.98	
2003		П № 260 от 15.08.2003				

Р – Решения Правительства РБ, Совета министров РБ, Совета министров Бурятской ССР, Бюро Обкома КПСС, Администрация Прибайкальского района районов, Исполкома Кабанского аймачного Совета депутатов трудящихся, Исполкома Прибайкальского аймачного Совета депутатов трудящихся;
Рп – Распоряжения #; П – Постановления #.

Таблица 1.4.6 – Нормативно-правовые акты Кабанского и Прибайкальского районов Республики Бурятия, принятые в связи с введением режима чрезвычайной ситуации и режима повышенной готовности вследствие изменения уровня оз. Байкал (2013-2020 гг.)

Кабанский район	
Режим ЧС	
от 10 октября 2013 г. № 208 в связи с торфяными пожарами (в 1 км от п. Селенгинск возгорание торфяного покрова на площади 4,5 га; сильное задымление п. Селенгинск); от 12 сентября 2014 г. № 310 в связи с торфяными пожарами; от 15 октября 2014 г. № 2283 в связи с ухудшением обстановки с торфяными пожарами в местности Боргой; от 13 февраля 2015 г. № 23 в связи с распространением торфяных пожаров в ГП "Селенгинское"; от 17 апреля 2015 г. № 971 в связи с прогнозируемым ухудшением лесопожарной обстановки и с целью предупреждения чрезвычайных ситуаций, обусловленных лесными и торфяными пожарами; от 16 июня 2015 г. № 23 в связи с распространением торфяных пожаров в ГП "Селенгинское"	от 19 ноября 2015 г. в связи с торфяными пожарами; от 23 ноября 2015 г. № 337 в связи с <i>выходом грунтовых вод</i> в подпольях 6 домов по ул. Вагжанова с. Большая Речка (на 80-100 см), а также низких местах, выход наледи в огородах (ул. Вагжанова д. № 129-2) и на территорию Большереченского рыбзавода, подтопление участков теплотрассы котельной Большереченского рыбзавода; от 3 августа 2016 г. № 268 в связи с торфяными пожарами; 22 очага, площадью 146,6 га; от 3 ноября 2016 г. № 268 в связи с торфяными пожарами; от 3 августа 2017 г. в связи с <i>почвенной засухой</i> (гибель сельскохозяйственных культур); от 24 ноября 2018 г. № 1891 в связи с <i>повышением уровня воды</i> в р. Большая речка.
Режим ПГ	
от 23 ноября 2018 г. № 403 в связи с повышением уровня воды в р. Большая речка ст. Посольская; от 26 июня 2019 г. № 131 (Постановление МО ГП «Селенгинское») в связи с торфяными пожарами	от 30 сентября 2020 г. № 1720 в связи с повышением уровня воды в оз. Байкал
Прибайкальский район	
Режим ЧС	Режим ПГ
	от 25 сентября 2020 г. № 271 в связи с превышением верхней критической отметки 457,0 м ТО начиная с 14 сентября 2020 г.



Рисунок 1.4.5 – Временная шкала введения режимов чрезвычайной ситуации и повышенной готовности в Кабанском и Прибайкальском районах Республики Бурятия вследствие изменения уровня оз. Байкал (2013-2020 гг.)

Из шкалы, представленной на рис. 1.4.5, видно, что в муниципальных образованиях Республики Бурятия в период с 10 октября 2013 г. по 2018 г. принимались нормативные акты о введении режимов чрезвычайной ситуации в связи с торфяными пожарами и почвенной засухой, а объявление режима повышенной готовности с 24 ноября 2018 г. по 30 сентября 2020 г. было связано с повышением уровня воды.

В русле направления по ликвидации чрезвычайных ситуаций в Республике Бурятия приняты следующие НПА:

- ППРБ от 10.09.2007 № 280 «О положении о резервном фонде правительства Республики Бурятия по ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий стихийных бедствий» (в ред. от 19.10.21) [16]. Бюджетные ассигнования из Резервного фонда выделяются на финансовое обеспечение мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий, не предусмотренных в республиканском бюджете, а именно на: а) проведение поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера согласно перечню; б) проведение неотложных аварийно-восстановительных работ согласно перечню; в) мероприятия по развертыванию и содержанию в течение необходимого срока (но не более 6 месяцев) пунктов временного размещения и питания для эвакуируемых граждан (из расчета за временное размещение – до 550 рублей на человека в сутки, за питание – до 250 рублей на человека в сутки); г) оказание гражданам единовременной материальной помощи в размере 10 тыс. рублей на человека; д) оказание гражданам финансовой помощи в связи с утратой ими имущества первой необходимости (из расчета за частично утраченное имущество первой необходимости – 50 тыс. рублей на человека, за полностью утраченное имущество первой необходимости – 100 тыс. рублей на человека); е) выплату единовременного пособия; ж) мероприятия по оказанию органами местного самоуправления помощи гражданам, полностью утратившим урожай картофеля и (или) овощей вследствие гибели от паводка и/или града на земельном участке, на котором расположен жилой дом, в котором проживает гражданин и (или) граждане, в границах населенного пункта и зоны чрезвычайной ситуации, объявленной в 2021 году, в натуральной форме из расчета 90 кг картофеля, 40 кг капусты, 17 кг моркови, 18 кг свеклы на одного гражданина.

- В связи с экстремально маловодным периодом 2014-2015 годов в бассейне озера Байкал в целях обеспечения гарантированных условий для устойчивого бесперебойного водоснабжения населения и объектов экономики Республики Бурятия принято РПРБ от 4 февраля 2015 г. № 49-р [17] (утратил силу с 25 июня 2015 года), согласно которому введен для территориальной подсистемы Республики Бурятия единой государственной системы

предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций режим функционирования «повышенная готовность» в целях обеспечения гарантированных условий для устойчивого бесперебойного водоснабжения населения и объектов экономики Республики Бурятия, в соответствии с Законом РБ № 98-П [5]. В распоряжении рекомендовалось главам муниципальных образований в Республике Бурятия: обеспечить бесперебойное функционирование всех систем жизнеобеспечения и объектов социальной сферы, коммунальных служб, объектов водообеспечения; до 25 февраля 2015 года организовать проведение проверок всех скважин и других источников водоснабжения, обеспечить устойчивую работу этих сооружений в условиях маловодности озера Байкал; при необходимости организовать обеспечение населения привозной водой;

- ППРБ от 06.10.2020 № 615 «Об утверждении порядка предоставления субсидий на возмещение расходов муниципальным образованиям на содержание и охрану инженерной инфраструктуры для обеспечения экологической защиты озера Байкал» [18] определяет правила предоставления субсидий, выделяемых из республиканского бюджета бюджетам муниципальных районов на организацию пусконаладочных работ объектов водоотведения по очистке хозяйственно-бытовых сточных вод, возмещению затрат на вывоз жидких коммунальных отходов из населенных пунктов, находящихся в центральной экологической зоне озера Байкал, а также работ по содержанию и охране объектов капитального строительства по очистке хозяйственно-бытовых сточных вод муниципальной собственности;

- ППРБ от 11.10.2021 № 577 «Об утверждении порядка осуществления единовременных денежных выплат гражданам в случаях возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера за счет средств резервного фонда Правительства Российской Федерации» [19] устанавливает правила выплаты единовременной материальной помощи, финансовой помощи в связи с утратой имущества первой необходимости за счет средств резервного фонда Правительства Российской Федерации по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий стихийных бедствий. Списки граждан составляются органами местного самоуправления, согласовываются с федеральными исполнительными органами государственной власти и исполнительными органами государственной власти Республики Бурятия и утверждаются Главой Республики Бурятия.

Перечень населенных пунктов, подверженных возможному затоплению и подтоплению паводковыми водами, представлен в Распоряжении ПРБ от 01.07.2014 г. № 377-р [15]. Всего в зоне затопления находится 72 населенных пункта, из которых 50 поселений расположено на побережье озера Байкал и вдоль рек, впадающих в озеро.

На основе сравнительного анализа сведений, указанных в Распоряжении ПРБ № 377-р [15] и ранее действовавшем Постановлении ПРБ от 23.07.1997 г. № 274 [13] можно сделать следующие выводы:

1) Правительством Республики Бурятия своевременно приняты НПА, определяющие перечень первоочередных мероприятий по установлению границ затопления, подтопления и особого режима хозяйственной деятельности на паводкоопасных территориях, перечень населенных пунктов, подверженных возможному затоплению и подтоплению паводковыми водами, график разработки и представления проектной документации объектов согласно Постановлению ПРФ № 242 [11], Постановлению ПРФ № 360 [14].

2) За период с 1997 г. по 2021 годы почти в 2 раза увеличилось количество населенных пунктов, подверженных возможному затоплению (с 29 до 50).

3) По данным администраций муниципальных образований в 50 поселениях прибрежных районов 12210 человек проживает на территориях, подверженных негативному воздействию вод, что более чем в три раза превышает показатель в 3935 человек, установленный Распоряжением ПРБ № 377-р [15], что обуславливает необходимость актуализации указанного НПА в целях разработки комплекса мероприятий по защите жизни, здоровья и личного имущества населения в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

4) В Распоряжении ПРБ №377-р [15] не учтено, что на побережье озера Байкал в границах Республики Бурятия расположены ООПТ, которые в настоящее время подвергаются негативному воздействию изменения уровня вод: ООПТ федерального значения (Забайкальский национальный парк, Байкальский и Баргузинский заповедники, Фролихинский и Кабанский заказники); ООПТ регионального значения (заказники «Верхне-Ангарский», «Прибайкальский» и «Энхэлукский», рекреационная местность «Побережье Байкала»); ООПТ местного значения (рекреационные местности местного значения «Лемасово», «Байкальский Прибой – Култушная», «Баргузинское побережье Байкала», «Северо-Байкальская»).

5) В Распоряжении ПРБ № 377-р [15] не указаны участки особой экономической зоны туристско-рекреационного типа «Байкальская гавань»: «Турка» – 109,89 га, «Пески» – 333,50 га, «Бухта Безымянная» – 381,96 га, «Горячинск» – 456,27 га, которые расположены на побережье озера Байкал, и являются уязвимыми территориями в многоводный период. По информации Министерства туризма РБ и Фонда регионального развития РБ, на участках «Турка», «Пески» в рамках соглашения между Правительством РБ и резидентами ОЭЗ ТРТ предусмотрена реализация 4 инвестиционных проектов на сумму свыше 20 млрд руб. ППРФ от 31 декабря 2020 г. №2 399 «Об утверждении перечня

видов деятельности, запрещенных в центральной экологической зоне Байкальской природной территории» разрешается строительство объектов капитального строительства (или их частей), связанных с созданием и развитием туристско-рекреационных особых экономических зон [20].

Несмотря на то, что исследования о возможности подтопления территорий планируемой застройки вышеуказанных участков ОЭЗ ТРТ не проводились, следует признать, что негативное воздействие вод приведет к снижению инвестиционной и туристской привлекательности, что неминуемо повлияет на уменьшение объемов туристско-рекреационной деятельности и ухудшение показателей социально-экономического развития муниципального образования.

Анализ материалов показал, что необходима актуализация Распоряжения ПРБ № 377-р [15] в части уточнения протяженности береговой линии; обновления перечня населенных пунктов, подверженных затоплению и подтоплению и данных о площади земель, подверженных водной эрозии; расширения перечня и классификации территорий, подверженных затоплению и подтоплению по степени риска; разработки рекомендаций по соблюдению регламента по ограничению хозяйственной деятельности и требований к строительству объектов жизнеобеспечения населения на затапливаемых территориях.

Формирование и функционирование рассмотренной системы региональных и муниципальных НПА, определяемой в преобладающей части федеральным законодательством по защите от ЧС, требует учета особенностей уровня оз. Байкал, имеющего в настоящее время «плавающий характер», поскольку в связи с этим возрастают социально-экономические риски.

1.4.4 Анализ нормативно-правовых документов, регулирующих экологические и социально-экономические риски на Байкальской природной территории

1.4.4.1 Основные правовые нормы в сфере сохранения озера Байкал

Включение озера Байкал в 1996 г. в список объектов всемирного природного наследия (Мерида, Мексика 2-7 декабря 1996 г., XII сессия Комитета по Всемирному наследию ЮНЕСКО) [1] и принятие в 1999 г. Федерального закона «Об охране озера Байкал» (№ 94-ФЗ от 1 мая 1999 г.) определили особый правовой режим природопользования на Байкальской природной территории (БПТ). В соответствии с ФЗ «Об охране озера Байкал» в состав БПТ входят оз. Байкал, водоохранная зона, прилегающая к озеру, его водосборная площадь в пределах территории Российской Федерации, особо охраняемые природные территории (ООПТ), а также прилегающая к оз. Байкал территория шириной до 200 км на запад и северо-запад, которые структурированы

в центральную, буферную и атмосферного влияния экологические зоны. Центральная экологическая зона (ЦЭЗ) включает оз. Байкал с островами, прилегающую водоохранную зону, а также особо охраняемые природные территории, прилегающие к озеру (рис. 1.4.6). Границы Байкальской природной территории и ее экологических зон, а также границы водоохранной зоны озера Байкал внесены в Единый государственный реестр недвижимости (далее – ЕГРН).

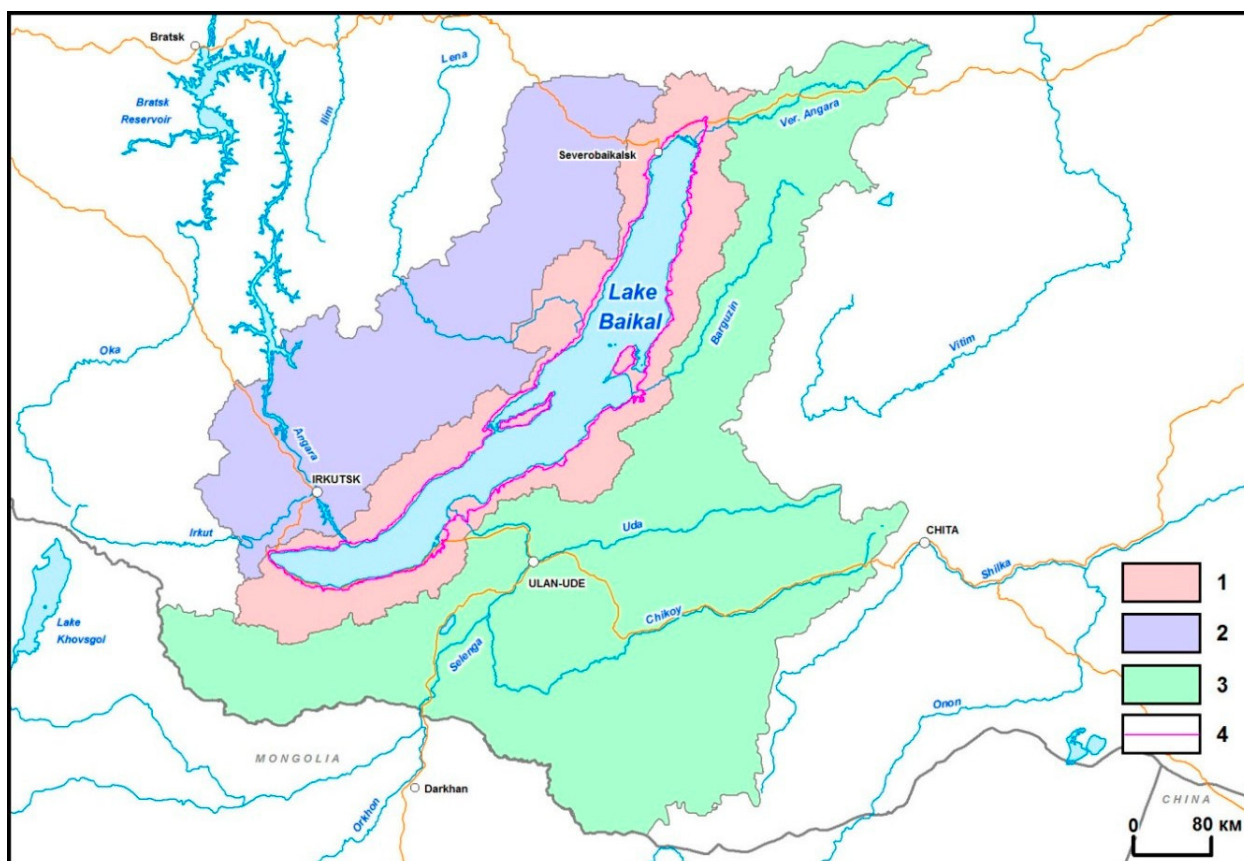


Рисунок 1.4.6 – Границы Байкальской природной территории и ее экологических зон. 1 – центральная экологическая зона, 2 – зона атмосферного влияния, 3 – буферная экологическая зона, 4 – границы водоохранной зоны озера Байкал [2]

Правовой режим на территории центральной экологической зоны БПТ установлен действующим законодательством Российской Федерации, в том числе: Постановлением Правительства РФ от 31.12.2020 № 2399 «Об утверждении перечня видов деятельности, запрещенных в центральной экологической зоне Байкальской природной территории» (далее ПП № 2399), Приказом Минприроды России от 21 февраля 2020 года № 83 «Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал» (Зарегистрировано в Минюсте России 23.04.2020 № 58181) (далее Приказ № 83).

Отдельные правовые нормы, действующие для центральной экологической зоны, уточнены ПП № 2399 для водоохранной зоны озера Байкал, границы которой установлены распоряжением Правительства Российской Федерации от 5 марта 2015 г. № 368-р (в редакции распоряжения Правительства Российской Федерации от 26 марта 2018 г. № 507-р). Кроме того, нормы Водного кодекса Российской Федерации, в том числе, в части регламентации деятельности в границах водоохранных зон водных объектов, действуют для всех водных объектов в России, включая озеро Байкал. На рис.1.4.7 представлен скриншот картографического изображения границ водоохранной зоны из Единого государственного реестра недвижимости в районе объектов БЦБК [3].



Рисунок 1.4.7 – Фрагмент спутникового снимка с обозначенной границей водоохранной зоны озера Байкал, включающий объекты БЦБК (ПКК Росреестр)²

В соответствии с Приказом № 83, установлены следующие требования:

1. Таблица 1 Приложения 1 Приказа № 83. Допустимое содержание вредных веществ в сточных водах, сбрасываемых непосредственно в озеро Байкал.
2. Допустимая численность бактерий в сточных водах, сбрасываемых непосредственно в озеро Байкал.
3. Нормативы допустимых физических воздействий.
4. Таблица 2.1 Приложения 1 Приказа № 83. Допустимое содержание вредных веществ в сточных водах, сбрасываемых централизованными и локальными системами

² Из отчета СО РАН «Анализ технологических предложений по ликвидации накопленного экологического вреда на Солзанском полигоне и щелочесодержащей жидкости». https://www.sbras.ru/files/news/docs/v_pechat_20210414_analiticheskaya_zapiska_skan_20210402_008.pdf (дата доступа 02.12.2021)

водоотведения поселений или городских округов в пределах центральной экологической зоны.

5. Таблица 2.2 Приложения 1 Приказа № 83. Допустимое содержание вредных веществ в сточных водах, сбрасываемых централизованными и локальными системами водоотведения поселений или городских округов в пределах буферной экологической зоны, мг/дм³.

6. Таблица 2.3 Приложения 1 Приказа № 83. Допустимое содержание вредных веществ в сточных водах, сбрасываемых в водные объекты в пределах центральной и буферной экологических зон, за исключением вредных веществ в сточных водах, сбрасываемых централизованными и локальными системами водоотведения поселений или городских округов в пределах центральной и буферной экологических зон.

7. Атмосферный воздух. Допустимые поступления веществ в атмосферный воздух над уникальной экологической системой озера Байкал.

8. Приложение 2 Приказа № 83. Перечень вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал (Таблицы 1 – 4 Приложения 2 Приказа № 83).

Указанные требования к сбросам, выбросам и нагрузкам действуют для любых антропогенных воздействий в центральной экологической зоне БПТ. Применительно к антропогенным воздействиям в случае рассмотрения вариантов сбросов в озеро Байкал, следует применять нормативы Таблицы 1, в случае рассмотрения вариантов сбросов очищенных промышленных стоков в водные объекты центральной и буферной экологических зон – Таблицы 2.2. и 2.3. Приложения 1 Приказа № 83.

Следует отметить, что сбросы очищенных стоков в водные объекты, в том числе и водные объекты центральной и буферной экологических зон БПТ, запрещены в границах водоохранных зон водных объектов в соответствии с Водным кодексом Российской Федерации («Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 № 74-ФЗ, Статья 65. Водоохраные зоны и прибрежные защитные, п.15.7) запрещен «сброс сточных, в том числе дренажных, вод».

Постановлением № 2399 установлен Перечень видов деятельности, запрещенных в центральной экологической зоне БПТ. В частности, установлены запреты на сплошные рубки лесных насаждений и др., ограничения при производстве энергии, строительстве объектов за пределами населенных пунктов, размещении рекреационных объектов, хозяйственной деятельности по акклиматизации объектов животного мира, водных биологических ресурсов, несвойственных уникальной экологической системе озера

Байкал, деятельности в области сброса сточных вод, по обращению с вновь образуемыми отходами производства и потребления и др. При этом в п.12 из запрещенных видов деятельности изъят ряд видов деятельности в части строительства и реконструкции «объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, отнесенных к объектам I и II категорий в соответствии со статьей 4.2 Федерального закона «Об охране окружающей среды» в границах населенных пунктов. Указанные правовые изъятия не отменяют действие иных норм настоящего правового акта, а также норм законодательства. Важной нормой данного постановления правительства является п. 12в) в части запрета строительства и реконструкции «объектов по захоронению» отходов. ПП № 2399 запрещена «23. Деятельность по обращению с вновь образуемыми отходами производства и потребления в части:

а) размещения отходов производства и потребления, за исключением отходов IV и V классов опасности на специально оборудованных объектах;

б) сброса в водные объекты и захоронения в них отходов, а также наземного и подземного захоронения отходов;

в) обработки, обезвреживания или утилизации отходов производства и потребления за пределами земельных участков, на которых расположены объекты обработки, обезвреживания или утилизации отходов;

г) обезвреживания или утилизации отходов производства и потребления путем сжигания без очистки выбросов до утвержденных нормативов».

Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ (далее – 89-ФЗ) установлены следующие требования к объектам размещения отходов, в том числе (Статья 12. Требования к объектам размещения отходов):

«5. Запрещается захоронение отходов в границах населенных пунктов, лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зон, а также водоохраных зон, на водосборных площадях подземных водных объектов, которые используются в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения. Запрещается захоронение отходов в местах залегания полезных ископаемых и ведения горных работ в случаях, если возникает угроза загрязнения мест залегания полезных ископаемых и безопасности ведения горных работ.

6. Объекты размещения отходов вносятся в государственный реестр объектов размещения отходов. Ведение государственного реестра объектов размещения отходов осуществляется в порядке, определенном уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

7. Запрещается размещение отходов на объектах, не внесенных в государственный реестр объектов размещения отходов.

8. Захоронение отходов, в состав которых входят полезные компоненты, подлежащие утилизации, запрещается. Перечень видов отходов, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается, устанавливается Правительством Российской Федерации.

10. Запрещается применение твердых коммунальных отходов для рекультивации земель и карьеров».

Сочетание вышеуказанных норм применительно к территориям прибрежной зоны озера Байкал, на которую оказывает прямое воздействие уровень озера Байкал, означает:

- полигоны захоронения отходов в границах водоохранных зон запрещены;
- размещение отходов на объектах, не внесенных в государственный реестр объектов размещения отходов, запрещено;
- захоронение отходов в границах населенных пунктов запрещено;
- сброс сточных вод в границах водоохранных зон запрещен;
- строительство новых объектов размещения отходов на территории центральной экологической зоны БПТ запрещено;
- размещение вновь образующихся отходов на территории центральной экологической зоны (вне водоохранных зон и вне населенных пунктов, что запрещено 89-ФЗ), разрешено только на действующих объектах, внесенных в государственный реестр объектов размещения отходов.

В части правового обеспечения сохранения озера Байкал к основным актуальным проблемам следует отнести:

1. В целях сохранения озера Байкал и установления правового режима, позволяющего максимально предотвратить прямое антропогенное воздействие, необходимо внесение изменений в водоохранное зонирование озера Байкал, в первую очередь – в прибрежных населенных пунктах [2, 4, 5]. Водоохранная зона озера Байкал, разработанная Институтом географии СО РАН в рамках формирования границ водоохранной зоны, получила поддержку со стороны органов власти только для природной, хозяйственно не освоенной части побережья. При этом вариант научно-обоснованной границы водоохранной зоны на селитебных, промышленных и рекреационных территориях поддержан не был, и для большинства поселений она совмещена с границей прибрежной защитной полосы на расстоянии 200 м от береговой линии озера (например, рис. 1.4.8). Установление водоохранной зоны Байкала призвано

обеспечить сохранение природного качества поступающей в озеро воды, базирующееся на использовании потенциальных водоохранных возможностей ландшафтов, профилактику возможных воздействий и снижение существующих антропогенных нагрузок на водный объект.



Рисунок 1.4.8 – Ситуационная схема участка высокой экзогенной активности юго-западного побережья оз. Байкал в районе г. Байкальска

2. Приказ Минприроды России № 83 от 21.02.2020 «Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал» дает возможность начать проектирование очистных сооружений для решения проблем кардинального сокращения загрязнения озера Байкал коммунальными стоками; но при этом требует срочного принятия мер и соответствующих нормативных актов, позволяющих реализовать установленные требования в области нормирования сбросов сточных вод в водосборном бассейне озера Байкал, в первую очередь, внесение изменений в правовые акты³ для установления:

³ Комментарии к Приказу Минприроды России «Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, относящихся к категориям особо

- законодательного требования полного запрета сбросов сточных вод непосредственно в озеро Байкал⁴;

- законодательного требования прекращения использования фосфат-содержащих моющих средств на территории водосборного бассейна озера Байкал;

- порядка выведения особо опасных объектов за пределы водосборного бассейна озера Байкал в отсутствие технической и технологической возможности изменения технологии, сопровождающейся сбросом веществ категории особо опасных, должны быть выведены за пределы водосборного бассейна озера Байкал.

3. Внесение изменений в ряд норм постановления Правительства РФ № 2399, когда их реализация несет серьезные экологические риски экосистеме озера Байкал: в частности, по вопросам строительства в границах водоохранной зоны озера Байкал, правовых изъятий для отдельных территорий прибрежной зоны и др. [6].

Тем не менее созданный в процессе согласования нормативного акта прецедент согласительных комиссий ведомства с наукой и общественностью является серьезным достижением. В обращениях СО РАН предлагается закрепить и расширить положительный опыт публичного научного и общественного обсуждения широкого круга документов, согласование Общественного совета при Минприроды России. Одновременно предложено в дальнейшем предусмотреть и использовать механизм содержательного информирования общественности о текущем ходе согласительных процедур по подготовке нормативных документов.

4. Изменение концептуального подхода к оценке воздействия антропогенных факторов на состояние экосистемы озера Байкал, что потребует специальных научных исследований и внесения изменений в законодательство: уникальность экосистемы озера Байкал, его размеры, инерционность в проявлении отклика на антропогенное влияние не позволяет научно и объективно обосновать «нормы допустимых воздействий», базирующиеся на принципе «предельно-допустимых концентраций» (ПДК) для озера Байкал как для обычного рыбохозяйственного водоема. Оценку воздействия на экосистему озера Байкал с позиции научной достоверности возможно проводить с учетом принципа «отклика экосистемы» на антропогенные воздействия. Для обоснования оценки воздействия намечаемой деятельности на экосистему озера Байкал с учетом уникальных качеств экосистемы потребуются проведение крупномасштабных исследований, которые

опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал» , 28.04.2020. https://www.sbras.ru/files/news/docs/dlya_publicatsii_po_normativam_28.04.2020.pdf (дата доступа 02.12.2021)

⁴ Письмо СО РАН в Минприроды России с научным обоснованием необходимости запрета сброса сточных вод непосредственно в озеро Байкал, 05.08.2021.

https://www.sbras.ru/files/news/docs/218_20210805_zapret_sbrosa_pismo_kozlovu.pdf (дата доступа 02.12.2021)

позволят обосновать адекватные индикаторы оценки долговременных последствий антропогенных воздействий.

5. Внесение серьезных изменений в Федеральный проект «Сохранение озера Байкал», в том числе в перечень показателей, по которым оценивается его эффективность, с введением самостоятельной отчетности и контроля динамики антропогенного воздействия непосредственно на озеро Байкал; очередность строительства предприятий по очистке сточных вод с первоочередным введением объектов в центральной экологической зоне; разработка и включение в состав работ системы мониторинга прибрежной зоны озера Байкал, которая позволит обосновывать и принимать целенаправленные решения.

6. Требуется активизация работы по внесению дополнений и изменений в законодательство, позволяющих сократить эвтрофикацию прибрежной зоны Байкала, в том числе – создание системы мониторинга состояния прибрежной зоны озера Байкал, включение финансирования мероприятий по исследованиям и мерам для сокращения эвтрофикации, финансирования проектирования и строительства (реконструкции) очистных сооружений и системы канализования стоков в ЦЭЗ БПТ, в первую очередь – поселений, расположенных на берегу Байкала, и санаторно-курортных объектов. Необходима организация согласованных действий заинтересованных сторон для реализации требования системности изменений законодательства в сфере охраны озера Байкал, и публичности подготовки законопроектов и проектов постановлений Правительства РФ, научной экспертизы проектов нормативных актов, а также обсуждений с общественностью.

1.4.4.2 Анализ нормативно-правовых документов, регулирующих экологические и социально-экономические риски

Регулирование хозяйственной деятельности, в том числе экологических и социально-экономических рисков на территории Ангаро-Байкальского бассейна, подверженной негативному воздействию вод, обеспечивается выполнением инженерно-гидрологических задач и мероприятий со времени функционирования Иркутской ГЭС и сопровождается нормативно-правовыми документами экологического и социально-экономического характера. Основными из них являются Водный кодекс РФ [1], Градостроительный кодекс РФ [2] и Земельный кодекс РФ [3], а также ряд федеральных законов, базовый из которых – «Об охране озера Байкал» [4]. Важными среди других законодательных актов и нормативных документов являются специально выпускаемые Постановления Правительства РФ [5, 6], регламентирующих режим уровня озера Байкал.

Характерное для Байкала чередование маловодных и многоводных периодов обуславливает периодическое затопление отдельных территорий, что является опасным природно-техногенным процессом и особо рассматривается в указанных нормативных документах. Существующая ситуация усугубляется тем, что в ряде населенных пунктов в период рыночных преобразований и правовых дефицитов в нарушение норм Градостроительного кодекса происходила и активно осуществляется несанкционированная застройка затапливаемых территорий, что наблюдается в разных регионах страны и в том числе в Иркутской области [7, 8]. Рассмотрение негативных факторов при назначении и реализации порядка регулирования уровня оз. Байкал, правовые «дефициты» регулярно обсуждаются научным сообществом [9–12].

Нередко взаимоисключающие интересы двух регионов – субъектов РФ (Иркутской области и Республики Бурятия) относительно режима регулирования уровня оз. Байкала пока не нашли решения в правовом поле. Так, при обсуждении указанных проблем регулирования уровня воды озера в соответствии с Постановлением Правительства России № 1667 от 27 декабря 2017 г. [13] БИП СО РАН считает: а) недопустимой форсировку уровня воды в Байкале до 457,85 м (ТОС), а максимальную амплитуду регулирования 2,31 м); б) предлагается досрочно отменить указанное и вернуть в действие Постановление Правительства РФ № 234 от 26 марта 2001 г. [5], регулирующее уровень воды в оз. Байкал в диапазоне 456,0–457,0 м. ТОС; в) допускается, что увеличение амплитуды колебания уровня воды (455,54–457,85 м. ТОС) «создает соблазн» хозяйствующим субъектам «искусственно подвести ситуацию под свой экономический интерес» [14]. В целом продолжается практика рабочего регулирования экстремальных ситуаций по уровню Байкала на федеральном уровне. Требуется выполнение специальных исследований, предшествующих принятию законодательных актов.

Специалисты ИСЭМ СО РАН подчеркивают, что низкая и высокая водность на оз. Байкал – такое же обычное событие, как и нормальная (средняя). Необходимо внесение в законы соответствующих изменений и дополнений, учитывающих возможность оперативной адаптации управления к складывающимся гидрометеорологическим условиям [12].

Весьма важен вопрос оценки климатических рисков, представленный в недавно вышедшем Приказе Министерства экономического развития РФ «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата» от 13.05.2021 г. № 267 (далее Рекомендации) [15]. Рекомендации разработаны в целях реализации пунктов 6, 8 и 9 приложения к Национальному плану мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года, утвержденного

распоряжением Правительства РФ от 25.12.2019 г. № 3183-р [16]. В следующих «общих положениях» Рекомендации отвечают решаемым задачам по оценке влияния изменений уровня воды в оз. Байкал, а именно:

1. Рекомендации предназначены для неограниченного круга лиц при оценке климатических рисков для территорий (включая природные объекты) и населения, хозяйственной и иной деятельности (в том числе для инфраструктуры), а также для отраслей экономики, включая предполагаемые затраты на ликвидацию последствий изменений климата или предотвращение их воздействия (использования выгод от них).

2. Рекомендации устанавливают единый порядок оценки климатических рисков; дифференцированный подход, учитывающий природно-климатическую, социально-экономическую и технологическую специфику климатических рисков различных секторов (сфер) экономики и регионов; комплексность оценки климатических рисков, предполагающей учет превентивной (упреждающей) и посткризисной адаптации и др.; гармонизацию и интеграцию оценки климатических рисков на территориальном и отраслевом уровнях и др.

Кроме того, указанными рекомендациями вводится ряд базовых терминов, в том числе уязвимость, объект воздействия, климатический (климатообусловленный) риск, подверженность, пороговое (критическое) значение и др.

Следует отметить, что в действующем пакете нормативно-правовых документов в большинстве своем уделяется повышенное внимание требованиям в области окружающей среды (природосберегающей части процесса) и экономическим рискам. Вне поля зрения остается порядок проведения оценки альтернативных вариантов эколого-социально-экономических последствий. Вероятные причины: несовершенство, непоследовательность и неоднозначность (двусмысленность) национальных юридических и нормативных документов.

ГЛАВА 2. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНОГО БАЛАНСА ОЗЕРА БАЙКАЛ

2.1 Анализ многолетней динамики притока речных вод в озеро, осадков на его поверхность и испарения с акватории

2.1.1 Современная система гидрометеорологического мониторинга озера Байкал

Для расчета составляющих водного баланса оз. Байкал используются материалы многолетних наблюдений на гидрометеорологической сети Росгидромета. Ниже приводится ее краткая характеристика.

На сети Росгидромета проводятся срочные и периодические наблюдения за следующими элементами гидрометеорологического режима:

– на речных и озерных гидрологических постах ежедневно в 8-00 и 20-00 проводятся наблюдения за уровнем и температурой воды. Измерения расходов воды проводятся по плану гидрологической станции для получения или подтверждения зависимости расходов воды в створе измерения расходов от уровня на посту. В период ледообразования, ледостава и разрушения льда выполняются визуальные наблюдения за явлениями ледового режима ежедневно в 08 и 20 часов по местному времени (в период замерзания и вскрытия – учащенно);

– на озерных постах ежедневно в 8-00 и 20-00 проводятся наблюдения за уровнем и температурой поверхностного слоя воды. В период ледообразования, ледостава и разрушения льда выполняются визуальные наблюдения за ледовыми явлениями и по специальной программе ежедекадные наблюдения за толщиной льда;

– на метеорологических станциях в сроки, предусмотренные программой работ конкретной станции (от 4-х - 8-ми наблюдений в сутки до ежечасных), за температурой и влажностью воздуха на высоте 2 м, за направлением и скоростью ветра на высоте флюгера (около 10 м), за температурой подстилающей поверхности – летом почвы, зимой снега;

– измерение количества выпавших осадков в дни с атмосферными осадками выполняются два раза в сутки.

Обработка материалов наблюдений на гидрологической и метеорологической сети Росгидромета выполняется в соответствии с Наставлениями гидрометеорологическим станциям и постам выпуск 3, ч. II – обработка материалов метеорологических наблюдений и выпуск 6, ч. III – составление и подготовка к печати гидрологического ежегодника, РД 52.08.887-2019. Обработка материалов наблюдений на озерах и водохранилищах

регламентируется «Руководством по обработке и подготовке к печати материалов наблюдений на озерах и водохранилищах» [1–7].

Результаты срочных наблюдений на гидрологических постах, относящихся к информационной сети, после производства наблюдений практически без обработки используются в оперативной практике Иркутского УГМС для составления краткосрочных прогнозов и оповещения подразделений Енисейского БВУ и Русгидро. Оперативные данные наблюдений за уровнем, температурой воды и состоянием водного объекта на речных и озерных гидрологических постах передаются в отдел прогнозов Иркутского УГМС телеграммой в кодах КН-15 [5] и в Байкальский ЦГМС [7]. Данные наблюдений на постах р.п. Байкал и гм.ст. Узур передаются в Гидрометцентр РФ.

Отдел прогнозов ФГБУ «Иркутское УГМС» предоставляет ежедневно в обслуживаемые организации значения уровней воды озера на 8-00 часов по постам р.п. Нижнеангарск, р.п. Хужир, п. Давша, п. Култук, пгт. Танхой, с. Томпа, с. Узур, п. Турка, Солнечная, о. Большой Ушканий, р.п. Байкал, п. Бабушкин, а также значение среднего уровня воды оз. Байкал. При этом в оперативной практике ежедневные значения среднего уровня озера вычисляются с использованием уровней воды на 8 постах, осредненных за 3-е суток (на 8 часов утра текущих суток и двух предыдущих).

Текущий контроль правильности измерений и дополнительный контроль при составлении таблиц ЕДС выполняется специалистами гидрологических станций, ГМЦ и отделов гидрологии Иркутского и Забайкальского УГМС. Контроль правильности метеорологических наблюдений осуществляют специалисты метеорологических станций и соответствующих отделов УГМС. При подготовке кадастровых изданий ЕДС и Метеорологических ежемесячников результаты срочных наблюдений проходят дополнительный контроль и обработку [8–13].

Ежедневные уровни воды. В таблице «Уровень воды» приводятся среднесуточные уровни (в см) над нулем графика, полученные простым осреднением результатов измерений в 8-00 и 20-00. В таблице приводятся также данные о средних, высших и низших уровнях за месяц и год.

Средний уровень водоема рассчитывается в соответствии с методикой, описанной в разделе 2.3.1 настоящего отчета. В таблице «Средний уровень» приводятся среднемесячные значения уровня водоема и средний уровень на 1-е число месяца.

Ежедневные расходы воды. В таблице «Расход воды» приводятся ежедневные расходы, полученные по кривым зависимости расходов в створе их измерения от среднего суточного уровня на посту.

Температура поверхности воды. Методикой расчета испарения предусмотрено использование среднемесячной температуры поверхности воды для определения максимальной упругости водяного пара. Средняя суточная и среднемесячная температура воды получаются осреднением данных наблюдений за расчетный период. В таблице ЕДС «Температура воды у берега» приводятся средние за декаду и месяц значения температуры, высшие ее значения и даты перехода температуры воде через 0.2, 4.0 и 10.0°C.

Месячные суммы осадков. Значения месячных сумм осадков в мм складываются из данных суточных осадков. В измеренные значения суточных осадков вводятся поправки на смачивание. В полученные суммы осадков за месяц вводятся поправки на ветровой недоучет [14].

Температура воздуха используется в Иркутском УГМС в расчетах испарения в зимний период по формуле П.П. Кузьмина [15, 16]. В Метеорологических ежемесячниках приводятся суточные данные постов и средние за декады и месяцы значения температуры воздуха на высоте 2 м, полученные осреднением данных срочных наблюдений.

Средние месячные значения влажности воздуха, скорости ветра, температуры поверхности почвы (в зимние месяцы поверхности снега) при подготовке Метеорологических ежемесячников получены осреднением данных срочных измерений.

Методикой расчета испарения предусмотрено приведение среднемесячной скорости ветра, наблюдаемой на метеорологической станции, к ее значению на акватории с учетом преобладающего направления ветра. Данные распределения ветра по румбам, которые приводятся в Метеорологических ежемесячниках, получаются путем группировки направлений ветра, определенных в сроки наблюдений.

2.1.2 Составляющие водного баланса

Водному балансу озера Байкал было посвящено множество исследований. Наиболее подробные и детальные расчеты были выполнены А.Н. Афанасьевым [17, 18], Б.С. Цейтлиным [19], Н.Н. Янтером, Т.П. Гронской [20], Т.Э. Литовой [20], В.Н. Синюковичем [21], В.И. Верболовым [22], З.А. Викулиной [23].

Формирование элементов водного баланса в бассейне оз. Байкал обуславливается процессами атмосферной циркуляции и физико-географическими условиями. Атмосферные осадки в бассейне в зависимости от высотной зональности интегрируются более сложно, чем речной сток. Кроме того, осадки и сток недостаточно изучены в горно-тундровой и лесной зонах бассейна.

В настоящее время основными методиками составления водного баланса оз. Байкал являются методики, разработанные А.Н. Афанасьевым и ГГИ. В качестве исходных данных используются материалы наблюдений на гидрометеорологических станциях и постах Иркутского и Забайкальского УГМС, данные Иркутскэнерго (ЕвроСибЭнерго) о расходах воды через Иркутскую ГЭС. Расчет элементов водного баланса выполняется в озерной группе Байкальского ЦГМС. Основными составляющими водного баланса озера являются: поверхностный приток, сток (расход) через ИГЭС, осадки и испарение с поверхности озера. Подземная составляющая пока не рассматривается из-за недостаточной ее изученности.

Учитывая достаточно высокие доли испарения и осадков на поверхность озера и сложность их оперативного вычисления, на практике оперируют понятием *полезный приток*, имеющий два вида определений:

1. *Полезный приток-1* (P_1) определяется из соотношения:

$$P_1 = \Pi + O - I, \quad (1)$$

где Π – поверхностный приток; O – осадки на поверхность озера; I – испарение с поверхности озера. К сожалению, из-за ограниченности наблюдений оценки погрешностей показателей Π, O, I имеют значительные величины.

2. *Полезный приток-2* (P_2) определяется из соотношения:

$$P_2 = Q + \Delta V, \quad (2)$$

где ΔV – аккумуляция воды в озере ($\Delta V > 0$ – накопление объема с повышением уровня озера; $\Delta V < 0$ – сработка водохранилища и понижение уровня озера). Для определения его величины за указанный период необходимо знать объем расхода и изменение среднего уровня озера, по которому определяется объем аккумуляции воды в озере. Учитывая факт того, что ошибка вычисления объема расхода ИГЭС значительно меньше относительных ошибок вычисления других показателей (связано с энергетическими балансами), погрешность вычисления полезного притока P_2 будет меньшей по сравнению с P_1 .

2.1.2.1 Динамика изменения поверхностного притока

Несмотря на большое количество рек и ручьев, впадающих в озеро (по разным оценкам – от 300 до 500, с учетом пересыхающих), на долю основных 11-ти притоков (по данным за 2008-2019 гг.) приходится более 76 % от суммарного поверхностного притока (табл. 2.1.1).

Таблица 2.1.1 – Доля притока основных рек, впадающих в оз. Байкал, в суммарном притоке речных вод, %

Река	Доля, %
Селенга	41,3
В.Ангара	15,5
Баргузин	6,2
Снежная	2,7
Турка	2,3
Тыя	2,2
Ина	1,8
Хара-Мурин	1,2
Ангарокан	1,1
Холодная	1
Утулик	0,8
Сумма	76,1

Главными впадающими реками являются Селенга, Верхняя Ангара, Баргузин, доли стока которых в суммарном притоке за отдельные периоды приведены в табл. 2.1.2, из которой видно, что доля притока р. Селенга за период 1996-2019 гг. уменьшилась на 13,3 % по сравнению с периодом 1972-1995 гг. Доля притока р. Баргузин уменьшилась всего на 0,5 %, а доля р. Верхняя Ангара увеличилась на 1,2 %. Доля притока вышперечисленных рек в суммарном притоке уменьшилась с 74 % до 61,4 %.

Таблица 2.1.2 – Доли главных притоков в оз. Байкал в различные периоды, %

Период	В.Ангара	Баргузин	Селенга	Сумма
1972-1995	14,3	7	52,7	74
1996-2019	15,5	6,5	39,4	61,4
1960-2019	14	6,2	43,5	63,7

Динамика изменения годовых объемов главных притоков приведена на рис. 2.1.1.

Если маловодный период 1976-1981 гг. на оз. Байкал связан с экстремально низкими притоками рек Селенга и Баргузин, то для экстремального маловодного периода 2014-2017 гг. низкий приток наблюдался на всех главных реках.

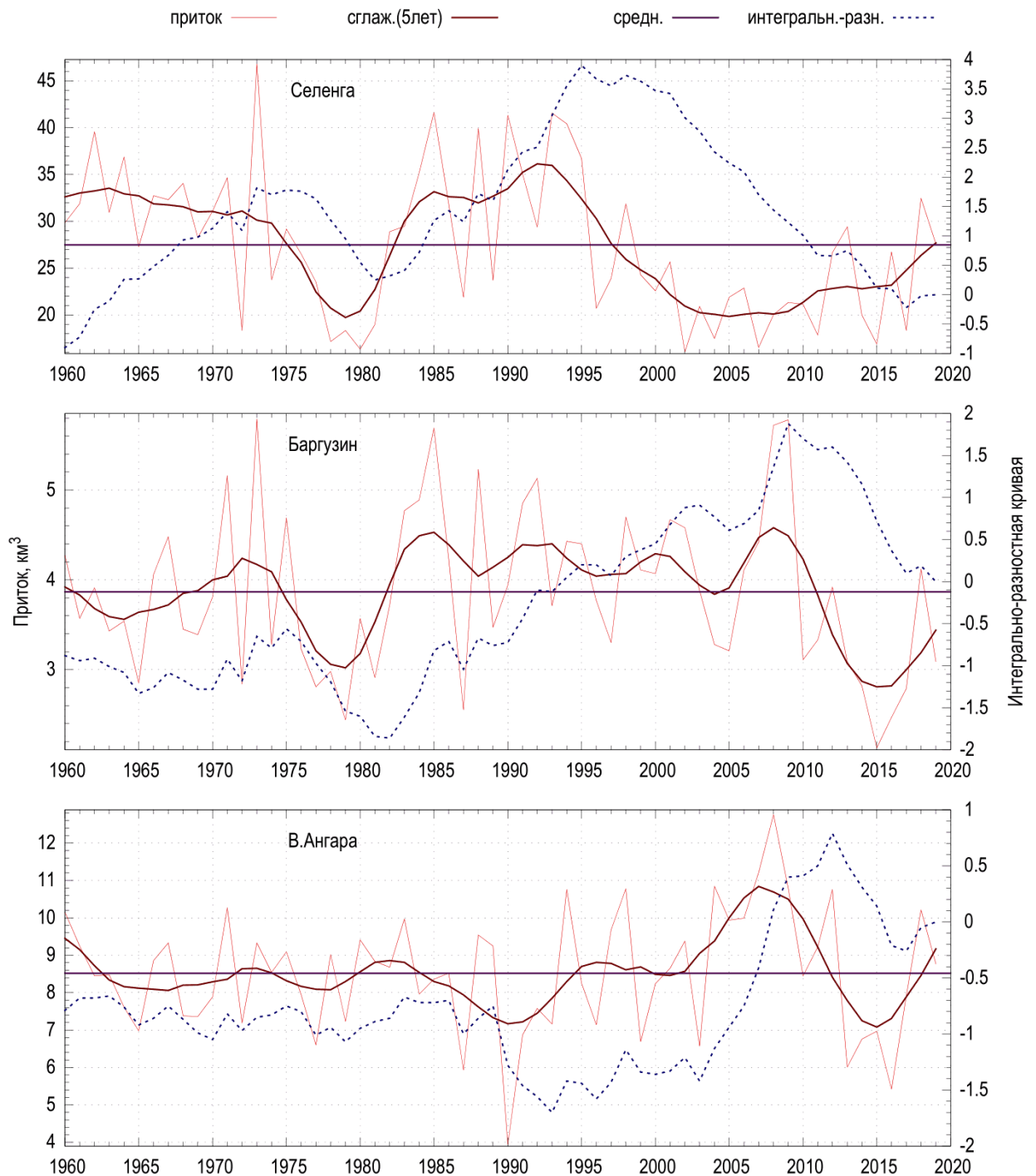


Рисунок 2.1.1 – Динамика изменения годовых объемов притоков рек Селенга, Баргузин, Верхняя Ангара

Корреляционные связи между значениями годового притока по основным рекам и суммарного годового притока за период 1960-2020 гг. приведены в таблице 2.1.3. Из таблицы видно, что коэффициенты корреляции притока по рекам с суммарной величиной притока в озеро более 0,6 характерны для всех рек, кроме Верхней Ангары, а максимальное значение коэффициента 0,88 получено для притока по р. Селенга. Отрицательная корреляция между расходами р. Селенга и р. Верхняя Ангара объясняется

противоположными колебаниями в отдельные периоды времени, например, абсолютно минимальное значение в 1990 г. на Верхней Ангаре и высокая водность на р. Селенга.

Таблица 2.1.3 – Коэффициенты корреляции между значениями годового притока по основным рекам и суммарного годового притока в оз. Байкал

N	Притоки	Притоки					
		1	2	3	4	5	6
1	В.Ангара	1
2	Баргузин	0,48	1
3	Турка	0,28	0,64	1	.	.	.
4	Селенга	-0,11	0,48	0,42	1	.	.
5	Снежная	0,36	0,50	0,37	0,59	1	.
6	Хара-Мурин	0,25	0,49	0,30	0,56	0,85	1
	Поверхностный приток	0,29	0,74	0,61	0,88	0,72	0,7

Достаточно высокие показатели корреляционных связей между значениями годового стока основных рек позволяют применять регрессионные соотношения для вычисления притока рек, на которых отсутствуют гидрологические наблюдения.

Динамика изменения суммарного годового поверхностного притока за период 1960-2020 гг. приведена на рис. 2.1.2, на котором дополнительно показаны сглаженные методом 5-летнего скользящего осреднения кривые, среднее значение за весь период наблюдения и интегрально-разностная кривая с минимальными значениями в 1981, 2017 гг. и максимальными показателями в 1995, 1998 гг. Средний объем годового притока за этот период составил 62,5 км³. Сглаженная кривая наглядно показывает наличие 2-х маловодных периодов: 1976-1981 гг. и 1997-2017 гг. и 3-х многоводных периодов: 1960-1975, 1982-1995 гг., 2018-2021 гг.

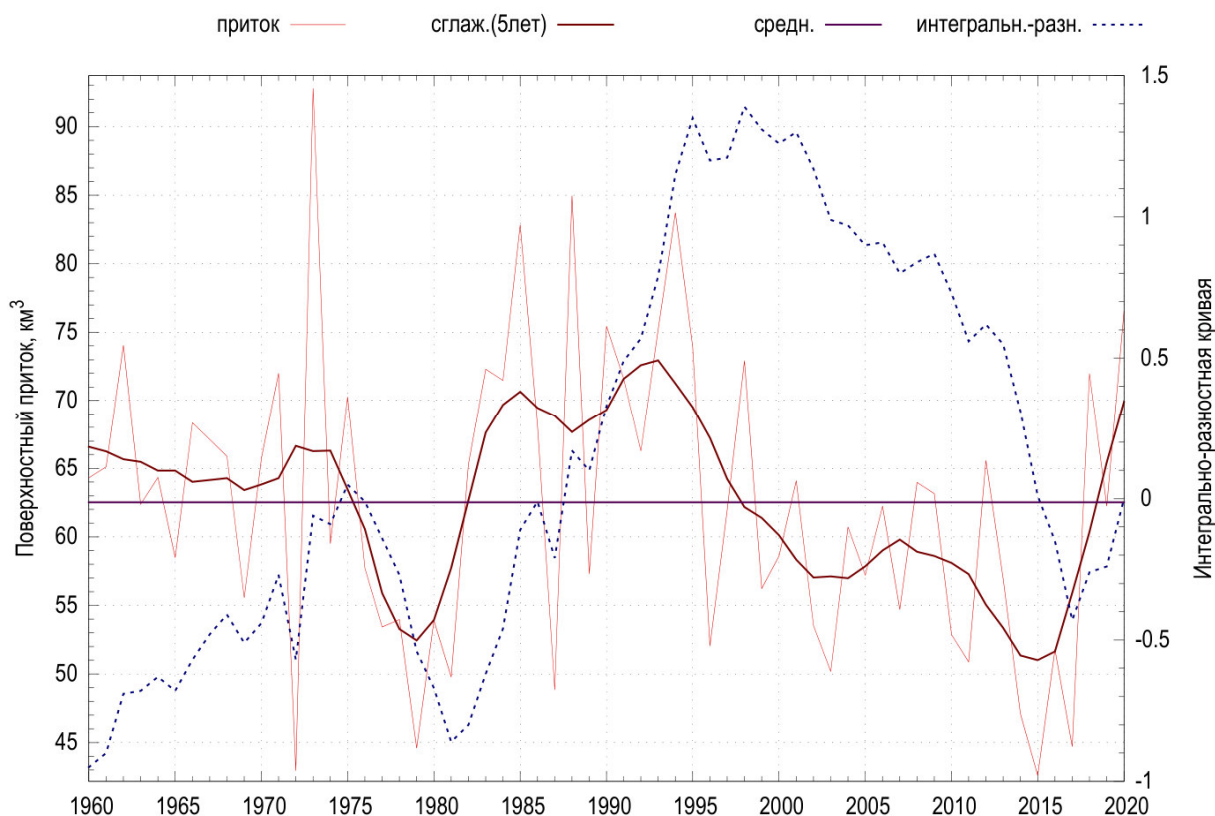


Рисунок 2.1.2 – Динамика изменения годовых объемов поверхностного притока в озеро

Доли среднего поверхностного притока по кварталам в годовом объеме составляют: 4,5, 35, 46, 14,5 % соответственно. Доля суммы второго и третьего кварталов составляет около 81 %, что показывает их преобладание в общем притоке.

Основные статистические показатели поверхностного притока по кварталам и году в целом (приведены в табл. 2.1.4) включают:

m_1 - математическое ожидание (момент первого порядка);

cv, cs – коэффициенты вариации и асимметрии;

r_1 - коэффициент автокорреляции (с максимальным значением 0,6 для первого квартала).

Значения показателей ($км^3$) приведены для обеспеченностей от 1-го до 99 %.

Таблица 2.1.4 – Статистические характеристики ($км^3$) поверхностного притока за период 1960-2020 гг.

период	m_1	cv	cs/cv	r_1	Обеспеченность, %								
					1	5	10	25	50	75	90	95	99
1кв.	2.9	0.16	5.9	0.56	4.4	3.9	3.6	3.2	2.9	2.6	2.3	2.2	2
2кв.	21.6	0.17	2.1	-0.08	31.2	28.8	26.8	23.8	21.2	18.7	16.8	15.7	13.5
3кв.	28.9	0.27	3.2	0.11	56.2	46.4	42.3	36	29.8	24.7	20.4	18.2	14.7
4кв.	9.0	0.21	5.1	0.26	15.9	13.8	12.4	10.6	9.2	8	6.9	6.4	5.6
год	62.5	0.17	2.2	0.11	94	83.9	78.7	71.2	63.1	55.1	48.9	45.6	41.2

Математическое ожидание (момент первого порядка) имеет максимальное значение для третьего квартала, что связано большим количеством летне-осенних осадков и который характеризуется значительным разбросом значений с коэффициентом вариации 0,27. Для годового и первых двух квартальных притоков коэффициент вариации меньше 0,2, что соответствует незначительной динамике изменения показателя притока (приток четвертого зависит от притока третьего квартала за счет накопления влагозапасов в летне-осенний период). Коэффициенты асимметрии имеют наибольшие значения для первого и четвертого кварталов. Коэффициент автокорреляции имеет достаточно высокое значение (0,56) только для первого квартала. Обеспеченности притока (1-99 %) фактически определяют эмпирические функции распределения притоков по кварталам и году в целом.

2.1.2.2 Анализ среднемесячных показателей поверхностного стока рек за период наблюдений в пределах административных границ Республики Бурятия, в том числе рек Селенга, Баргузин, Верхняя Ангара, Турка

Основная часть поверхностного стока рек в озеро приходится на Республику Бурятия. Ниже рассмотрены особенности формирования и внутригодового распределения речного стока на данной территории.

На основании классификации типичных гидрографов рек бассейна оз. Байкал и среднего многолетнего распределения стока по месяцам ранее в пределах Республики Бурятия было предложено 9 районов, в пределах которых произведено обобщение характеристик внутригодового распределения стока. Для пяти районов (бассейнов рек Джида, Темник, Баргузин) выявлена зависимость среднего многолетнего сезонного стока от средней высоты водосбора. В двух районах (бассейнах рек Верхняя Ангара и Хилок) подобная зависимость установлена от площади водосбора, а в бассейнах рек Уда, Темник и Итанца характеристики внутригодового распределения стока не зависят ни от средней высоты, ни от площади водосбора.

В ранее выполненных работах исследователями применялись универсальные принципы классификации и районирование внутригодового распределения стока, которые основаны на использовании типичных гидрографов и осредненного стока по месяцам. Однако здесь не учитывается специфика паводочного режима, состоящая в значительной вариации от года к году числа и сроков прохождения пиков дождевого и смешанного стока. В целом отметим, что для рек бассейна оз. Байкал характерно исключительное разнообразие гидрографов, полученных наблюдениями в одном и том же створе в разные годы. Таким образом, само понятие «характерный, типичный гидрограф» теряет смысл. Эта же специфика делает недостаточно содержательным использование осредненных

значений стока по месяцам теплого периода на малых водосборах, за исключением рек с хорошо выраженным половодьем.

Распределение стока воды за теплый и холодный периоды года на основных реках представлено в таблице 2.1.5.

Таблица 2.1.5 – Осредненные данные стока основных рек бассейна оз. Байкал по сезонам года

Характеристики реки	Площадь водосбора, км ²	Годовой сток Q, м ³ /с	Сток за теплый период (апрель-октябрь)		Сток за холодный период (ноябрь-март)	
			Q, м ³ /с	% от годового	Q, м ³ /с	% от годового
Селенга – рзд. Мостовой	440000	879	809	92,0	70	8,0
Верхняя Ангара – с. Верхняя Заимка	20600	267	234	87,6	33	12,4
Баргузин – пос. Баргузин	19800	124	107	86,3	17	13,7
Турка – с. Соболиха	5050	49,5	38,5	77,8	11	22,2

Анализ среднемесячных показателей поверхностного стока рек за весь период инструментальных наблюдений в пределах административных границ Республики Бурятия показывает, что внутригодовое распределение водного стока имеет исключительное разнообразие в теплый период года с апреля по сентябрь. Со второй половины октября водный режим рек рассматриваемой территории уходит в зимнюю межень, которая характеризуется устойчивым маловодным периодом и завершается в конце марта – начале апреля. В целом, выявлена следующая закономерность: наибольшие среднемесячные расходы воды за многолетний период на водосборах, расположенных в северной части бассейна оз. Байкал, приходится на начало лета – июнь (Верхняя Ангара, Баргузин, Турка). Это объясняется наличием в бассейнах этих рек большого снежного покрова, который при таянии практически ежегодно формирует дружное весеннее половодье с максимальными, как правило, годовыми расходами воды, особенно на р. Верхняя Ангара.

Таким образом, в бассейнах рек рассматриваемой территории наблюдается большое разнообразие в формировании водности и ее распределению внутри года. Учет этих особенностей водного режима основных притоков Байкала будет способствовать своевременному принятию управленческих решений для минимизации возможных ущербов и эффективному регулированию уровней воды в приемном водоеме.

2.1.2.3 Анализ водного стока на монгольской части водосборной территории оз. Байкал за многолетний период с целью выявления синхронности формирования высокой водности на сопредельных территориях

Анализ пространственной изменчивости водного режима рек имеет большое практическое значение. Без знания природы многолетних колебаний стока рек и их пространственной скоррелированности невозможно научное обоснование водохозяйственных систем и решение крупномасштабных водных проблем. Подобная работа имеет исключительное значение для главного притока оз. Байкал – трансграничной р. Селенга.

Как известно, 2/3 водосборной территории Селенги расположено в Монголии, на территории которой формируется около 41 % годового объема воды, поступающего со стоком данной реки в приемный водоем (по данным среднемноголетних годовых расходов воды с начала инструментальных наблюдений по 2020 г.). Так, значения этих расходов воды составляют 249 м³/с в замыкающем створе на основном русле с. Зуунбурэн, ниже которого в непосредственной близости от государственной границы впадает главный приток на территории Монголии – р. Орхон, в створе г. Сухэ-Батор $Q_{ср} = 118 \text{ м}^3/\text{с}$ (в сумме дают 367 м³/с). В нижнем расходном створе рзд. Мостовой (в 127 км от устья) на главной реке среднемноголетний годовой расход воды за весь период гидрометрических наблюдений составил 881 м³/с, и с учетом стока воды р. Итанца – с. Турунтаево (в 119 км от устья Селенги), впадающего ниже по течению (8,56 м³/с), его значение равно 890 м³/с. Ниже устья р. Итанца в Селенгу впадают около 10 малых рек с длинами от 16 до 46 км, объем стока которых незначителен и ими можно пренебречь.

По характеру водного режима р. Селенга относится к типу рек с половодьем и паводками. В целом для рек бассейна данной реки характерны глубокая и продолжительная зимняя межень, относительно невысокое весеннее или весенне-летнее половодье, серия дождевых паводков в течение летне-осеннего периода, прерываемая в отдельные годы меженью. Основная часть стока воды рек проходит в теплую часть года с мая по сентябрь. Сток зимней межени весьма незначительный; в годовом объеме он, как правило, не превышает 5-10 % на малых реках, на больших – 10-20 %. Такое неравномерное распределение стока в году определяется своеобразием развития синоптических процессов в теплый и холодный периоды года, а также широким распространением многолетней мерзлоты, препятствующей накоплению в речных бассейнах больших запасов подземных вод.

К началу теплого периода коэффициент стока на исследуемой территории очень высокий и достигает 0,8, по мере оттаивания почво-грунтов он постепенно уменьшается

до 0,2-0,3, затем снова увеличивается за счет перенасыщения влагой почвогрунтов. Основными факторами, определяющими величину максимального расхода воды и объема паводочного стока, являются интенсивность и величина слоя выпавших осадков за дождь, площадь водосбора и высота местности.

Оценка степени синхронности многолетних колебаний стока с различных водосборов бассейна р. Селенга проводилась по максимальному стоку воды. При этом преследовались три цели:

1) получить представление о пространственной скоррелированности формирования максимального стока воды;

2) определить возможности использования метода прямой гидрологической аналогии, т.е. приведение коротких рядов к более продолжительному периоду по рекам-аналогам;

3) выявить зоны синхронного максимального стока, которые определяют однородные в климатическом отношении районы, в пределах которых водность отдельного года обусловлена едиными для всего района синоптическими процессами.

При анализе синхронности прохождения максимального водного стока на территории Монголии использованы гидрологические данные по 9 створам: на главной реке – Хутаг и Зуунбурэн, на основных притоках с относительно продолжительными рядами наблюдений – Орхон, Туул, Хараа, Ероо, Эг и Дэлгэрмурэн с Идэр в верховьях Селенги.

Аналогичным образом анализ синхронности прохождения максимального стока на российской части бассейна р. Селенга проведен по данным 6 створов: на р. Селенга – Новоселенгинск и Мостовой, р. Уда – Улан-Удэ, р. Джида – Джида, р. Хилок – Хайластуй, р. Чикой – Поворот.

По данным 9 пунктов наблюдений монгольской части водосбора и 6 створов рек с российской стороны для максимального стока были рассчитаны матрицы парных коэффициентов пространственной корреляции. Путем анализа матрицы коэффициентов пространственной корреляции и карты расположения исследуемых створов выделялись группы соседних водосборов, имеющих между собой коэффициент корреляции не ниже 0,75 (в СП 33-101-2003 рекомендуется пользоваться методом прямой гидрологической аналогии для приведения параметров стока к многолетнему периоду при коэффициенте корреляции не ниже 0,70). В отдельных случаях для сохранения целостности района синхронных колебаний стока пороговое значение коэффициентов пространственной корреляции снижалось до 0,70. Таким образом, на территории всего бассейна Селенги для максимального в году стока воды выделены однородные районы (рис. 2.1.3). Это сделано

для того, чтобы иметь возможность рассмотреть синхронность формирования дождевых паводков, в том числе на сопредельной территории.



Рисунок 2.1.3 – Районы синхронного максимального водного стока

Из анализа синхронности прохождения паводковых пиков можно сделать вывод, что примерно одновременно высокая водность формируется в верховьях притоков Селенги, и они характерны для относительно небольших водосборов. Эти районы не перекрываются и представляют обособленные, отстоящие друг от друга территории.

Анализируя выделенные районы, можно заметить, что они являются ядрами (или центрами) областей синхронных колебаний водного стока в целом, т.е. областей, в пределах которых имеет место единая ежегодная синоптическая ситуация, обуславливающая выпадение стокоформирующих осадков. Кроме того, расположение районов синхронного стока приурочено к центрам физико-географических провинций, выделяемых на картах комплексного физико-географического районирования исследуемой территории. Сопоставление полученных результатов с рельефом, физико-географическим районированием территории, с картами районирования по типам питания и районирования по характеру внутригодового распределения стока показало их хорошее соответствие.

Анализ водного стока на монгольской части водосборной территории оз. Байкал за многолетний период показал, что синхронное формирование стока характерно для небольших водосборов, расположенных в горной части бассейна. Согласованное прохождение пиков паводков на обширной долинной части Селенги является событием редкой вероятности. Благодаря этому на реках рассматриваемой территории удается избегать формирования высоких паводков с последующими катастрофическими наводнениями. В отдельные годы наблюдалось синхронное формирование дождевых паводков на соседних водосборах рек, обусловленное обильными обложными дождями.

2.1.2.4 Динамика изменения осадков на поверхность озера

Динамика изменения годовых объемов осадков на поверхность озера приведена на рис. 2.1.4, на котором дополнительно показаны сглаженные методом 5-летнего скользящего осреднения кривые, среднее значение за весь период наблюдения и интегрально-разностная кривая объемов осадков с минимальным значением в 1981 г. и максимальными показателями в 2012 и 2020 гг. Средняя величина годового объема осадков составила 11,8 км³. Сглаженная кривая показывает наличие 3-х периодов с дефицитом осадков: 1960-1970, 1976-1981, 2014-2017 гг.

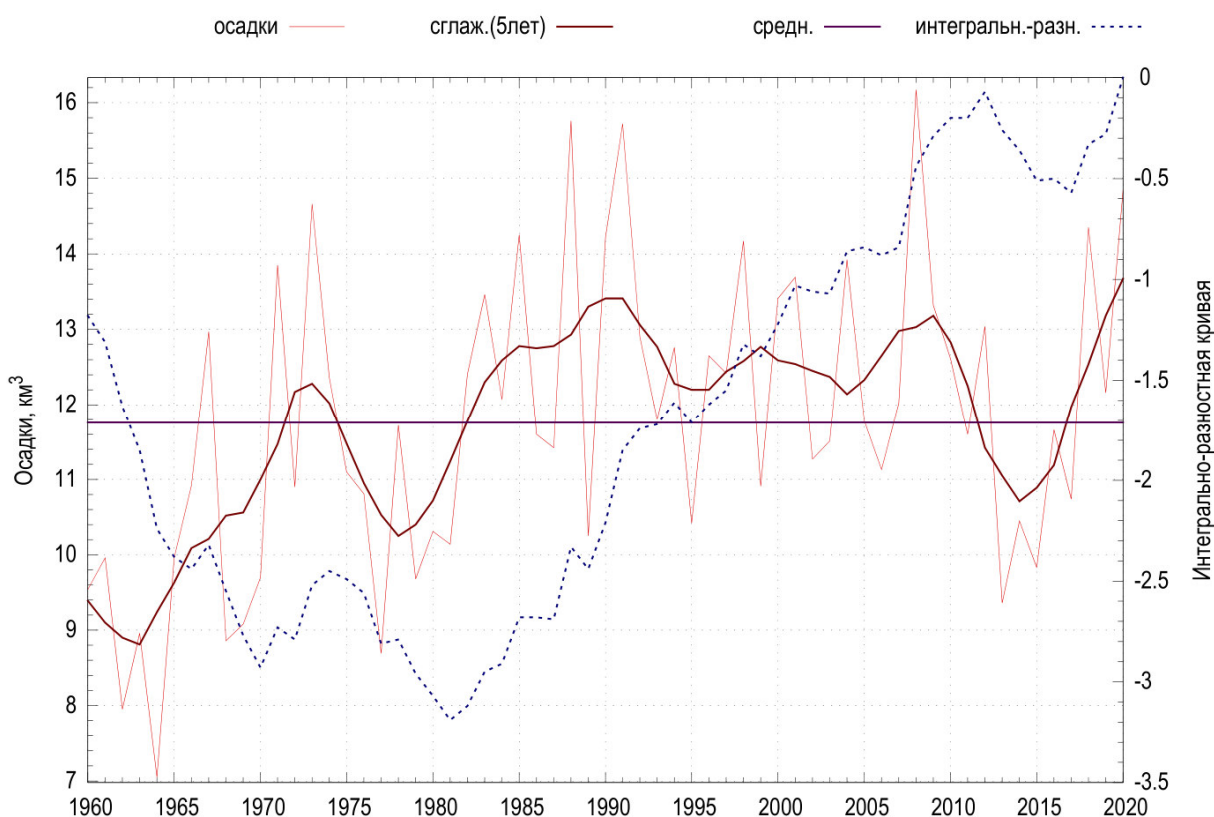


Рисунок 2.1.4 – Динамика изменения годовых объемов осадков на поверхность воды оз. Байкал

Доли средних показателей осадков по кварталам составляют: 6,5, 23,8, 50,2, 19,5 % соответственно. Доля суммы второго и третьего кварталов составляет около 74 %, что является преобладающей в суммарных осадках. Следует отметить, что при определении осадков до начала 1970-х годов поправки на смачивание и ветровой недоучет не вводились.

Основные статистические характеристики годовых и квартальных объемов осадков на поверхность озера приведены в табл. 2.1.6. Коэффициент вариации для квартальных объемов осадков имеет значения от 0,25 до 0,32 и годового 0,17.

Таблица 2.1.6 – Статистические характеристики (км^3) осадков за период 1960-2020 гг .

период	m_1	cv	cs/cv	r_1	Обеспеченность, %								
					1	5	10	25	50	75	90	95	99
1кв.	0.8	0.32	2.5	0.07	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3
2кв.	2.8	0.31	2.3	0.22	5.6	4.6	4.1	3.5	2.9	2.2	1.8	1.6	1.2
3кв.	5.8	0.25	2.9	0.04	10.1	9	8.2	6.9	5.7	4.8	4	3.7	3.3
4кв.	2.3	0.27	0.5	0.13	3.9	3.4	3.2	2.8	2.3	1.8	1.4	1.2	0.9
год	11.8	0.17	0.8	0.3	16.6	15.3	14.5	13.1	11.6	10.1	9	8.3	7.2

Математическое ожидание годового показателя осадков составляет $11,8 \text{ км}^3$, практически половина которых приходится на третий квартал. Коэффициент вариации годового показателя составляет 0,17, что соответствует небольшой изменчивости, хотя по кварталам он имеет значения от 0,25 (третий квартал) до 0,32 (первый квартал). Коэффициенты отношения cs/cv находятся в пределах 2,3-2,9 для первых трех кварталов, а для четвертого и годового показателя он менее 1. Коэффициенты автокорреляции незначительны, кроме годового показателя (0,3).

2.1.2.5 Динамика изменения объемов стока (расходов) через Иркутскую ГЭС

Динамика изменения годовых объемов стока через Иркутскую ГЭС приведена на рис. 2.1.5 со средним значением $57,6 \text{ км}^3$. Минимальные годовые значения стока объемом около 41 км^3 наблюдались в 1982 и 2015-2017 гг. Максимальные объемы (около 78 км^3) зафиксированы в 1985 и в 1995 гг.

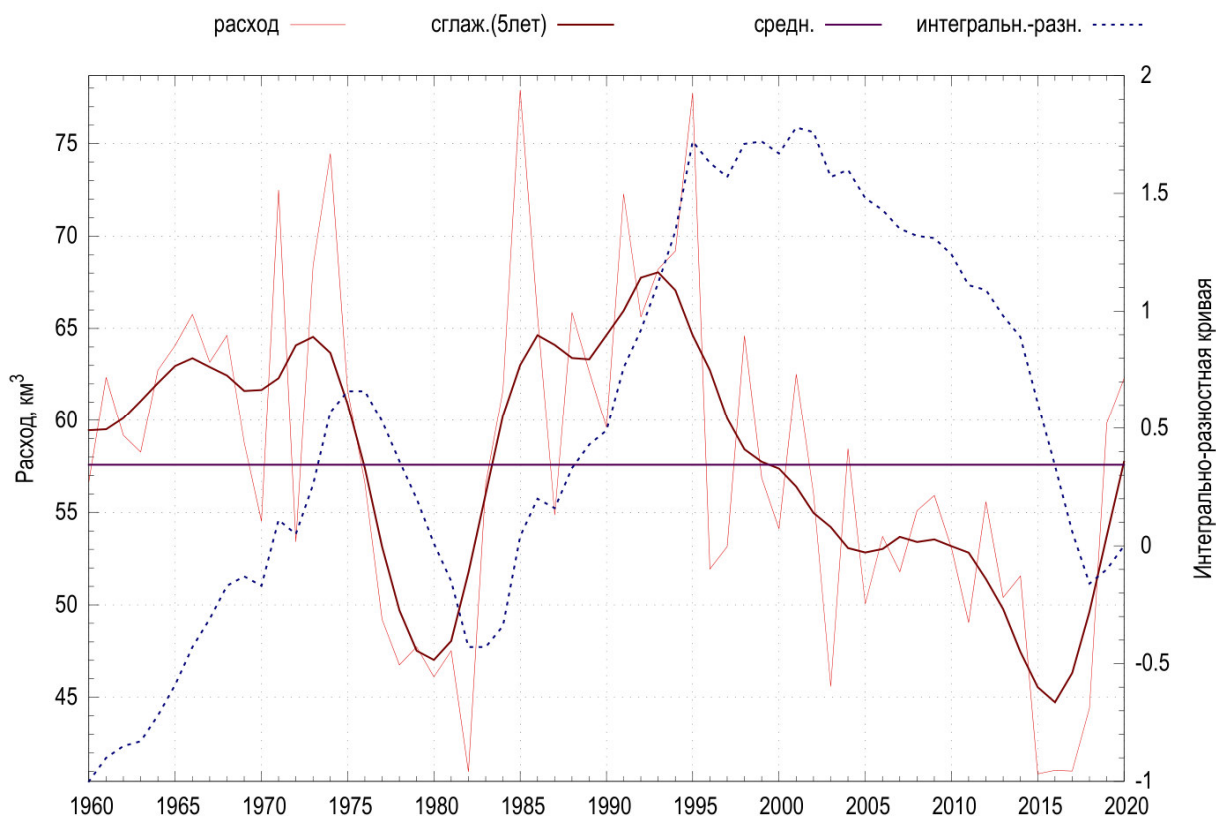


Рисунок 2.1.5 – Динамика изменения годовых объемов стока (расходов) Иркутской ГЭС

Доли среднего расхода по кварталам составляют: 23,8, 23,5, 25,7, 27 % соответственно. Отличия средних расходов по кварталам незначительные (максимум 3,5% между вторым и четвертым кварталами).

Основные статистические показатели расхода ИГЭС по кварталам и году в целом приведены в табл. 2.1.7. Коэффициент вариации для квартальных показателей имеет значение около 0,2. Отношение cs/cv имеет максимальное значение 5,1 для третьего квартала. Коэффициент автокорреляции имеет максимальное значение 0,54 для годовых показателей стока.

Таблица 2.1.7 – Статистические характеристики (км^3) объемов стока через Иркутскую ГЭС за период 1960-2020 гг.

период	m_1	Cv	cs/cv	r_1	Обеспеченность, %								
					1	5	10	25	50	75	90	95	99
1кв.	13.8	0.18	2.7	0.25	20.5	18.8	17.6	15.3	13.8	12.1	10.7	10	9.2
2кв.	13.6	0.16	3.9	0.29	20.2	18	16.9	15.3	13.6	12.2	11.1	10.5	9.6
3кв.	14.7	0.24	5.1	0.02	26.4	23	20.8	17.5	14.7	12.5	11.2	10.6	9.7
4кв.	15.4	0.24	1.6	0.36	23.6	22	20.9	18.5	15.1	12.4	11	10.4	9.7
год	57.6	0.16	1.2	0.54	79.4	73.6	69.6	63.7	57.1	50.8	45.3	42.6	39.5

Наибольшее значение математического ожидания соответствует четвертому кварталу ($15,4\text{ км}^3$). Коэффициент вариации находится в пределах 0,16-0,24, что соответствует небольшой изменчивости.

2.1.2.6 Динамика изменения испарения с поверхности озера

Динамика изменения годовых объемов испарения с поверхности озера приведена на рис. 2.1.6 со средним многолетним значением $14,3\text{ км}^3$. Максимальный объем испарения составил $19,4\text{ км}^3$ в 1996 г.

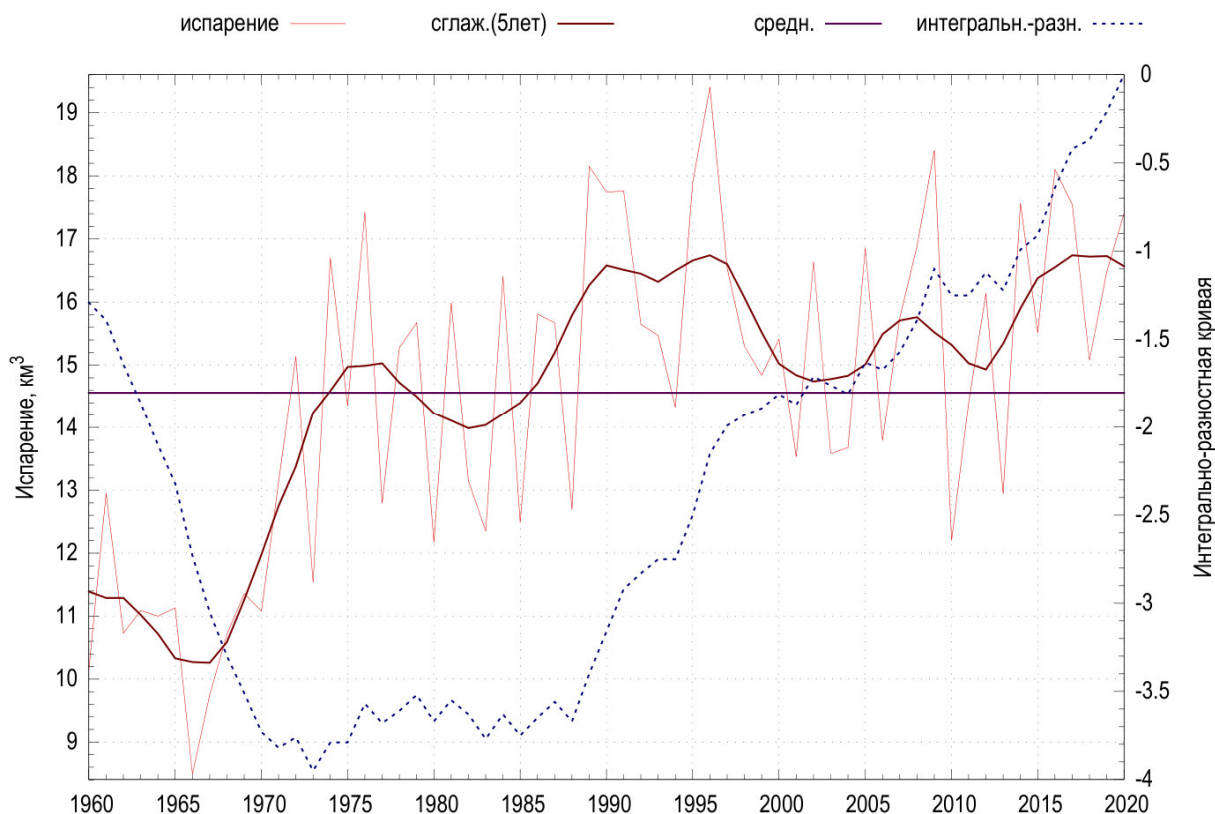


Рисунок 2.1.6 – Динамика изменения годовых объемов испарения с поверхности воды оз. Байкал

Методика расчета испарения до начала 1970-х годов отличалась по сравнению с более поздним периодом.

Доли средних показателей испарения по кварталам составляют: 5, 10,2, 21,6, 63,3 % соответственно. Четвертый квартал является определяющим по испарению, что связано с интенсивным охлаждением поверхностного слоя воды перед установлением ледового покрова.

Основные статистические характеристики годовых и квартальных объемов испарения с поверхности воды озера приведены в табл. 2.1.8.

Таблица 2.1.8 - Статистические характеристики (км³) испарения за период 1960-2020 гг.

период	m ₁	cv	cs/cv	r ₁	Обеспеченность, %								
					1	5	10	25	50	75	90	95	99
1кв.	0.8	0.81	1.3	0.2	2.5	2.1	1.9	1.3	0.7	0.4	0.2	0.1	0
2кв.	1.5	0.23	-1.3	-0.03	2.2	2	1.9	1.7	1.4	1.2	0.9	0.8	0.5
3кв.	3.2	0.42	0.5	0.46	6.1	5.5	5	4.3	3.1	2.1	1.4	1.1	0.7
4кв.	9.1	0.13	-1.8	0.46	11.4	10.9	10.6	9.9	9.1	8.2	7.3	6.9	6.2
год	14.6	0.18	-1.1	0.46	19.5	18.3	17.6	16.3	14.5	12.3	10.6	9.8	8.5

Математическое ожидание имеет максимальное значение для четвертого квартала (9,1 км³), а для годового показателя – 14,6 км³. Наименьшее значение соответствует первому кварталу (0,8 км³), которому соответствует наибольшее значение коэффициента вариации. Для годового показателя коэффициент вариации имеет небольшое значение (0,18). Отношение коэффициента cs/cv имеет отрицательные значения для второго, четвертого кварталов и года в целом, что определяет смещение левой части функции распределения.

Коэффициенты автокорреляции имеют значимые величины для третьего, четвертого кварталов и года в целом.

2.1.2.7 Динамика изменения полезного притока

Динамика изменения годовых объемов полезного притока для варианта расчета (полезный-1) приведена на рис. 2.1.7 со средним многолетним показателем 59,7 км³. График отчетливо показывает 2 маловодных периода: 1976-1981, 1996-2017 гг. (с экстремальным 2014-2017 гг.). Многоводные периоды соответствуют 1960-1975, 1982-1995, 2018-2020 гг. Интегрально-разностная кривая имеет 2 ветви спада с минимума 1981, 2017 гг. и 3 ветви подъема с максимумами 1975, 1995. Последняя ветвь еще не завершена.

Статистические показатели полезного притока, рассчитанного двумя способами, приведены в табл. 2.1.9, 2.1.10. Характеристики полезного притока должны быть уточнены после проведения процедур уменьшения погрешности и определения составляющих водного баланса.

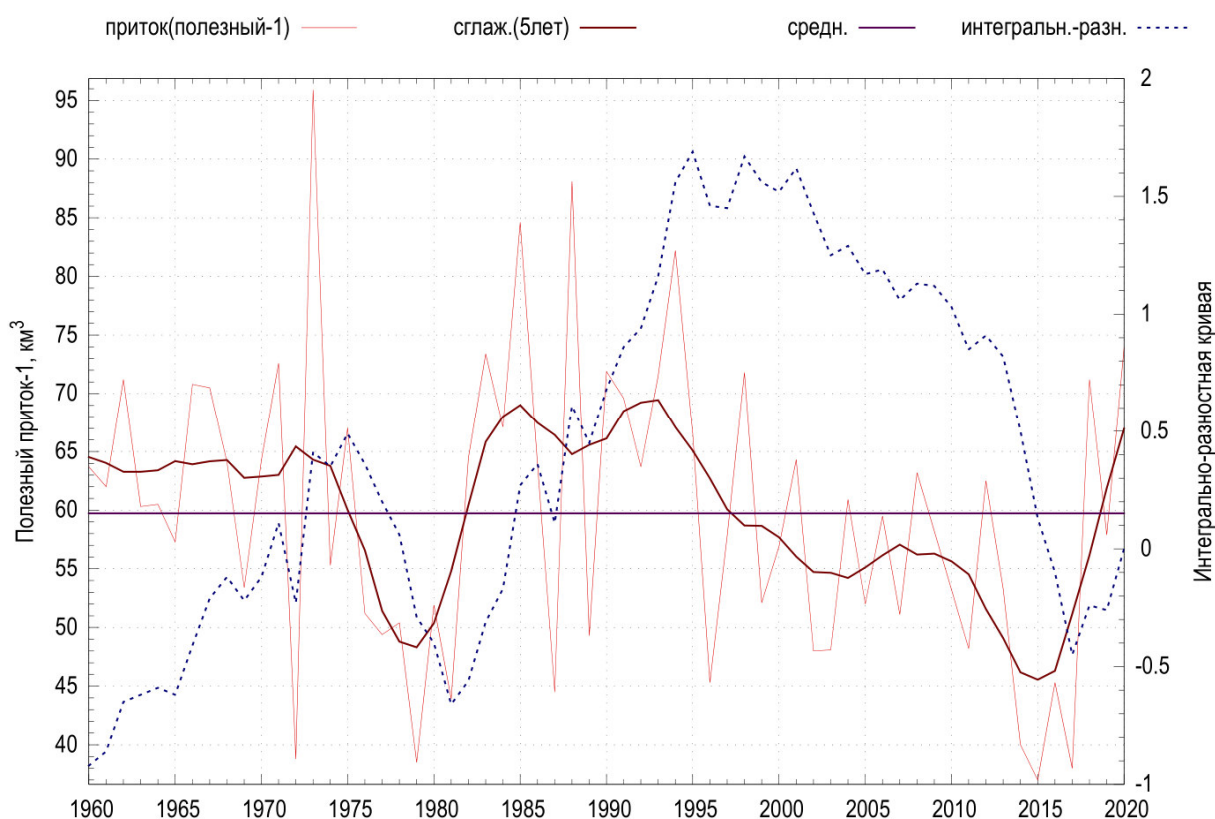


Рисунок 2.1.7 – Динамика изменения годовых объемов полезного притока («полезный-1»)

Таблица 2.1.9 – Статистические характеристики (км^3) полезного притока («полезный-1») за период 1960-2020 гг.

период	m_1	cv	cs/cv	r_1	Обеспеченность, %								
					1	5	10	25	50	75	90	95	99
1кв.	2.9	0.19	-2.1	0.1	4	3.7	3.5	3.2	2.8	2.5	2	1.7	1.2
2кв.	23	0.18	0.8	-0.08	33.8	30.6	28.5	25.7	22.8	19.7	17.4	16	13
3кв.	31.5	0.3	2.9	0.08	65.1	52.6	47.6	40.3	32.7	26.4	21.3	18.5	13.8
4кв.	3.9	0.6	0.9	0.27	9.3	6.9	5.6	4	2.4	0.7	-0.7	-1.3	-2
ГОД	59.7	0.21	1.9	0.05	97.6	84.8	77.9	69.6	60.7	51.3	43.9	40.1	35

Таблица 2.1.10 – Статистические характеристики (км^3) полезного притока («полезный-2») за период 1960-2020 гг.

период	m_1	cv	cs/cv	r_1	Обеспеченность, %								
					1	5	10	25	50	75	90	95	99
1кв.	2.8	0.23	-0.6	0.04	4.1	3.8	3.6	3.2	2.7	2.3	1.8	1.6	1.2
2кв.	22.6	0.16	1.5	-0.13	31.7	28.9	27.4	25	22.2	19.7	17.8	16.6	14.4
3кв.	30	0.29	2.6	0.11	58.5	47.4	43.2	36.9	30	24.3	19.6	17	13.4
4кв.	4.1	0.56	0.8	0.32	8	6.7	5.8	4.4	2.2	0.7	-0.2	-0.8	-1.5
ГОД	58.1	0.2	1.7	0.12	91.8	79.9	73.9	66.4	58.2	49	42.2	38.7	33.9

Математические ожидания для первого типа полезного притока немного выше по сравнению со вторым типом, кроме четвертого квартала. Для годового показателя разность составляет $1,6\text{км}^3$. Коэффициенты вариации для годовых показателей составляют

0,21, 0,20 соответственно, а максимальные значения соответствуют четвертому кварталу со значениями 0,6 и 0,56. Отрицательное значение имеет отношение коэффициентов cs/cv для первого квартала, что связано с изменчивостью установления ледового покрытия на озере. Коэффициенты автокорреляции незначительны, кроме четвертого квартала (0,32).

В Приложении В.1 представлены таблицы с показателями поверхностного притока, осадками на поверхность, испарением с поверхности и полезным притоком в оз. Байкал, в Приложении В.2 – расходы через Иркутскую ГЭС, в Приложении В.3 – уровни оз. Байкал. Динамика изменений составляющих водного баланса по кварталам приведена на графиках в Приложениях В.4–В.7, на которых видны маловодные и многоводные периоды.

В целом приведенные выше графики и таблицы показывают значительные колебания всех составляющих водного баланса с продолжительными циклическими их изменениями. Проблемой остается точность их определения, особенно полезного притока.

2.2 Оценка изменения основных параметров естественных составляющих водного баланса озера Байкал в условиях современных климатических изменений и антропогенного воздействия

2.2.1 Климатические изменения в бассейне водосбора озера

Период 1996-2020 гг. характеризуется значительными изменениями основных метеорологических характеристик в бассейне водосбора озера по сравнению с периодом 1956-1995 гг. Водосборный бассейн оз. Байкал условно разделен на 2 части: бассейн р. Селенга и бассейн остальных впадающих в него рек.

На рис. 2.2.1 показано пространственное распределение изменения среднегодовых температур и годового слоя осадков в период после 1996 г. по сравнению с предыдущим периодом на основе обработки среднесуточных данных реанализа NCEP/NOAA [24, 25]. Среднегодовые показатели температуры воздуха увеличились на 1-2°C в большей части бассейна, кроме южных районов бассейна р. Селенга. Годовые значения слоя осадков после 1996 г. по сравнению с предыдущим периодом уменьшились по всей территории бассейна озера на 30-60 мм в год.

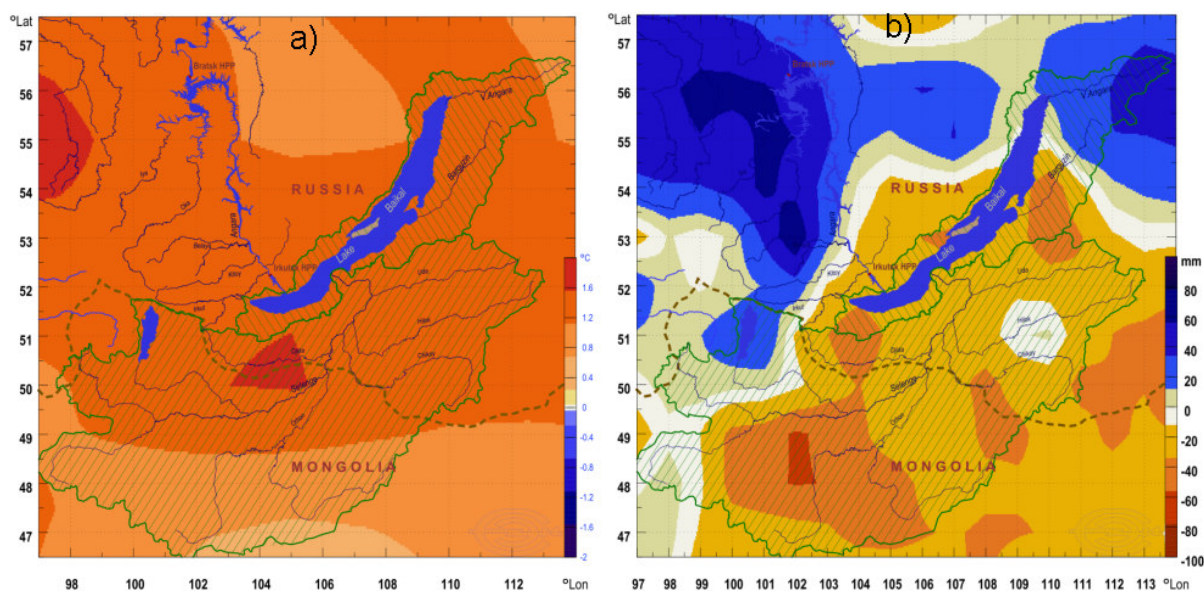


Рисунок 2.2.1 – Изменение среднегодовой температуры воздуха, °С (а) и годового слоя осадков, мм (б) в период 1996-2020 гг. по сравнению с периодом 1960-1995 гг.

Изменение среднегодовых значений атмосферного давления увеличивается по направлению к югу от 1 до 3 гпа.

2.2.2 Сравнение средних значений составляющих водного баланса между периодами 1960-1995 и 1996-2020 гг.

Анализ изменения показателей составляющих водного баланса произведен для периодов функционирования Иркутской ГЭС до и после 1995 года.

Учитывая ограниченность последней выборки (25 лет), оценка однородности составляющих водных балансов оз. Байкал была выполнена для двух периодов: I (1971-1995 гг.) и II (1996-2020 гг.). Периоды выбраны одинаковой длины при максимальном учете данных последнего времени, когда начались заметные изменения гидрологических характеристик. Оценка однородности рядов составляющих водного баланса выполнена в соответствии с критериями Стьюдента, Фишера, Манна-Уитни при уровне статистической значимости 0.05 (95%). С помощью критериев Стьюдента и Манна-Уитни определялись нарушения однородности по средним значениям исследуемых выборок. Непараметрический критерий Манна-Уитни не накладывает ограничения на применимость использования (по коротким выборкам одинаковой длины 25 элементов) в отличие от параметрических критериев Стьюдента и Фишера (используемого для сравнения дисперсий исследуемых выборок).

Кроме составляющих водного баланса (поверхностный приток, расход ИГЭС, осадки и испарение с поверхности озера), анализ выполнен для рядов полезного притока, определенного двумя способами.

На рис. 2.2.2 представлены графики внутригодового распределения составляющих водного баланса для водохозяйственного года (с мая по апрель следующего) за периоды 1960-1995 гг. и 1996-2020 гг.

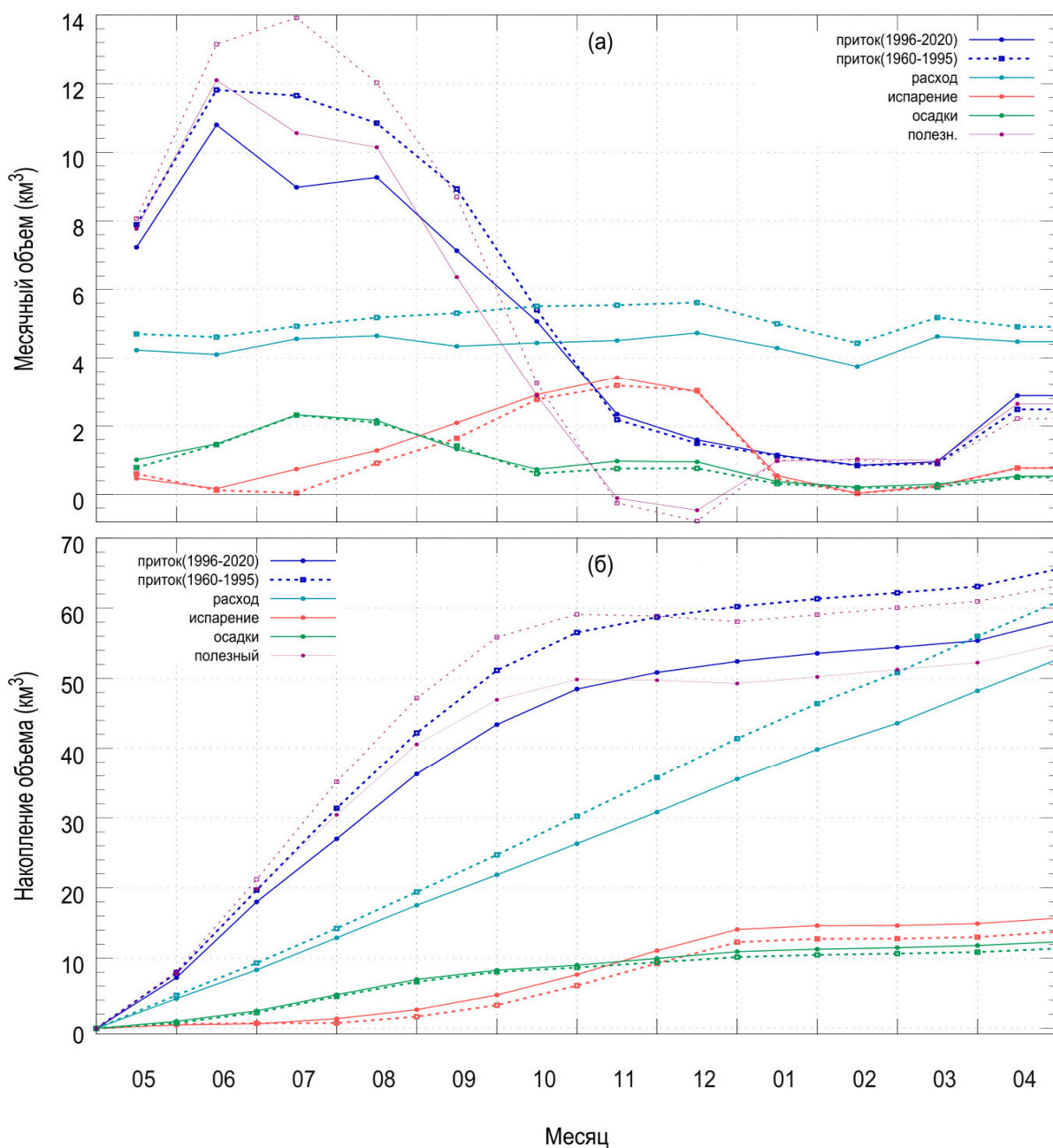


Рисунок 2.2.2 – Изменение балансов для периода 1996-2020гг. (сплошные линии) по сравнению с периодом 1960-1995гг. (пунктирные линии):

- (а) Внутригодовое распределение составляющих водного баланса (для водохозяйственного года с мая по апрель за период 1960-1995 гг. и 1996-2020 гг.)
- (б) Интегральные кривые составляющих водного баланса (для водохозяйственного года с мая по апрель следующего) за период 1960-1995 гг. и 1996-2020 гг.

В табл. 2.2.1 даны статистические характеристики годовых значений составляющих водного баланса за два периода. Нарушение однородности отмечается для рядов поверхностного притока, стока через Иркутской ГЭС, полезного притока-1 и полезного притока-2 по всем критериям.

Ряды осадков и испарения по всем критериям однородны. Таким образом, климатические изменения, произошедшие в последние 25 лет в Байкальском регионе, такие как повышение температуры воздуха, не повлияли на статистическую однородность рядов испарения и осадков.

Таблица 2.2.1 – Сравнение статистических годовых показателей (км³) составляющих водного баланса между выборками I (1971-1995 гг.) и II (1996-2020 гг.)

показатель	Приток		Сток через ИГЭС		Полезный-1		Полезный-2		Осадки		Испарение	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
m ₁	65.93	58.19	60.9	52.8	63.03	54.79	61.04	52.9	12.13	12.4	15	15.8
C _v	0.2	0.15	0.18	0.13	0.25	0.18	0.24	0.17	0.16	0.13	0.14	0.12
C _s /C _v	0.67	2.25	-0.2	-1	1.21	1.04	1.21	-0.33	2.56	2.8	0.2	0.54
r ₁	-0.03	0.16	0.57	0.42	-0.13	0.13	-0.07	0.14	0.07	0.08	-0.2	-0.1
Обеспеченность, %	Значение, км ³											
1	99.8	81.5	84.9	68.6	105.9	80.1	100.4	74	17	17.2	19.5	20.4
5	90.5	75	79.1	64.5	94.5	73.5	90	68.3	15.7	15.8	18.4	19.1
10	85.1	70.9	75.7	61.9	87.6	69.3	83.7	65	14.9	15	17.8	18.4
25	76	64.2	69.3	57.5	75.6	61.9	73.2	59.2	13.4	13.7	16.6	17.1
50	65.7	57.5	61.2	53	63.3	54.3	61.9	52.7	11.8	12.3	15.1	15.7
75	54.9	51.2	52	48.3	51.4	47	50.4	46	10.5	11.1	13.3	14.2
90	47.1	46.2	45.3	43.6	42.9	41.1	42.3	39.9	9.5	10.1	12.1	13
95	43.8	43.7	42.4	41.5	39.2	38.2	39	36.6	9	9.6	11.6	12.5
99	40.2	41	39.2	39.6	35.3	35.2	35.6	32.7	8.3	8.9	11.2	11.9
Критерии	Нарушение однородности (+) с уровнем статистической значимости 0.05											
Стьюдента	+		+		+		+		-		-	
Фишера	+		+		+		+		-		-	
Манна-Уитни	+		+		+		+		-		-	

Как известно, режим работы Иркутской ГЭС [26–28] оценивается по 4-м кварталам, имеющим различные режимы работы, как по выработке электроэнергии, связанные с накоплением гидро-энергоресурсов в весенне-летний период, так и по их расходованию в осенне-зимний период. Ниже дана оценка упомянутой статистики по кварталам.

За первый квартал (1-3 месяца) между двумя представленными выборками нарушение однородности отмечается только для расходов ГЭС, причем по всем критериям. Выше уже упоминалось, что в период маловодья 2014-2017 гг. расходы Иркутской ГЭС не превышали 1300 м³/с непрерывно в течение 36 месяцев подряд, что не могло не сказаться на однородности двух сравниваемых рядов выборки. Нарушение однородности по всем критериям отмечается также для атмосферных осадков, которые,

как известно, для Байкальского региона в этот период были незначительными (15-20%), выпадают в виде снега и очень сильно зависят от преобладающего направления ветра зимой в горах.

В Приложении В.8 приведены сравнения статистических показателей для каждого квартала между периодами I (1971-1995 гг.) и II (1996-2020 гг.) в виде таблиц, а также графики изменения осредненных показателей составляющих водного баланса для маловодных (2014-2017 гг., 1976-1981 гг.) и многоводных периодов (2018-2020 гг., 1990-1995 гг.)

В целом отмеченные выборки по рассматриваемым периодам имеют значительные отличия по годовым и квартальным показателям.

2.2.3 Сравнение показателей балансов для маловодных периодов

Графики средних месячных значений составляющих водного баланса (рис. 2.2.3) за 1960-2020 гг. и маловодный период 2014-2017 гг. (а), а также разностных интегральных кривых (б) показывают значительное уменьшение поверхностного притока и расхода за 1996-2020 гг. по сравнению со средними показателями. Осадки на поверхность озера незначительно уменьшились, а испарение с июня по ноябрь увеличилось, что во многом определило продолжительный маловодный период.

Сравнение 2-х близких по экстремальности маловодных периодов 2014-2017 гг. и 1978-1981 гг. показывает меньшие объемы поверхностного притока и стока (расхода) ГЭС и большую величину испарения (кроме декабря) в период 2014-2017 гг. Среднемесячные объемы осадков на поверхность озера за сравниваемые периоды – практически одинаковы. Суммарный средний расход и поверхностный приток за водохозяйственный год в период 2014-2017 гг. примерно на 5 км^3 меньше, а испарение на 3 км^3 больше, чем в маловодный период 1988-1991 гг.

Основными факторами, определившими изменения составляющих водного баланса в современный период, являются региональные климатические изменения в бассейне озера, которые проявились в уменьшении поверхностного притока в озеро и увеличении испарения в предзимний период.

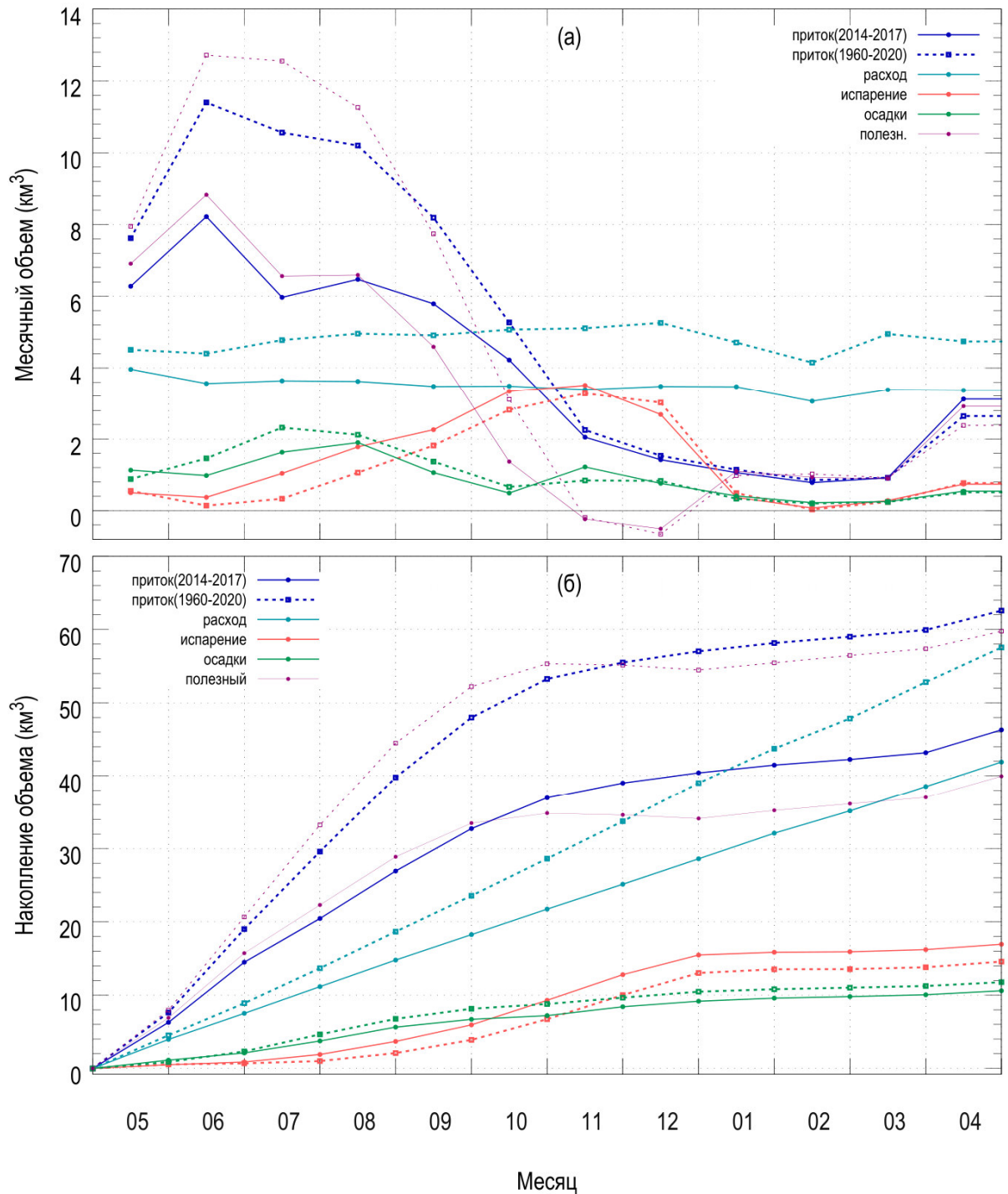


Рисунок 2.2.3 – Графики внутригодичного распределения составляющих водного баланса за период 2014-2017 гг. (сплошные линии) и 1960-2020 гг. (пунктирные линии):
 (а) Внутригодичное распределение составляющих водного баланса (для водохозяйственного года с мая по апрель за период 1960-1995 гг. и 1996-2020 гг.);
 (б) Интегральные кривые составляющих водного баланса (для водохозяйственного года с мая по апрель следующего) за период 1960-1995 гг. и 1996-2020 гг.

2.3 Анализ действующей методики мониторинга уровня озера Байкал

2.3.1 Характеристика сети наблюдений за уровнем и методика расчета среднего уровня озера

В настоящее время на оз. Байкал действуют 19 гидрологических постов Иркутского УГМС и 2 поста Забайкальского УГМС, один из которых законсервирован (рис. 2.3.1, табл. 2.3.1). Наблюдения за уровнем проводятся на 17 постах.

В план работы этих постов входят наблюдения за: 1) уровнем воды; 2) температурой поверхности воды в прибрежной зоне; 3) ледовыми явлениями в переходные периоды; 4) толщиной льда, высотой и плотностью снега на льду в зимний период. На постах с. Сухая, д. Сарма и р.п. Усть-Баргузин проводятся наблюдения только за температурой поверхности воды, ледовыми явлениями, состоянием водного объекта.

Устройство измерения уровня 14-ти постов свайное, 2-х постов – речечно-свайное. На посту Култук установлен самописец «Валдай», действующий круглогодично, на посту Песчаная Бухта также установлен самописец «Валдай», на котором проводятся только сезонные наблюдения за уровнем.

Гидрологические посты достаточно равномерно расположены по периметру озера (рис. 2.3.1). На карте отмечены гидрологические посты, по которым рассчитывается средний уровень по всему оз. Байкал, а также 4 автоматические станции ЛИН СО РАН. По оценкам специалистов ГГИ, выполненным в конце 1970-х годов в целях оптимизации озерной сети, количество постов на оз. Байкал достаточно для достоверного расчета его среднего уровня для различных целей.

Количество постов измерения уровня на оз. Байкал за рассматриваемый период менялось от 13-ти постов в начале 1960-х годов до 18-ти в 1980-х – начале 1990-х годов.

Увязка нулей графика постов на озере была выполнена в 1967 г. До 1967 г. включительно в опубликованных кадастровых изданиях нули постов в абсолютной (абс.) высотной системе заметно различались. С 1968 г. всем постам на озере назначены отметки нулей графика 453.27 м абс. В публикуемых материалах наблюдений, подготавливаемых Иркутским УГМС, отметка нуля постов до 2008 г. в таблицах ЕДС указана как 453,27 м абс. С 2009 г. ежегодные данные подготавливаются автоматизировано программой «ГВК-Озера», в которой отметка нуля графика постов на Байкале, в соответствии с РД 52.08.712-2008, указана как 453,27 м БС – Балтийская.

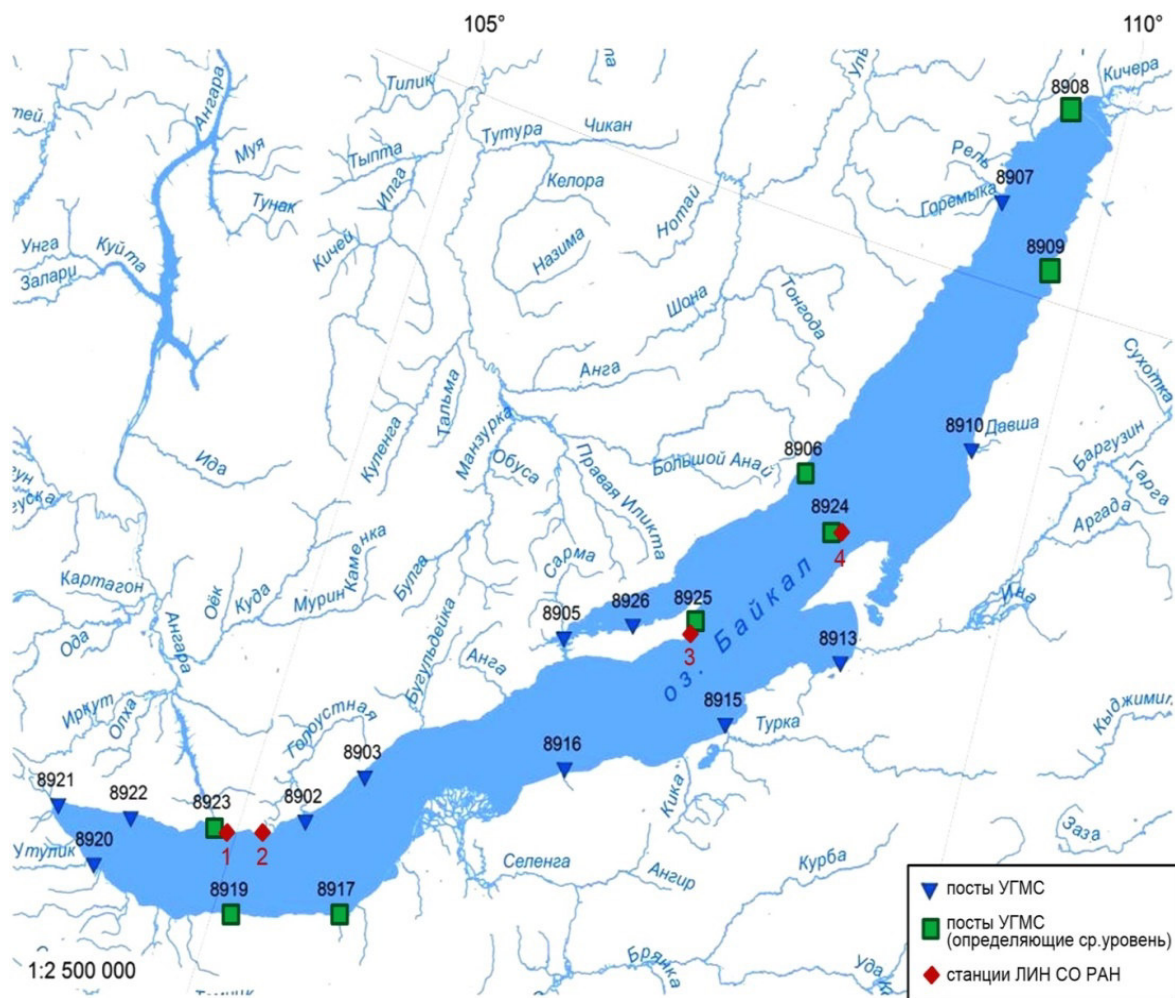


Рисунок 2.3.1 – Схема гидропостов наблюдений уровневого режима озера УГМС с выделением постов, по которым рассчитывается средний уровень

Таблица 2.3.1 – Список гидропостов на озере Байкал по состоянию на 2021 г.

Код поста	Название водоема - название поста	Координаты поста		Год открытия	Примечание
		с.ш.	в.д.		
8902	оз. Байкал - пос. Большое Голоустное	52,02	105,25	1940	Иркутское УГМС
8903	оз. Байкал - Песчаная бухта	52,17	105,42	1931	
8905	оз. Байкал - д. Сарма	53,06	106,50	1963	
8906	оз. Байкал - гм. ст. Солнечная	54,02	108,16	1951	
8907	оз. Байкал - с. Байкальское	55,20	109,11	1958	
8908	оз. Байкал - р. п. Нижнеангарск	55,47	109,33	1935	
8909	оз. Байкал - гм. ст. Томпа	55,07	109,45	1948	
8910	оз. Байкал - пос. Давша	54,20	109,32	1963	
8913	оз. Байкал - с. Турка	52,57	108,17	1976	Забайкальское УГМС. Пост не работал с 2006 по 2014 гг.
8915	оз. Байкал - р. п. Усть-Баргузин	53,25	109,01	1978	Забайкальское УГМС. Пост не работал с 2006 по 2016 гг. и с 2018 г.

Код поста	Название водоема - название поста	Координаты поста		Год открытия	Примечание
		с.ш.	в.д.		
8916	оз. Байкал - с. Сухая	52,34	107,08	1965	Иркутское УГМС
8917	оз. Байкал - г. Бабушкин	51,43	105,51	1931	
8919	оз. Байкал - пгт Танхой	51,34	105,07	1940	
8920	оз. Байкал - г. Байкальск	51,39	104,08	1965	
8921	оз. Байкал - р. п. Култук	51,43	103,42	1963	
8922	оз. Байкал - с. Маритуй	51,47	104,14	1932	
8923	оз. Байкал - р. п. Байкал	51,52	104,49	1922	
8924	оз. Байкал - о. Большой Ушканий	53,51	108,35	1951	
8925	оз. Байкал - гм. ст. Узур	53,19	107,44	1952	
8926	оз. Байкал - р. п. Хужир	53,12	107,20	1964	

Основными методическими документами, регулирующими размещение пунктов наблюдений за уровнем, проведение увязки нулей постов методом водной нивелировки (приведение к единому нулю поста), расчет среднего уровня водоемов являются «Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 7, часть 1» и «Руководство по обработке и подготовке к печати материалов наблюдений на озерах и водохранилищах» [1–7].

Согласно Наставлению, пункты наблюдений размещаются таким образом, чтобы удовлетворять требованиям государственного учета вод по количественным и качественным показателям. Пункты наблюдений за уровнем должны удовлетворять, в первую очередь, требованиям получения надежного среднего уровня за различные (вплоть до суточного) интервала времени, изменение которого отражает изменение запасов воды в водоеме. При размещении пунктов наблюдений за уровнем на больших по площади водоемах предварительно выделяют участки, наименее подверженные перекосам уровня. Для этого находят положение осей равновесия на основании расчета сгонно-нагонных денивиляций. Рекомендации по таким расчетам приведены в Наставлении. Пункты наблюдений располагаются на противоположных берегах в местах пресечения осей равновесия, определенных для господствующих ветров, с линией берега.

Для оз. Байкал средний уровень озера вычисляется как средневзвешенный с учетом разделения его акватории на три участка и площадей, тяготеющих к постам в пределах выделенных участков.

В соответствии с Пояснениями к таблицам водного баланса озера, публикуемым в ежегодных справочниках [29, 30], расчет среднего уровня озера на 1-е число месяца, необходимый для оценки объема аккумуляции / сброски воды за месячный период

времени при составлении водного баланса, до 1996 г. включительно выполнялся по данным наблюдений на 9 постах по формуле:

$$H_{\text{ср.взв.}} = 0,1[2(H_1+H_2+H_3) + H_4+H_5+H_6+ 0,33(H_7+H_8+H_9)] , \quad (1)$$

где $H_{\text{ср.взв.}}$ – осредненный за 10 суток (± 5 сут.) уровень воды на 1-е число месяца на постах: 1 – Нижнеангарск, 2 – Томпа, 3 – Узур, 4 – Солнечная, 5 – о. Большой Ушканий, 6 – Нижнее изголовье, 7 – р.п. Байкал, 8 – Бабушкин, 9 – Танхой.

Начиная с 1997 г., расчет выполняется по данным наблюдений на 8 постах по формуле:

$$H_{\text{ср.взв.}} = 0,1[2(H_1+H_2)+2,5H_3 + H_4+1,5H_5+ 0,33(H_6+H_7+H_8)], \quad (2)$$

где $H_{\text{ср.взв.}}$ – осредненный за 10 суток (± 5 сут.) уровень воды на 1-е число месяца на постах: 1 – Нижнеангарск, 2 – Томпа, 3 – Узур, 4 – Солнечная, 5 – о.Большой Ушканий, 6 – р.п.Байкал, 7 – Бабушкин, 8 – Танхой.

Информация о среднемесячных значениях среднего уровня оз. Байкал и среднего уровня озера на 1-е число месяца с 1981 г. опубликована в Гидрологических ежегодниках, с 1960 по 1980 г. – в изданиях ГВК «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод», «Материалы наблюдений на озерах и водохранилищах» [4, 29, 30].

Методика расчета среднего уровня для расчета аккумуляции воды при составлении водных балансов озера изменялась от простого осреднения до выведения формулы расчета и ее уточнения. В настоящее время отсутствует достоверная информация об авторах и времени создания методики расчета месячного и годового водного баланса озера, которая уже несколько десятилетий используется в практике Иркутского УГМС. По сведениям, полученным в Байкальском ЦГМС, методика расчета водного баланса оз. Байкал внедрена в практику в 1956 г., а формула расчета среднего уровня озера предложена Б.С.Цейтлиным по результатам специальных исследований института «Гидроэнергопроект», выполненных на стадии проектирования Иркутского гидроузла (1949 г.). Б.С.Цейтлин отмечал, что «сопоставление среднемесячных и среднегодовых уровней озера по разным постам с уровнем по опорному водопосту у ст. Байкал указывает на почти полное совпадение их отметок. Это позволяет относить колебания уровня у ст. Байкал ко всему озеру» [31].

Для более точного определения среднего уровня озера, в том числе его ежедневного значения для оперативного регулирования сбросами Иркутского гидроузла, требуется уточнение на современном уровне увязки нулей уровенных постов на оз. Байкал. Эта работа требует выполнения детального анализа материалов наблюдений с целью определения опорных постов, от которых наиболее достоверно может быть выполнена привязка постов методом водной нивелировки; уточнения геодезической привязки

опорных постов к Государственной геодезической сети; проведения учащенных параллельных наблюдений за уровнем на всех постах.

Данные наблюдений за уровнем оз. Байкал в оперативной практике Иркутского УГМС используются для краткосрочного прогнозирования, ежедневного оповещения подразделений Енисейского БВУ, ПАО «Русгидро», других организаций и для передачи в Гидрометцентр РФ.

Оперативные данные наблюдений за уровнем на всех постах, за исключением поста Култук, в 8:00 передаются в отдел прогнозов Иркутского УГМС телеграммой в кодах КН-15 и в Байкальский ЦГМС. Данные наблюдений на постах р.п. Байкал и г.м.ст. Узур передаются в Гидрометцентр РФ.

ФГБУ «Иркутское УГМС» предоставляет ежедневно в обслуживаемые им организации по списку значения уровней воды озера на 8:00 часов по пунктам наблюдений: р.п. Нижнеангарск, р.п. Хужир, п. Давша, п. Култук, пгт. Танхой, с. Томпа, с. Узур, п. Турка, Солнечная, о. Большой Ушканий, р.п. Байкал, п. Бабушкин, и значение среднего уровня воды оз. Байкал, рассчитанного по формуле (2), в которую для определения ежедневных значений среднего уровня озера для каждого из указанных постов подставляются значения уровней воды, осредненных за 3-е суток (на 8 часов утра текущих суток и двух предыдущих).

В справочниках ЕДС помещаются среднесуточные значения уровня на постах, полученные простым арифметическим осреднением измеренных уровней в 8:00 и 20:00. Текущий контроль за правильностью измерений и дополнительный контроль при составлении таблиц ЕДС выполняется путем построения синхронных графиков уровня постов.

2.3.2 Анализ среднесуточных характеристик уровня на гидрологических постах

Для приведения к единому нулю графика постов в Тихоокеанской системе отсчета показатели нуля поста 453,27 м (абс.) увеличены на 1,07 м.

На рис. 2.3.2 представлены хронологические графики среднего уровня озера за 1981-1982 гг. с областью разброса по отдельным постам (верхняя часть рисунка) и диапазоном отклонений (нижняя часть рисунка). Максимальное отклонение измеренных уровней на постах за сутки составило 19 см, а по осредненным показателям за 11 суток - 11 см, что соответствует объемам воды в озере: 6,0 и 3,5 км³.

На рис. 2.3.3 показана аналогичная динамика изменения среднесуточных уровней озера для периода 2017-2018 гг. Максимальный диапазон по фактическим данным составил 17 см, а по осредненным - 13 см, что соответствует объемам: 5,4, 4,1 км³.

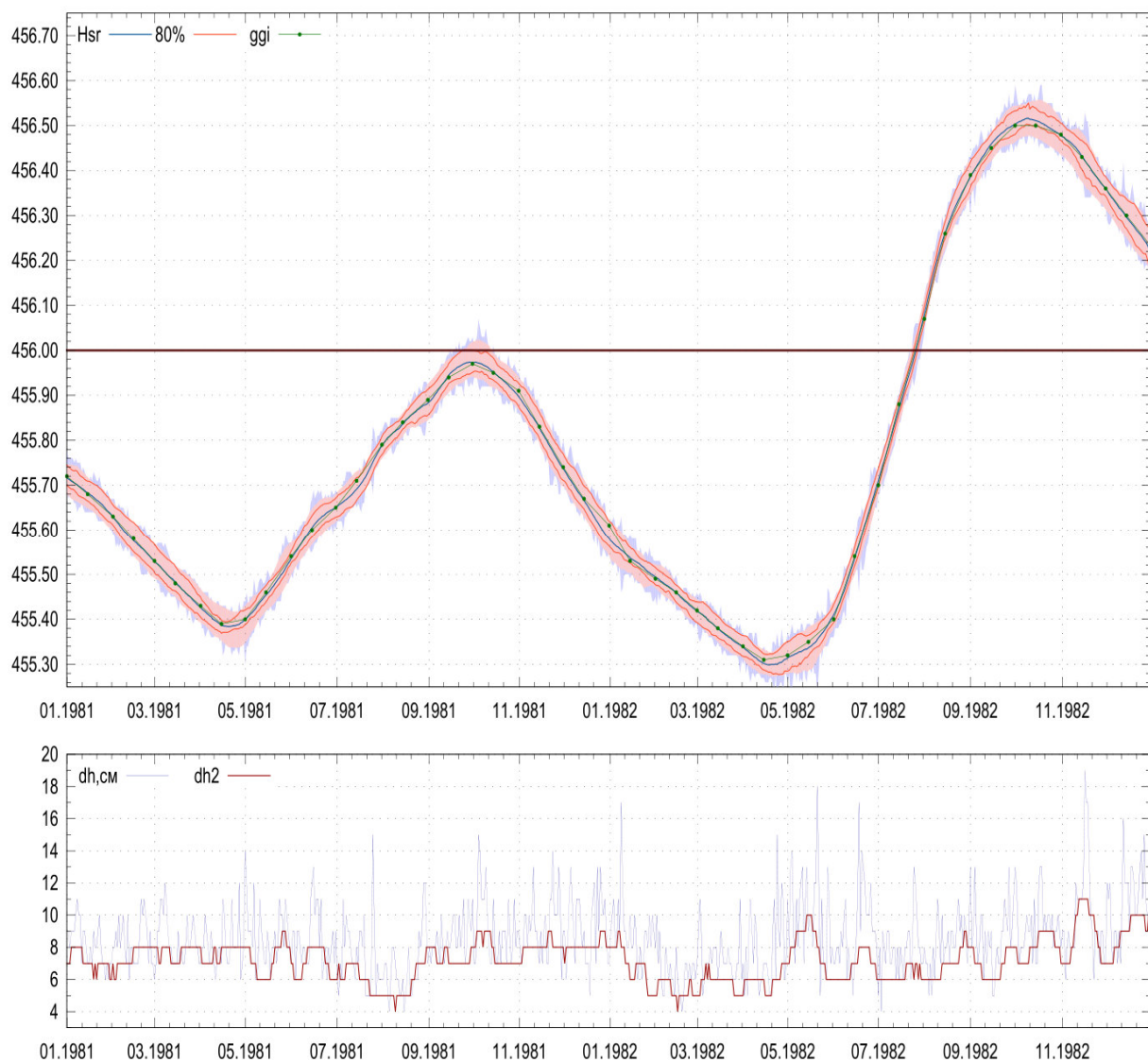


Рисунок 2.3.2 – Хронологический график среднесуточных уровней оз. Байкал на гидрологических постах за 1981-1982 гг.

В верхней части рисунка синими линиями показаны отклонения суточных значений уровня на постах; розовой – область отклонений осредненных за 11 суток значений уровня; зеленой линией показан средний уровень озера; синей линией – средний арифметический по всем постам; красной линией отмечена область 80% попадания данных отдельных постов, м ТО. В нижней части рисунка показана разница между наблюдаемыми суточными уровня на постах (синяя линия) и между осредненными за 11 суток значениями уровня на постах (красная линия), см

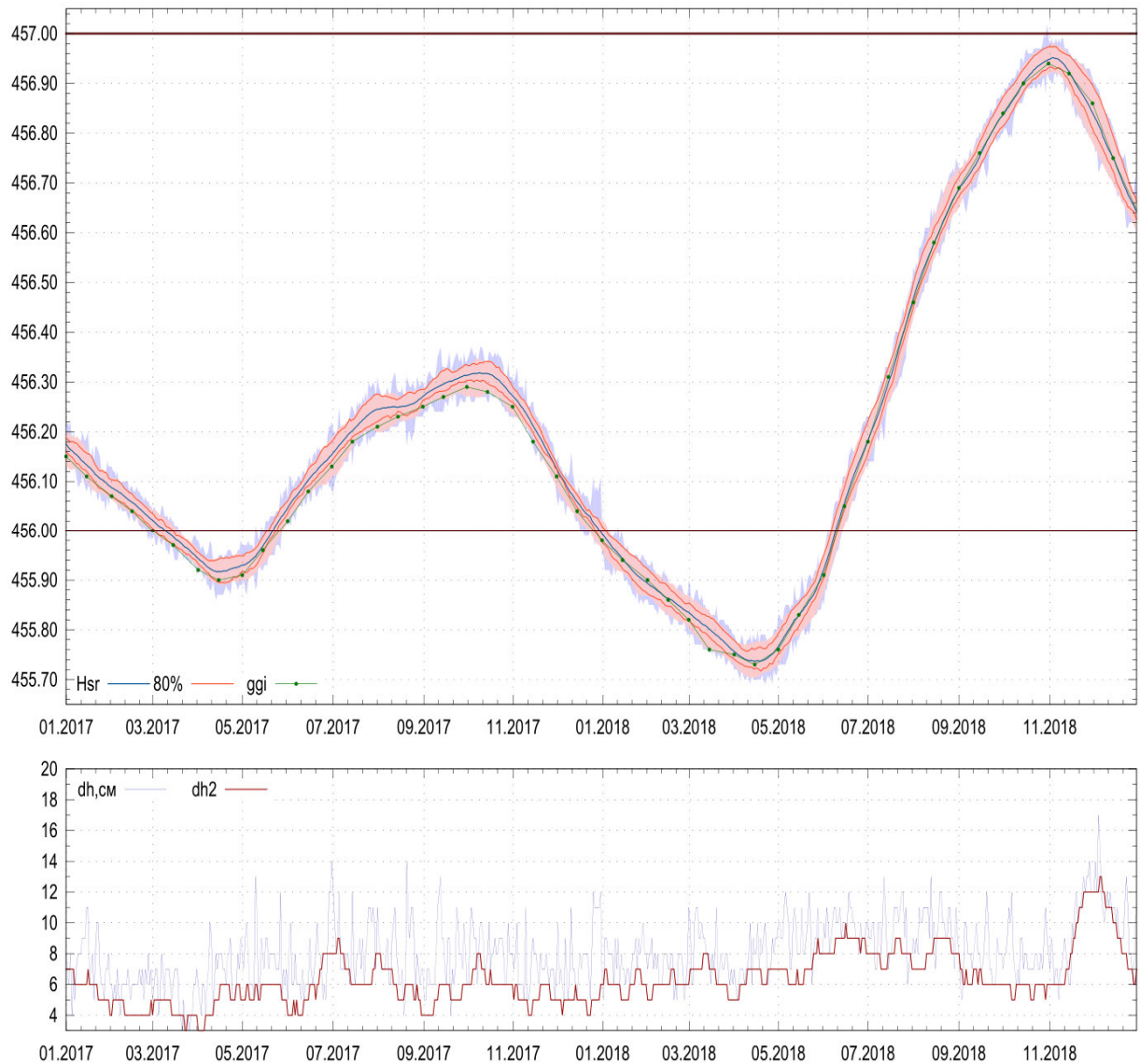


Рисунок 2.3.3 – Хронологический график среднесуточных уровней оз. Байкал на гидрологических постах за 2017-2018 гг.

В верхней части рисунка синими линиями показаны отклонения суточных значений уровня на постах; розовой – область отклонений осредненных за 11 суток значений уровня; зеленой линией показан средний уровень озера; синей линией – средний арифметический по всем постам; красной линией отмечена область 80% попадания данных отдельных постов, м ТО. В нижней части рисунка показана разница между наблюдаемыми суточными уровня на постах (синяя линия) и между осредненными за 11 суток значениями уровня на постах (красная линия), см

Приведенные графики суточного изменения уровня приведены для 2-х экстремально маловодных лет, включающих 1982 (с минимальным средним 455,30 м ТО) и 2017 (с максимальным уровнем 456,32 м ТО, а не 456,27 м ТО по данным ЕнБВУ).

Важность более точного вычисления среднего уровня озера очень высока с точки зрения управления его уровнем режимом. К сожалению, современные методы

регистрации суточных показателей уровня по отдельным постам не позволяют повысить точность его определения из-за значительных внутрисуточных колебаний и особенностей расположения постов по акватории озера.

Выводы

Многолетняя изменчивость отмечается для всех составляющих водного баланса. Наибольшая вариация характерна для поверхностного притока с чередованием многоводных и маловодных периодов различной продолжительности.

Остается проблемой повышение точности расчетов составляющих водного баланса озера. На настоящем этапе исследований можно предположить, что наиболее точно оцениваются расходы (объемы стока) через Иркутскую ГЭС. В этой связи представляется более предпочтительным использование в оперативной практике управления режимом ГЭС полезного притока, вычисляемого по среднему расходу и изменению среднего уровня озера за выбранный промежуток времени. Точность вычисления среднего суточного уровня озера, а, следовательно, и полезного притока может быть существенно повышена за счет применения автоматических станций (по типу экспериментальных станций Лимнологического института СО РАН) по периметру озера.

Динамика изменения составляющих водного баланса озера характеризуется умеренными значениями коэффициентов вариации и асимметрии для годовых показателей со значительными отклонениями для первого и четвертого кварталов. Поверхностный приток на $\frac{3}{4}$ определяется десятью крупными реками, наиболее важными из которых являются Селенга, Верхняя Ангара и Баргузин. Методика вычисления осадков и испарения с поверхности озера изменялась в течение исследуемого периода, что в итоге сказалось на точности расчетов водного баланса.

Анализ изменения показателей водного баланса озера проведен для периода 1996-2020 гг. по сравнению с предшествующим периодом (1970-1995 гг.). За последний период была нарушена однородность рядов по критериям Стьюдента, Фишера, Манна-Уитни с существенными изменениями основных статистических характеристик по притоку, расходу со значительным уменьшением среднегодовых показателей. Количество осадков и испарения изменились незначительно.

Анализ среднесуточных показателей уровня по 17-ти гидрологическим постам показал значительные отклонения (до 15-18 см их среднесуточных значений и до 10-12 см значений, осредненных за 10 суток). Среднесуточный уровень озера, рассчитанный различными методами, включая методику расчета Иркутского УГМС, показал несоответствие общепринятых максимальных и минимальных значений, например,

общепринятому абсолютному минимуму 455,27 м ТО в 1982 г. фактически соответствует среднее значение 455,30 м ТО, а абсолютному общепринятому максимуму 457,42 м ТО (1988 г.) соответствует значение 457,39 м ТО. В дальнейшем (на следующем этапе работы) требуется уточнить минимальные и максимальные значения среднесуточного уровня озера для всего периода эксплуатации Иркутской ГЭС.

Методика вычисления среднесуточного уровня озера требует уточнения не только по подбору весовых коэффициентов для разных постов, но и учета значительных внутрисуточных колебаний уровня по отдельным постам, достигающим 5-ти и более см, что связано с сейшевыми волнами, нагонами и сгонами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. До настоящего времени комплексных системных исследований по проблеме влияния изменения уровня воды в озере Байкал на состояние экосистемы озера с определением ущерба объектам экономики и инфраструктуры прибрежной территории Республики Бурятия, Иркутской области в зависимости от уровней озера и сбросов Иркутской ГЭС не проводилось.

Экономический подход к оценке ущерба от колебания уровня воды в водоемах по отношению к социально-экономической системе в настоящее время разработан слабо и сводится в основном к попытке оценивать ущербы от затоплений. Проводимые исследования воздействия колебаний уровня воды оз. Байкал на прилегающую территорию побережья озера, а также Иркутского водохранилища и нижнего бьефа Иркутской ГЭС, связаны, главным образом, с процессами переформирования берегов, вопросами безопасности населения и хозяйственной деятельности. Вопросам влияния колебаний уровня оз. Байкал на экосистему, оценки существующих и прогнозируемых последствий для окружающей территории, социально-хозяйственных систем посвящено небольшое количество публикаций. Практически отсутствуют исследования в области динамики грунтовых вод прибрежных территорий при колебаниях уровней данных водоемов, хотя изменение уровня грунтовых вод является важным фактором трансформации природного комплекса побережья. Не определены границы возможных затоплений/осушений прибрежных территорий при разных уровнях озера и расходах Иркутской ГЭС. Требуется тщательного и длительного изучения оценка изменений ландшафтов и их компонентов на побережьях водоемов. Отсутствуют совместный экологический и гидрометеорологический (уровневый) мониторинг, разработки перспективных планов и мероприятий по минимизации негативных последствий для природной среды и хозяйственных систем побережья озера, водохранилища и нижнего бьефа при регулировании их уровня режима. Требуются исследования по многим другим направлениям, включая экспедиционные работы.

2. Результаты анализа отдельных ранее выполненных исследований по влиянию изменения уровня озера Байкал на экосистему позволяют сделать следующие выводы:

– Наиболее подверженными влиянию колебания уровня озера являются такие элементы экосистемы, как литоральная и прибрежно-соровая зоны и их сообщества.

– Анализ опубликованных сведений по численности нерестового стада омуля р. Селенги свидетельствует об отсутствии ее зависимости от уровня Байкала или о том, что данная зависимость маскируется влиянием других факторов среды или процессами популяционной динамики. Наблюдается слабая положительная корреляция ($r=0,62$) относительной численности поколений с майским уровнем Байкала. У омуля посольской популяции выявлена высокая корреляция ($r=0,80$) численности поколений с высотой

стояния уровня озера в год ската личинок. Для посольской и селенгинской популяций необходимо учитывать уровенный режим озера в июле-сентябре. В ряде исследований отмечается, что зарегулирование озера и связанное с этим повышение уровня благоприятно сказалось на выживаемости молоди омуля. Зарегулирование оз. Байкал в результате строительства Иркутской ГЭС привело к образованию дополнительных мелководных участков, что обусловило увеличение продуктивности кормовой базы личинок. Тем не менее, оно сказалось на депрессии численности желтокрылки, наблюдавшееся после зарегулирования. Существует также мнение о наличии связи урожайности омуля с водностью, в частности, с уровнем Байкала. Отмечается повышение уловов через 4-5 лет после многоводного года, что связывается с лучшей выживаемостью личинок. После зарегулирования уровневого режима озера катастрофического сокращения численности омуля не было выявлено. Связи уровенного режима оз. Байкал и даты захода омуля в крупные реки также не выявлено. Дата захода определяется преимущественно уровнем и расходами воды в нерестовых реках, то есть зависит от увлажненности водосборной территории реки и её стока в год нереста. Установлена положительная связь межгодовых колебаний уровня озера в мае-июне месяце с долей самок в поколениях селенгинского омуля. Повышение уровня ведет к увеличению количества самок и, наоборот, при резком снижении – к увеличению количества самцов.

– Определяющим фактором в распределении личинок омуля является температура воды. Важным фактором гибели личинок является их занос с паводковыми водами в малые водоемы, теряющие впоследствии связь с рекой. Площадь таких заморных зон определяется динамикой уровенного режима Байкала. *Вместе с тем в последние десятилетия прибрежные сообщества и их динамика практически не отличаются от таковых до зарегулирования, т.е. произошла адаптация на уровне сообщества к новому уровенному режиму.*

– Проведенный анализ доступной информации (архивных материалов, данных научных публикаций) показывает, что специальных исследований по влиянию колебаний уровня воды в озере Байкал на качественные и количественные показатели зоопланктона и зообентоса прибрежно-соровой зоны до настоящего времени не проводилось. Ранее выполненные исследования в этой области посвящены, главным образом, последствиям поднятия среднего уровня озера в результате строительства Иркутской ГЭС. Тем не менее, изменение уровня озера продолжает оказывать влияние на состояние биоресурсов. Осушение акваторий вследствие понижения уровня Байкала, как показали события экстремально маловодного периода 2014–2017 гг., способно оказывать серьезные негативные последствия на биоту мелководных заливов. Наибольшему риску гибели на пике маловодной фазы подвергаются малоподвижные организмы, обилие которых в мелководных заливах может быть очень высоким.

– Ранее выполненные исследования показывают, что если искусственное регулирование уровня по срокам и направленности совпадает (являются близкими) с его естественным ходом, то организмы успевают подготовиться к подобным изменениям и успешно им противостоять. Все живые организмы характеризуются определенной *экологической валентностью*, т.е. приспособленностью к определенному диапазону воздействия на них того или иного фактора окружающей среды в результате выработки в ходе длительной эволюции разнообразных экологических, морфофизиологических, биохимических, молекулярно-генетических адаптаций, позволяющих переносить неблагоприятные воздействия определенных допороговых величин. В экстремально маловодные или многоводные годы воздействие на живые организмы может превышать эти пороговые величины и приводить к значительным изменениям в биоразнообразии, структуре и количественных показателях основных элементов биоты.

– Негативное воздействие *экстремально низких уровней воды в озере Байкал* связано со значительными изменениями гидрологических и гидрохимических показателей в прибрежной зоне озера, мелководных заливах и прибрежных отчлененных озерах. При этом к негативным следует отнести следующие: угнетение развития макрофитов; гибель малоподвижных групп гидробионтов в связи с невозможностью их перемещения в более глубокие участки водоемов; осушение в прибрежно-соровой зоне части наиболее продуктивных нерестилищ прибрежно размножающихся рогатковидных рыб – каменной и песчаной широколобок, майской популяции желтокрылки; снижение площадей нерестилищ частиковых видов рыб (щука, плотва, язь и др.) и снижение эффективности их размножения; повышение уровня смертности молоди омуля в связи с созданием условий, препятствующих её выходу из относительно изолированных участков прибрежно-соровой зоны, в которых по мере прогрева вод формируются заморные условия; сокращение и фрагментация оптимальных местообитаний гнездящихся уток и других околводных видов, предпочитающих переувлажненный ландшафт. К позитивным воздействиям маловодных периодов можно отнести увеличение количественных показателей зоопланктона и зообентоса в некоторых участках прибрежно-соровой зоны (Северо-Байкальский сор и др.).

– Анализ литературных данных и имеющихся фондовых материалов ИГУ по изучению вертикального распределения зообентоса в проливе Малое Море показали, что данный район озера Байкал характеризуется высоким количественным обилием зообентоса, данные по биомассе зообентоса, полученные в маловодную фазу цикла водности (2014 г.), значительно превышают таковые, полученные на тех же разрезах в период средней и повышенной водности (1951–1952 гг.) в естественных условиях. Это, вероятно, обусловлено перемещением ряда групп гидробионтов при понижении уровня в ниже расположенные участки литорали. В экстремально маловодные годы отмечаются

наиболее низкие величины фонда отложенной желтокрылкой икры, в первую очередь из-за снижения площадей, пригодных для нереста, в самых верхних участках литорали (0 – 0,5 м.), наиболее благоприятных для размножения как по абиотическим (температура, обеспеченность кислородом), так и по биотическим (меньшая выедаемость икры) условиям.

– *Экстремально высокие уровни озера* также в значительной мере негативно воздействуют на ряд элементов биоты: перемещение части нерестилищ прибрежно размножающихся рогатковидных рыб – каменной и песчаной широколобок, майской популяции желтокрылки на большие глубинные горизонты с несвойственным температурным и газовым режимом, а также повышение доступности их производителей для хищников; заиливание нерестилищ прибрежно размножающихся рогатковидных рыб в результате размыва берегов; затопление гнездовых местообитаний водоплавающих и околоводных птиц; снижение количества доступных кормов водоплавающих и околоводных птиц; затопление гнезд и ухудшение условий размножения ондатры. К позитивным последствиям высоких уровней воды в озере следует отнести: увеличение кормовой базы прибрежно-соровой зоны за счет бурного развития мелких форм синезеленых, протококковых и диатомовых, пришедших на смену крупным синезеленым, не употребляемым в пищу зоопланктоном; увеличение численности и биомассы зообентоса в прибрежно-соровой зоне Северного Байкала; увеличение площадей нерестилищ частичковых видов рыб (щука, плотва, язь и др.) в прибрежно-соровой зоне и повышение эффективности их размножения.

– Следует отметить негативное влияние несовпадения сроков, направленности и скорости хода изменения уровня при его естественном изменении и искусственном регулировании. Это связано с тем, что весеннее повышение уровня воды является сигналом (триггером) и физиологическим стимулом для начала нерестовой миграции, созревания половых продуктов и начала нереста. Нерест таких рано размножающихся рыб, как желтокрылка, щука, плотва и ряда других в Байкале и водохранилище начинается с конца апреля – первых чисел мая. Икра откладывается у самого уреза воды на тех участках, которые покрываются водой в результате весеннего подъема уровня. Соответственно, любое последующее понижение уровня приводит к осушению этих участков и гибели отложенной на них икры. После вылупления личинок из икры они также определенное время находятся в этой зоне глубин в малоактивном состоянии и могут погибнуть в результате понижения уровня воды. Форсированный (резкий) подъем уровня также негативно сказывается на процессе размножения, так как отложенная икра перемещается в большие глубинные горизонты, характеризующиеся более низкой температурой воды, что приводит к увеличению сроков ее инкубации и большей гибели, а также делает ее более доступной для хищников.

– Изменения, обусловленные колебаниями уровня воды, могут оказывать сильное влияние на микробный состав и функционирование донных отложений, а также изменить биогеохимические циклы и потоки энергии в экосистеме. Следует отметить, что исследования, ставящие своей целью оценить влияние изменения уровня воды на микробные сообщества, паразитофауну, состояние растительного покрова мелководных и прибрежных экосистем озера Байкал, а также зон смешивания речных и озерных вод не проводились. Причинно-следственные связи между изменениями уровня воды в озере и реакциями отдельных компонентов экосистем на них предполагаются только гипотетически, но реально не установлены.

Проведенный анализ литературных и фондовых материалов позволяет констатировать недостаточность знаний о влиянии изменений уровня Байкала на основные компоненты экосистемы. Имеющиеся сведения получены преимущественно как сопутствующие, фрагментарные, в ходе проведения других целевых исследований и глубоко не проанализированы. Приведенные в ранее выполненных работах результаты исследований имеют преимущественно качественный характер, в большинстве из них отсутствует количественная оценка того или иного воздействия, используются гипотезы и регрессионные зависимости, не подтвержденные фактическими данными мониторинга. В этой связи при выполнении работ 2 и 3 этапов (2022-2023 гг.) планируются комплексные экспедиционные полевые исследования на заранее определенных ключевых участках в литоральной и прибрежно-соровой зонах с определением максимального количества показателей состояния как среды обитания гидробионтов, так и непосредственно компонентов биоты. Особое внимание будет уделено получению количественных оценок воздействия изменения уровня на элементы экосистемы и компоненты биоты (микробиом, фито- и зоопланктон, зообентос, рыбы, водоплавающие и околоводные птицы, млекопитающие).

3. На основании проведенного аналитического обзора влияния изменения уровня воды оз. Байкал на экологические, природно-технические и социально-экономические системы прибрежных территорий в пределах административных границ Республики Бурятия и Иркутской области определены и представлены в настоящем отчете территории и объекты, наиболее уязвимые к негативному воздействию колебаний уровня озера.

4. Анализ нормативно-правовой базы и материалов в области использования и охраны природных ресурсов и социально-экономических рисков при изменениях уровня воды оз. Байкал показывает, что:

– Основная проблема действующей нормативно-правовой базы (до сих пор нерешенная) заключается в установлении научно обоснованных и практически реализуемых допустимых границ диапазона колебаний уровня воды в озере Байкал и правил регулирования уровня режима, исходя из компромисса противоречивых

интересов различных водопользователей и требований экосистемы. При этом главным фактором, влияющим на диапазон колебаний уровня, является динамика изменения притока воды в озеро, имеющая случайный, природно обусловленный характер.

– Действующие правила использования водных ресурсов (ПИВР) Иркутского водохранилища (озера Байкал) устарели по целому ряду положений, требуют уточнений и дополнений. Они разрабатывались более 30 лет назад для совершенно другой правовой системы и других социально-экономических условий. При регулировании режимов в принципе отсутствуют какие-либо экономические критерии, в том числе возможные ущербы различных участников. Отсутствуют и экологические требования. Не соответствуют современным условиям требования водного транспорта по минимальным расходам в нижнем бьефе Иркутской ГЭС для обеспечения его нормальной работы в навигационный период, а также величина предельного расхода воды через Иркутскую ГЭС по условиям незатопляемости пойменной части г. Иркутска. Недостаточно учитываются риски маловодных и многоводных периодов.

– В настоящее время отсутствуют научно обоснованные экологические и рыбохозяйственные требования, подкрепленные фактическими данными мониторинга (сопряженного уровня и экологического) и имеющие возможность практического использования в правилах регулирования уровня оз. Байкал. Данные требования являются предметом дискуссий с середины 90-х годов и остаются таковыми до настоящего времени.

– Необходимо изменение концептуального подхода к оценке воздействия антропогенных факторов на состояние экосистемы озера Байкал, что потребует специальных научных исследований и внесения изменений в действующее законодательство.

5. Анализ изменения водного баланса озера Байкал с начала зарегулирования стока показывает, что многолетняя изменчивость отмечается для всех его составляющих. Наибольшая вариация характерна для поверхностного притока с чередованием многоводных и маловодных периодов различной продолжительности.

Остается проблемой повышение точности расчетов составляющих водного баланса озера. На данном этапе исследований можно предположить, что наиболее точно оцениваются расходы (объемы стока) через Иркутскую ГЭС. В этой связи представляется более предпочтительным использование в оперативной практике управления режимом ГЭС полезного притока, вычисляемого по среднему расходу и изменению среднего уровня озера за выбранный промежуток времени.

Анализ статистических среднесуточных показателей уровня по каждому из 17-ти гидрологических постаов за период 1960–2020 гг. показал значительные отклонения между ними (до 15-18 см для среднесуточных значений и до 10-12 см для значений,

осредненных за 10 суток). Среднесуточный уровень озера, рассчитанный различными методами, включая действующую методику расчета Иркутского УГМС, показал несоответствие принятых ранее максимальных и минимальных значений. В дальнейшем (на следующем этапе работы) потребуется уточнение фактических минимальных и максимальных значений среднесуточного уровня озера для всех лет периода эксплуатации Иркутской ГЭС. Методика вычисления среднесуточного уровня озера требует уточнения не только по подбору весовых коэффициентов для разных постов по всему периметру озера, но и учета значительных внутрисуточных колебаний уровня по отдельным постам, достигающим 5-ти и более см, что связано с сейшевыми волнами, нагонами и сгонами.

Точность вычисления среднего суточного уровня озера, а, следовательно, и полезного притока, может быть существенно повышена за счет применения автоматических станций.

6. В представленной работе выполнен 1 этап НИР (два из девяти основных разделов), посвященный главным образом анализу ранее выполненных исследований по рассматриваемой проблеме. По ряду вопросов (действующее законодательство, причины сложившейся ситуации и др.) имеются существенные разногласия между исполнителями НИР. Эти разногласия имеют длительную историю и не могут быть разрешены в короткий начальный период выполнения данного исследования. Предполагается, что согласованная компромиссная позиция будет выработываться в процессе дискуссий и выполнения следующих этапов НИР.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ГЛАВА 1

Раздел 1.1.1 (ЛИН СО РАН)

1. Winfield I.J., Fletcher J.M., Cubby P.R. The impact on the whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) of reservoir operations at Haweswater, UK // *Advanced Limnology*. – 1998. – Vol. 50. – P. 185-195.
2. Miranda L.E., Spickard M., Dunn T., Webb K.M., Aycock J.N., Hunt K. Fish habitat degradation in US Reservoirs // *Fisheries*. – 2010. – Vol. 35. – P. 175-184.
3. Strayer D.L., Findlay S.E.G. Ecology of freshwater shore zones // *Aquatic Sciences*. – 2010. – Vol. 72. – P. 127-163.
4. Barko J.W., Smart R.M. Sediment-related mechanisms of growth limitation in submersed macrophytes // *Ecology*. – 1986. – Vol. 67. – № 5. – P. 1328-1340.
5. Hall R.I., Leavitt P.R., Dixit A.S., Quinlan R., Smol J.P. Limnological succession in reservoirs: a paleolimnological comparison of two methods of reservoir formation // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. – 1999. – Vol. 56. – P. 1109-1121.
6. Cooke G.D. Lake level drawdown as a macrophyte control technique // *Water Resources Bulletin*. – 1980. – Vol. 16. – P. 317-322.
7. Gottgens J.F. Redistribution of organic sediments in a shallow lake following a short-term drawdown // *Archiv für Hydrobiologie*. – 1994. – Vol. 130. – P. 179-194.
8. Furey P.C., Nordin R.N., Mazumder A. Water level drawdown affects physical and biogeochemical properties of littoral sediments of a reservoir and a natural lake // *Lake and Reservoir Management*. – 2004. – Vol. 20. – P. 280-295.
9. McEwen D.C., Butler M.G. The effects of water-level manipulation on the benthic invertebrates of a managed reservoir // *Freshwater Biology*. – 2010. – Vol. 55. – P. 1086-1101.
10. Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С., Орлов С.И. Современные тенденции в распределении и промысловых уловах байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) // *Известия ИГУ. Серия «Биология. Экология»*. – 2013. – Т. 6. – № 3.1. – С. 63-67.
11. Смирнов В.В., Шумилов И.П. Омупи Байкала. – Новосибирск: Наука, 1974. – 160 с.
12. Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С. Вопросы прогнозирования и основные принципы рационального использования байкальского омуля // *Проблемы прогностических исследований природных явлений*. – Новосибирск, 1979. – С. 138-143.
13. Смирнов В.В. Ресурсы омуля и их прогноз на 1980-1985 гг. / *Динамика продуцирования рыб Байкала*. – Новосибирск, 1983. – С. 201-222.
14. Петерфельд В.А., Соколов А.В. Современное состояние запасов омуля (*Coregonus migratorius*, Georgi) в озере Байкал // *Рыбное хозяйство*. – 2016. – № 3. – С. 72-75.
15. Базов А.В., Базова Н.В. Селенгинская популяция байкальского омуля: прошлое, настоящее, будущее. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2016. – 352 с.
16. Ozen O., Noble R.L. Relationship between water level fluctuations and largemouth bass spawning in a Puerto Rico reservoir // *American Fisheries Society Symposium*. – 2002. – Vol. 31. – P. 213-220.
17. Ozen O., Noble R.L. Relationship between largemouth bass recruitment and water level dynamics in a Puerto Rico reservoir // *Lake and Reservoir Management*. – 2005. – Vol. 21. – P. 89-95.
18. Кожов М.М. Динамика добычи рыбы в Байкале и его бассейне // *Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал*. – Иркутск: Иркут. кн. изд-во, 1958. – С. 504-525.
19. Тюрин П.В. О причинах снижения запасов байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) и неотложных мерах по их восстановлению // *Вопросы ихтиологии*. – 1969. – Т. 9. – Вып. 5 (58). – С. 782-797.
20. Мишарин К.И. Байкальский омуль // *Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал*. – Иркутск, 1958. – С. 130-287.

21. Мамонтов А.М. О влиянии изменения уровня воды в Байкале на продуктивность ихтиофауны прибрежных участков озера // *Круговорот вещества и энергии в озерах и водохранилищах. – Лиственичное на Байкале. – 1973. – Т. 2. – С. 42-43.*
22. Афанасьев Г.А. Экология нерестового стада омуля реки Селенги: Экология, болезни и разведение байкальского омуля. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 5-35.
23. Краснощеков С.И. Биология омуля озера Байкал. – М.: Наука, 1981. – 143 с.
24. Smirnov V.V., Smirnova-Zalumi N.S. Stability of spatial and temporal structure of the pelagial and species formation in Baikal // *Third International Symposium Ancient Lakes: Speciation, Development in Time and Space, Natural History. 2-7 сентября 2002 г. Иркутск – Новосибирск: Наука, 2002. – С. 174-209.*
25. Мамонтов А.М. Оценка общих уловов в озере Байкал // *География и природные ресурсы. – 2009. – № 1. – С. 75-80.*
26. Селезнев И.Н. Байкальский омуль, его естественное размножение и перспективы искусственного разведения // *Изв. Биол.-геогр. науч.-исслед. ин-та при Иркутском ун-те. – 1942. – Т. 9. – Вып. 1-2. – С. 24-38.*
27. Краснощеков С.И. О биологии молоди байкальского омуля // *Научно-технический бюллетень Гос. науч.-иссл. ин-та озерного и речного рыбного хоз-ва, 1958. – № 6-7. – С. 51-54.*
28. Краснощеков С.И. О причинах колебания численности омуля в озере Байкал // *Труды совещания по динамике численности рыб. – М., 1961. – Вып. 13. – С. 238-247.*
29. Краснощеков С.И. Биология, распределение, миграции и динамика численности омуля в оз. Байкал. Автореф. канд. дис. Иркутск, 1968. – 27 с.
30. Сорокин В.Н., Сорокина А.А. Биология молоди промысловых рыб Байкала. – Новосибирск, 1988. – С. 213.
31. Сорокина А.А. Питание молоди рыб Селенгинского района Байкала. – Новосибирск: Наука, 1977. – 112 с.
32. Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С., Суханова Л.В. Микроэволюция байкальского омуля. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 246 с.
33. Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С. Вопросы воспроизводства и продуцирования омуля (оз. Байкал) // *Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. – Новосибирск, 1977. – С. 248-263.*
34. Топорков И.Г. Биология молоди байкальского омуля // *Тр. Всесоюзн. Гидробиол. о-ва. – 1963. – Т. 3. – С. 255-266.*
35. Кожов М.М., Шнягина Г.И. О кормовых ресурсах для пелагических рыб оз. Байкал / Многолетние показатели развития зоопланктона озер. – М.: Наука, 1973. – С. 37-41.
36. Черняев Ж.А. Разработка режима инкубации икры сиговых рыб Байкала // *Теоретические основы рыбоводства. – М., 1965. – С. 172-175.*
37. Зубин А.А. Биология байкальских бентопелагических подкаменщиков (Pisces, Cottoidei): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Иркутск, 1993. – 28 с.
38. Сиделева В.Г., Козлова Т.А. Сравнительное изучение эндемичных коттоидных рыб (Cottidae, Comerphoridae) в связи с их приспособлением к обитанию в пелагиали озера Байкал // *Тр. Зоол. ин-та РАН, 2010. – Т. 314, № 4. – С. 433-447.*
39. Талиев Д.Н., Коряков Е.А. Естественный удельный вес байкальских Cottoidei // *Докл. АН СССР, 1949. – Т. LXVIII, № 1 – С. 169-172.*
40. Талиев Д.Н. Бычки-подкаменщики Байкала (Cottoidei). – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – 603 с.
41. Коряков Е.А. Пелагические бычковые Байкала / АН СССР.СО. Лимнол. ин-т. – М: Наука, 1972. – 155 с.

42. Соин С.Г. Эмбриональные приспособления к дыханию у рыб и особенности их развития у байкальских бычков-подкаменщиков (Cottoidei) // Вопросы ихтиологии. – 1962. – Т. 2, Вып. 1(22). – С. 127-139.
43. Соин С.Г., Турдаков А.Ф. Развитие трех видов байкальских бычков-подкаменщиков (Cottoidei) // Вопр. ихтиологии. – 1966. – Т.6, Вып. 4(41) – С 696-707.
44. Россолимо Л.Л. Температурный режим озера Байкал // Тр. Байкальской лимнологической станции. – Изд-во АН СССР, М., 1957. – Т. 16. – 240 с.
45. Меншуткин В.В. Гидрология подледного слоя воды в Байкале // Тр. Лимнологического ин-та СО АН СССР, 1964. – Т. 5(25). – С. 52-63.
46. Завьялова Т.Я., Бердникова Л.Г., Долгоаршинных З.М., Козлова Н.И. О воспроизводстве бычка-желтокрылки *Cottocomephorus grewingki* (Dyb.) в Южном Байкале // Исследование рыб Восточной Сибири: Сб. науч. Тр. – Иркутск: Иркут. ун-т, 1987. – С. 50-59.
47. Топорков И.Г. Влияние подъема уровня Байкала на запасы бычка-желтокрылки как основного рыбного корма байкальского омуля и других рыб // Исследование рыб Восточной Сибири: Сб. науч. Тр. – Иркутск: Иркут. ун-т, 1987. – С. 18-26.
48. Карабанов Е.Б., Сиделева В.Г., Ижболдина Л.А., Мельник Н.Г., Зубин А.А., Зубина Л.В., Смирнов Н.В., Парфенова В.В., Федорова О.А., Горбунова Л.А., Кулишенко Ю.Л. Подводные ландшафты Байкала. Новосибирск: Наука, 1990. – 183 с.
49. Потакуев Я.Г. Питание и пищевые взаимоотношения планктоноядных рыб оз. Байкал: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Иркутск, 1954. – 26 с.
50. Кожов М.М. Биология озера Байкал. М., 1962. – 315 с.
51. Коряков Е.А. Структура воспроизводства и динамика численности бычка-желтокрылки // Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и её изменчивость. – Новосибирск, 1977. – С. 115-127.
52. Wilcox D.A., Meeker J.E. Implications for faunal habitat related to altered macrophyte structure in regulated lakes in northern Minnesota // Wetlands. – 1992. – Vol. 12(3). – P. 192-203.
53. Афанасьев А.Н. Водный баланс и водные ресурсы // Проблемы Байкала. – Новосибирск, 1977. – С. 64-73.
54. Рогозин А.А. Динамика берегов Селенгинского побережья // Продуктивность Байкала и антропогенные изменения его природы. – Иркутск, 1974. – С. 43-54.
55. Пинегин А.В. Основные закономерности формирования и динамика береговой зоны оз. Байкал: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – Иркутск, 1975. – 27 с.
56. Мамонтов А.М. Ихтиоценозы, их динамика и продуцирование // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. Новосибирск, 1977. – С. 263-289.
57. Сорокин В.Н., Сорокина А.А. Распределение молоди рыб в оз. Байкал // Проблемы экологии Прибайкалья. – Иркутск, 1979. – С. 229-230.

Раздел 1.1.2 (ИГУ)

1. Виноградов М. Е. Вертикальное распределение океанического зоопланктона. – М.: Наука, 1968. – 320 с.
2. Верещака А. Л. Распределение бентопелагических креветок над материковым склоном и подводными поднятиями западной части Индийского океана // Океанология. 1995. – 35, № 4. – С. 574-578.
3. Каменская О. Е. Особенности вертикального распределения амфипод в районе Курило-Камчатского желоба // Состав и распределение донных беспозвоночных в морях России и прилегающих акваториях / РАН. Ин-т океанологии. – М., 1997. – С. 141-160.
4. March J.G., Benstead J.P., Pringle C.M., Scatena F.N. Migratory drift of larval freshwater shrimps in two tropical streams, Puerto Rico // Freshwater Biol. 1998. – Vol. 40, No. 2. – P. 261-273.

5. Thangaraj S. V. Burrowing habits in juveniles of marine prawn *Metapenaeus dobsoni* (Crustacea: Decapoda) // *Indian J. Mar. Sci.* 2000. – Vol. 29, No. 4. – P. 329-332.
6. Saigusa M., Oishi K., Ibuki J., Terajima M., Katsube Y., Iwasaki H. Emergence patterns of planktonic and benthic small crustaceans in a shallow sublittoral environment // *Zool. Sci.* 1997. – 14, Suppl. – P. 58.
7. Saigusa M. Daily rhythms of emergence of small invertebrates inhabiting shallow sublittoral zones. A comparative investigation at four locations in Japan // *Ecol. Res.* – 2001. – Vol. 16, No. 1. – P. 1-28.
8. Saigusa M., Oishi K. Emergence rhythms of subtidal small invertebrates in the subtropical sea. Nocturnal patterns and variety in the synchrony with tidal and lunar cycles // *Zool. Sci.* – 2000. – Vol. 17, No. 2. – P. 241-251.
9. Souaad Z., Jean-Claude D. Diel changes of the Benthic Boundary Layer macrofauna over coarse sand sediment in the western English Channel // *Oceanol. acta.* – 1996. – Vol. 19, No. 2. – P. 141-153.
10. Вилисова И.К. К экологии байкальского пелагического бокоплава *Macrohectopus branickii* Dyb. // *Систематика и экология ракообразных Байкала / Тр. Лимнолог, ин-та СО РАН СССР.* 1962. – Т. 2 (22), ч. 1. – С. 156-171.
11. Николаева Е.П. Некоторые данные к биологии размножения пелагического байкальского бокоплава *Macrohectopus branickii* Dyb. // *Изв. Биол.-геогр. НИИ при ИГУ.* 1967. – Т. 20. – С. 28-33.
12. Механикова И.В., Тахтеев В.В. Суточные вертикальные миграции амфипод озера Байкал: возможные причины и экологическое значение // *Исследования фауны водоемов Восточной Сибири: Сб. науч. тр. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2001. – С. 88-108.*
13. Кожов М.М. Биология озера Байкал. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 315 с.
14. Сафронов Г.П. К вопросу о миграциях байкальских гаммарид // 5-я конф. мол. уч. вузов Иркутской области: тез докл. Иркутск, 1987. – С. 53.
15. Галазий С.Г. Микроразнообразие приповерхностного зоопланктона // *Морфология и экология рыб. Новосибирск: Наука, 1987. – С. 77-85.*
16. Evstigneeva T., Clark P.F., Voxshall G.A. Nocturnal emergence behaviour of the fauna of Lake Baikal, Siberia // *Prog. Underwater Sci.* – 1991. – No. 16. – P. 85-91.
17. Бессолицына И.А. Изменение структуры миграционного комплекса гаммарид под воздействием антропогенного фактора // *Проблемы экологии и природопользования Байкальского региона. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1999. – С. 36-39.*
18. Бессолицына И.А. Некоторые особенности суточных вертикальных миграций бентосных гаммарид озера Байкал // *Проблемы систематики, экологии и токсикологии беспозвоночных. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2000. – С. 31-37.*
19. Бессолицына И.А. Ночные вертикальные миграции бентосных амфипод озера Байкал. – Иркутск: Изд-во ин-та географии СО РАН, 2002. – 160 с.
20. Karnaukhov D.Yu., Bedulina D.S., Kaus A., Prokosov S.O., Sartoris L., Timofeyev M.A., Takhteev V. V. Behaviour of Lake Baikal amphipods as a part of the night migratory complex in the Kluevka settlement region (South-Eastern Baikal) // *Crustaceana.* – 2016. – Vol. 89, N 4 – P. 419-430. <https://doi.org/10.1163/15685403-00003530>
21. Мишарин А. С., Тахтеев В. В., Левашкевич А. М. Сравнительная характеристика ночной миграционной активности гидробионтов на различных участках литорали озера Байкал // *Гидробиология водоемов юга Восточной Сибири. – Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2006. – С. 52-66.*
22. Волкова Л. А. Особенности привлечения молоди рыб Байкала на искусственный в водоеме // *Экологические исследования водоемов Сибири. – Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 1978. – С. 63-75.*

23. Карнаухов Д. Ю., Тахтеев В. В., Мишарин А. С. Особенности структуры ночного миграционного комплекса гидробионтов в различных участках озера Байкал // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2016. – Т. 18. – С. 87-98.
24. Базикалова А.Я. Амфиподы озера Байкал // Тр. Байкальской лимнологической станции. – 1945. – Т. 11. – 440 с.
25. Базикалова А.Я., Вилисова И.К. Питание бентоядных рыб Малого Моря // Тр. Байкальской лимнологической станции. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959. – Т. XVI: Исследования Малого Моря. – С. 382-497.
26. Бекман М.Ю. Некоторые закономерности распределения и продуцирования массовых видов зообентоса в Малом Море // Тр. Байкальской лимнологической станции. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959. – Т. XVI: Исследования Малого Моря. – С. 342-381.
27. Кожов М.М. Биология озера Байкал. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 315 с.
28. Lake Baikal. Evolution and Biodiversity / Edited by O.M. Kozhova and L.R. Ismest'eva Backhuys Publishers. – Leiden, 1998. – 447 p.
29. Кравцова Л.С., Механикова И.В., Ижболдина Л.А. Хорологическая структура населения беспозвоночных животных в зарослях высших водных растений озера Байкал // Гидробиол. журн. – 2011. – Т. 47, № 3. – С. 32-43.
30. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
31. Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала / отв. ред. Н. А. Флоренсов. – Новосибирск: Наука, 1977. – 312 с.
32. Поповская Г.И. Динамика фитопланктона пелагиали Байкала (1964-1974) // Тр. АН СССР СО Лимнол. ин-т: Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. – 1977. – Т. 19 (39). – С. 5-39.
33. Левковская Л.А. Зоопланктон заливов и озер прибрежной зоны // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. – С. 172-191.
34. Снимщикова Л.Н. Олигохеты Северного Байкала. – Новосибирск: Наука, 1987. – 104 с.
35. Черепанов В.В., Александров В.Н., Камалтынов Р.М. Зообентос прибрежно-соровых участков Северного Байкала // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. – С. 198-207.
36. Краснощеков С.И. О состоянии запасов байкальского омуля // Проблемы сырьевой базы рыбного хозяйства Восточной Сибири. – Иркутск, 1966. – С. 13-27.
37. Тюрин П.В. О причинах снижения запасов байкальского омуля *Coregonus automnalis migratorius* (Georgi) и неотложных мерах по их восстановлению // Вопр. ихтиологии. – 1969. – Т. 9, вып. 5(58). – С. 787-797.
38. Шумилов И.П. Выживаемость икры байкальского омуля на нерестилищах р. Кичеры и влияние водности реки на урожайность поколений // Вопр. ихтиологии. – 1971. – Т. 2, вып. 67. – С. 280-289.
39. Мишарин К.И. Байкальский омуль // Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал. – Иркутск: ОГИЗ, 1958. – С. 139-287.
40. Смирнов В.В., Шумилов И.П. Омули Байкала. – Новосибирск: Наука, 1974. – 160 с.
41. Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С. Вопросы воспроизводства и продуцирования омуля // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 248-263.
42. Топорков И.Г. Биология молоди байкальского омуля // Тр. Всесоюзного гидробиологического общества, АН СССР, 1963. – Т. 12. – С. 255-266.
43. Базов А.В., Базова Н.В. Селенгинская популяция байкальского омуля: прошлое, настоящее, будущее. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2016. – 352 с.
44. Мишарин К.И. Итоги и очередные задачи по воспроизводству рыбных запасов в БМАССР // Материалы научной конференции по изучению производительных сил Бурят-Монгольской АССР. – Улан-Удэ, 1954. – С. 311-326.

45. Мишарин К.И. Биологическое обоснование искусственного воспроизводства стад байкальского омуля // Теоретические основы рыбоводства. – М.: Наука, 1965. – С. 168-171.
46. Тюрин П.В. О причинах снижения запасов байкальского омуля *Coregonus automnalis migratorius* (Georgi) и неотложных мерах по их восстановлению // Вопр. ихтиологии. – 1969. – Т. 9, вып. 5(58). – С. 787-797.
47. Мамонтов А.М. Ихтиоценозы, их динамика и продуцирование // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 263-288.
48. Сорокин В.Н., Сорокина А.А., Вершинин Н.В. Рыбохозяйственное значение северобайкальских водоемов // Сб. работ каф. ихтиологии и рыбоводства и н.-и. лаборатории рыбн. хоз-ва. – М., 1971. – С. 118-145.
49. Черепанов В.В., Александров В.Н., Камалтынов Р.М. Зообентос прибрежно-соровых участков Северного Байкала // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. – С. 198-207.
50. Матвеев А.Н., Самусенок В.П. Влияние изменения уровня озера на биологические показатели рыб прибрежно-соровой зоны Северного Байкала // Гидроэнергетика и состояние экосистемы озера Байкал. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. – С. 95-121.
51. Матвеев А.Н. Структура рыбного населения литорали Северного Байкала: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук / А.Н. Матвеев. – Иркутск, 1993. – 24 с.
52. Матвеев А.Н., Пронин Н.М., Самусенок В.П. Экология тайменя водоемов бассейна оз. Байкал // Ихтиологические исследования озера Байкал и водоемов его бассейна в конце XX века. – Иркутск, 1996. – С. 86-104.
53. Матвеев А.Н., Самусенок В.П. Экологические особенности локальных популяций ленка *Brachymystax lenok* (Pallas) озера Байкал // Исследования фауны водоемов Восточной Сибири. Сб. науч. тр. Иркутск. – 2001. – С. 128-139.
54. Матвеев А.Н. Биология каменной широколобки *Paracottus knerii* (Dybowski, 1874) / А.Н. Матвеев, Богданов Б.Э., Хрущелевский П.Б., Нехороших К.В., Самусенок В.П., Русинек О.Т., Матвеева Е.Н. // Тр. Каф. зоологии позвоночных. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2004 – Т. 2. – С. 5-42.
55. Матвеев А.Н., Нехороших К.В., Самусенок В.П., Богданов Б.Э. Биология большой широколобки (*Procottus major* Taliev, 1944) на Селенгинском мелководье (оз. Байкал) // Гидробиология водоемов юга Восточной Сибири (Биоразнообразие Байкальского региона: Труды биолого-почвенного факультета ИГУ. Выпуск 6). – Иркутск: Иркут. ун-т, 2006. – С. 159-168.
56. Матвеев А.Н., Самусенок В.П., Карпов Ю.В., Андреев Р.С. Новые данные о распространении и размножении в литорали озера Байкал сибирского гольца (*Barbatula toni* (Dybowski, 1869)) и сибирской щиповки (*Cobitis melanoleuca* Nichols, 1925) // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. 2006. – № 2. – С. 91-92.
57. Матвеев А.Н., Пастухов В.В., Самусенок В.П., Нехороших К.В., Богданов Б.Э. Некоторые черты биологии красной широколобки *Procottus jeittelesii* (Abyssocottidae) // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. 2007. – № 2. – С. 83-85.
58. Матвеев А.Н., Пронин Н.М., Самусенок В.П., Соколов А.В., Бобков А.И. Фауна, атлас определитель и ресурсы рыб озера Байкал // Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2008. – 125 с.
59. Пронин Н. М., Матвеев А. Н., Самусенок В. П., Бобков А.И. Соколов А.В., Дзюменко Н.Ф., Калягин Л.Ф., Горлачев В.П., Пронина С.В., Дугаров Ж.Н., Вокин А.И., Юрьев А.Л. Рыбы озера Байкал и его водосборного бассейна. – Улан-Удэ : Изд-во Бурят. науч. центра СО РАН, 2007. – 284 с.
60. Matveyev A.N., Samusenok V.P. The fishes and fishery in Lake Baikal // Aquatic Ecosystem Health & Management. – 2015. – Vol. 18, Iss. 2. – P. 134-148.
61. Матвеев А.Н. Структура рыбного населения горных водоемов Байкальской рифтовой зоны / автореф. дис. ... доктора биологических наук. – Иркутск, 2006. – 47 с.

62. Сиделева В.Г., Карабанов Е.Б., Фиалков В.А., Смирнов Н.В., Зубина Л.В. Особенности распределения икры прибрежных видов подкаменщиковых рыб на нерестилищах (Южного Байкала и Малого моря) // Морфология и экология рыб: Сб. ст. – 1987. – С. 85-96.

63. Завьялова Т.Я., Бердникова Л.Г., Долгаршиных З.М., Козлова Н.И. О воспроизводстве бычка-желтокрылки в южном Байкале // Исследование рыб Восточной Сибири: Сб. научных тр. – Иркутск: Иркут. ун-т, 1988. – С. 50-58.

64. Мамонтов А.М. Ресурсы прибережно-нерестующих бычков Байкала / А.М. Мамонтов, С.Н. Косторнов, В.М. Яхненко // Динамика продуцирования рыб Байкала. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 45-58.

65. Сиделева В.Г., Карабанов Е.Б., Фиалков В.А., Смирнов Н.В., Зубина Л.В. Особенности распределения икры прибрежных видов подкаменщиковых рыб на нерестилищах (Южного Байкала и Малого моря) // Морфология и экология рыб: Сб. ст. – 1987. – С. 85-96.

66. Коряков Е.А. Пелагические бычковые Байкала. – М.: Наука, 1972. – 156 с.

67. Талиев Д.Н. Бычки-подкаменщики Байкала (Cottoidei). – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – 602 с.

Раздел 1.1.3 (БайкалНИРО)

1. Кожов М.М. Животный мир озера Байкал. – Иркутск: ОГИЗ Иркутск. обл. изд-во, 1947. – 317 с.

2. Лимнология придельтовых пространств Байкала (1971).

3. Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. – Новосибирск: Наука, 1977. – 313 с.

4. Лимнология Северного Байкала. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1983. – 142 с.

5. Гидроэнергетика и состояние экосистемы озера Байкал. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. – 280 с.

6. Кожова О. М., Павлов Б. К. Экологические последствия поднятия уровня Байкала в связи со строительством Иркутской ГЭС // Проблемы экологии: Чтения памяти проф. М. М. Кожова. – Т. 3 : Водные экосистемы. – Новосибирск: Наука, 1995. – С. 145–150.

7. Левковская Л. А. Зоопланктон заливов и озер прибрежной зоны // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 175–191.

8. Оценка уровня развития кормовой базы и приемная емкость прибрежно-соровой системы оз. Байкал: отчет о НИР (заключительный за 1997–2000 г.) / А. И. Бобков, В. П. Павлицкая // Фонды БФ ФГБНУ «Госрыбцентр». – Улан-Удэ, 2001. – 79 с.

9. Разработка методов оценки промыслового возврата сиговых рыб – объектов искусственного воспроизводства. Оценка промыслового возврата сиговых видов рыб – объектов искусственного воспроизводства (Часть 1. Байкальский омуль: отчет о НИР (заключительный)) // Фонды ФГБНУ «Госрыбцентр». – Тюмень, 2017. – 179 с.

10. Оценка промыслового возврата сиговых видов рыб – объектов искусственного воспроизводства (Байкальский омуль): Отчет о НИР (заключительный) // Фондовые материалы Байкальского филиала ФГБНУ «ВНИРО». – Тюмень, 2018.

11. Сорокин В.Н., Сорокина А.А. Биология молоди промысловых рыб Байкала. – Новосибирск: Наука, 1988. –156 с.

12. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2013 году». – Иркутск: Сибирский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд», 2014.

13. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2015 году». – Иркутск: ИНЦХТ, 2016. – 372 с.

14. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2016 году». – Иркутск: ИНЦХТ, 2017. – 374 с.

15. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2017 году». – Иркутск: АНО «КЦ Эксперт», 2018. – 340 с.

16. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2018 году». – Иркутск: АНО «КЦ Эксперт», 2019. – 340 с.
17. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2019 году». – Иркутск: АНО «КЦ Эксперт», 2020. – 342 с.
18. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2020 году». – Иркутск: ФГБУН Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2021. – 360 с.
19. Кожов М.М. Биология озера Байкал. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 317 с.
20. Бекман М.Ю. Изменения донного населения мелководных заливов после подъема уровня озера // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 222–234.
21. Бекман М.Ю. Экология и продуктивность бентоса // Путь познания Байкала. – Новосибирск: Наука, 1987. – С. 226–242.
22. Бекман М.Ю., Деньгина Р.С. Население бентали и комовые ресурсы рыб Байкал // Биологическая продуктивность водоемов Сибири. – М.: Наука, 1969. – С. 42–47.
23. Бекман М.Ю. Количественная характеристика бентоса // Лимнология придельтовых пространств Байкала. – Л.: Наука, 1971. – С.114–126.
24. Снимщикова Л.Н. Бентос Истокского сора // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. – Новосибирск: Наука, 1977. – С.191–197.
25. Матафонов П.В., Матафонов Д.В. Макрозообентос // Дельта реки Селенги – естественный биофильтр и индикатор состояния озера Байкал / отв. ред. А.К. Тулохонов, А.М. Плюснин; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Байкальский институт природопользования [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – С. 192–196.
26. Черепанов В.В., Александров В.Н., Камалтынов Р.М., Надеяев И.Н. Зообентос прибрежно-соровых участков Северного Байкала // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. – Новосибирск: Наука, 1977. – С.198–207.

Раздел 1.1.4 (БайкалНИРО)

1. Дрягин П.А. Промысловые рыбы Обь-Иртышского бассейна / П.А. Дрягин // Известия ВНИОРХ, 1948. – Т. 25. – Вып. 2. – С. 3–104.
2. Смирнов В.В. Омули Байкала / В.В. Смирнов, И.П. Шумилов. – Новосибирск: Наука, 1974. – 160 с.
3. Воронов М.Г. Динамика нерестового хода и некоторые вопросы экологии заходящего на нерест омуля в р. Селенгу / М.Г. Воронов, З.Б. Воронова // Вклад молодых биологов Сибири в решение продовольственной программы и охраны окружающей среды: тез. докл. регион. конф. 10–12 марта. – Улан-Удэ, 1984. – С. 52.
4. Мишарин К.И. Байкальский омуль / К.И. Мишарин // Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал. – Иркутск, 1958. – С. 130–287.
5. Шумилов И.П. Биологические основы восстановления и рационального использования запасов северобайкальского стада омуля / И.П. Шумилов // Омули Байкала. – Новосибирск: Наука, 1974. – С. 81–134.
6. Базов А.В. Селенгинская популяция байкальского омуля: прошлое, настоящее, будущее / А.В. Базов, Н.В. Базова. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2016. – 352 с.
7. Обязов В.А. Многолетний режим стока рек Забайкалья: анализ и фоновый прогноз / В.А. Обязов, В.К. Смахтин // Водное хозяйство России, 2012. – № 1. – С. 63–72.
8. Никольский Г.В. Экология рыб / Г.В. Никольский. – М.: Высшая школа, 1974. – С. 152–197.
9. Базов А.В. Формирование полового состава нерестового стада селенгинской популяции байкальского омуля / А.В. Базов, Н.В. Базова, В.В. Смирнов // Известия Иркутского государственного университета. Сер.: Биология. Экология, 2012. – Т. 5. – № 4. – С. 64–72.

Раздел 1.1.5 (ИОЭБ СО РАН)

1. Weise L., Andreas Ulrich, Matilde Moreano, Arthur Gessler, Zachary E. Kayler, Kristin Steger, Bernd Zeller, Kristin Rudolph, Jelena Knezevic-Jaric, Katrin Premke, Water level changes affect carbon turnover and microbial community composition in lake sediments, *FEMS Microbiology Ecology*, Volume 92, Issue 5, May 2016, fiw035. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw035>
2. Ren Z, Qu X, Zhang M, Yu Y and Peng W (2019) Distinct Bacterial Communities in Wet and Dry Seasons During a Seasonal Water Level Fluctuation in the Largest Freshwater Lake (Poyang Lake) in China. *Front. Microbiol.* 10:1167. doi: 10.3389/fmicb.2019.01167.
3. Li, Z., Lu, L., Guo, J. et al. Responses of spatial-temporal dynamics of bacterioplankton community to large-scale reservoir operation: a case study in the Three Gorges Reservoir, China. *Sci Rep* 7, 42469 (2017). <https://doi.org/10.1038/srep42469>.
4. Liu, J., Chen, Y., Li, M., Liu, B., Liu, X., Wu, Z., Cai, Y., Xu, J., Wang, J., 2019. Water-level fluctuations are key for phytoplankton taxonomic communities and functional groups in Poyang Lake. *Ecol. Ind.* 104, 470–478.
5. Wang S., Yang G., Junjie J. et al. Water level as the key controlling regulator associated with nutrient and gross primary productivity changes in a large floodplain-lake system (Lake Poyang), China, *Journal of Hydrology*, Volume 599, 2021, 126414 doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126414.
6. Zohary T. & Ostrovsky I. (2011) Ecological impacts of excessive water level fluctuations in stratified freshwater lakes. *Inland Waters*, 1, 47–59.
7. Evtimova V.V. & Donohue I. (2014) Quantifying ecological responses to amplified water level fluctuations in standing waters: an experimental approach. *Journal of Applied Ecology*, 51, 1282–1291.
8. Wantzen K., Rothhaupt K.-O., Mörthl M., Cantonati M., G. T. L. & Fischer P. (2008) Ecological effects of water-level fluctuations in lakes: an urgent issue. *Hydrobiologia*, 613, 1–4.
9. Тимошкин 2011
10. McClain ME, Boyer EW, Dent CL et al. Biogeochemical hot spots and hot moments at the interface of terrestrial and aquatic ecosystems. *Ecosystems* 2003; 6:301–12.
11. Gerull L, Frossard A, Gessner MO et al. Variability of heterotrophic metabolism in small stream corridors of an early successional watershed. *J Geophys Res Biogeosci* 2011;116:G02012.
12. Cottingham, K. L., H. A. Ewing, M. L. Greer, C. C. Carey, and K. C. Weathers. 2015. Cyanobacteria as biological drivers of lake nitrogen and phosphorus cycling. *Ecosphere* 6(1):1. <http://dx.doi.org/10.1890/ES14-00174.1>
13. Newton R.J. and McLellan S.L. A unique assemblage of cosmopolitan freshwater bacteria and higher community diversity differentiate an urbanized estuary from oligotrophic Lake Michigan. *Front Microbiol* // 2015. V.6. P.1028. doi: 10.3389/fmicb.2015.01028
14. Zaitseva S V and O P Dagurova Freshwater microbial taxa as indicators of anthropogenic impact on the freshwater lakes of Buryatia. 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 908 012003
15. Willems 2015
16. Nepf, H. M. (2012). Flow and transport in regions with aquatic vegetation. *Annu. Rev. Fluid Mech.* 44, 123–142. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.246
17. Taherzadeh, D., Picioreanu, C., and Horn, H. (2012). Mass transfer enhancement in moving biofilm structures. *Biophys. J.* 102, 1483–1492. doi: 10.1016/j.bpj.2012.02.033
18. Румянцев Е.А. Паразиты рыб как экологические индикаторы типологии и развития озер / Наука и мир. 2014. № 2-1 (6). С. 126-128.
19. Bakker, E. S., & Hilt, S. (2016). Влияние колебаний уровня воды на цветение цианобактерий: варианты управления. *Водная экология*, 50(3), 485-498.
20. Marcogliese D. J. 2005. Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health. *International Journal for Parasitology.* 35 : 705—716.
21. Hanek, G., and Fernando, C.H. 1978. Spatial distribution of gill para-sites of *Lepomis gibbosus* (L.) and *Ambloplites rupestris* (Raf.). *Can. J. Zool.* 56: 1235–1240.

22. Kennedy C.R. 1985. Interactions of fish and parasite populations: to perpetuate or pioneer? In Ecology and genetics of host-parasite interactions. Edited by D. Rollinson and R.M. Anderson. Linn. Soc. Symp. Ser. No. 11. pp. 1–20.
23. Marcogliese DJ, Gendron AD, Cone DK. Impact of municipal effluents and hydrological regime on myxozoan parasite communities of fish. *Int J Parasitol.* 2009;39:1345–51.
24. Moser Cowen 1991
25. Kennedy 1993
26. Румянцев Е. А. Экологическая сукцессия фауны паразитов рыб в озерах // *Паразитология.* 2004. Т. 38, вып. 2. С. 180-190.
27. Экология, болезни и разведение байкальского омуля / Афанасьев Г.А., Пронин Н.М., Пронина С.В., Топорков И.Г., Сорокин В.Н., Сорокин А.А., Войтов А.А. / Отв. ред. А.Г. Егоров; АН СССР. Сиб. отд-ние. Бурят. фил. Отд. биологии. – Новосибирск: Наука, 1981. – 230 с.
28. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. - 342 с.
29. Белозерцева И.А., Сороковой А.А., Доржготов Д., Батхишиг О., Убугунов Л.Л., Бадмаев Н.Б., Убугунова В.И., Гынинова А.Б., Балсанова Л.Д., Убугунов В.Л., Гончиков Б.-М.Н., Цыбикдоржиев Ц.Ц. Почвы // *Экологический бассейн озера Байкал.* - 2015. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2015, С. 39.
30. Матарзин Ю.М. Гидрология водохранилищ. Учебник по направлению “Гидрометеорология” и специальности “Гидрология”. Пермь: ПГУ, 2003. 296 с.
31. Постановление Правительства РФ от 27 апреля 2021 г. N 654 "О максимальных и минимальных значениях уровня воды в озере Байкал в 2021 году"
32. Потемкина Т. Г. Баланс наносов в дельте р. Селенги их распределение в Байкале / Т.Г. Потемкина, В. А. Фиалков // *Водные ресурсы.* – 1993. – № 6. – С. 55–68.
33. Атлас озера Байкал. Почвенный покров: Карта м-ба 1:2 500 000 / Гл. ред. Галазий Г.И. – Омск: Омск. Картограф. Фабрика, 1993. – С. 130-131.
34. Гынинова А.Б., Шоба С.А., Балсанова Л.Д., Гыниноваи Б.Д. Почвы дельты р. Селенга (генезис, география, геохимия) –Улан-Удэ. Изд-во БНЦ СО РАН, 2012. – 344 с.
35. Козырева 2019
36. Балсанова Л. Д., Гынинова А. Б. Рекреационное воздействие на морфологические и физико-химические свойства почв Усть-Селенгинской впадины // *География И Природные Ресурсы* 2018 № 2 С. 80–86.
37. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Методика оценки нарушений в наземных экосистемах и ландшафтах в результате климатических и гидрологических изменений // *Экосистемы: экология и динамика.* 2017. Т. 1. № 3. С. 146–188.
38. Козырева Е. А., Кадетова А. В., Рыбченков А. А., Пеллинина В. А., Светлакова А. А., Тарасова Ю. С. Типизация и современное состояние берегов озера Байкал. // *Водные ресурсы,* 2020. Том 47, № 4, с. 453–465.
39. Аненхонов О.А. Изучение климатогенной динамики растительного покрова: предпосылки, подходы, перспективы // *Известия ИГУ. Сер. «Биология. Экология».* 2012. Т. 5. № 3. С. 3–7.
40. Аненхонов О.А. Использование принципа актуализма при оценке климатогенных изменений растительного покрова // *Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии: Мат-лы Всеросс. конф.* Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2010. С. 450–453.
41. Рябцев В. «Аномальное многоводье на Ольхоне»: пост от 06.10.2021 года <https://ekogradmoscow.ru/2012-11-25-08-44-50/2012-11-25-08-49-32/anomalnoe-mnogovode-na-olkhone>

42. Цыдыпов Б.З., Гармаев Е.Ж., Аюржанаев А.А., Андреев С.Г., Батоцыренов Э.А., Алымбаева Ж.Б. Пространственно-временная динамика береговой линии севера оз. Байкал // Вестник ИРГТУ. 2014. № 11 (94). С. 111–116.
43. Динамика берегов озера Байкал при новом уровне режиме / ред. А.А. Пинигин. М.: Наука. 1976. 88 с.
44. Kozyreva E.A., Szczypek T., Trzchcinsky Yu.B., Wika S. Aeolian landscape of Yarki Island on northern Baikal // Acta GGM Debrecina. Geology, Geomorphology, Phys. Geography Ser. 2007. Vol. 2. P. 217–220.
45. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2011 году». Иркутск, 2012. 417 с.
46. Вика С., Намазов Б.Ц., Овчинников Г.И., Снытко В.А., Щипек Т. Пространственная структура эоловых урочищ восточного побережья озера Байкал. Иркутск: ИГ СО РАН, 2003. 76 с.
47. Бухарова Е.В. Злаки Баргузинского заповедника // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т 15. № 3(2). С. 810–815.
48. Санданов Д.В., Селютина И.Ю., Дулепова Н.А. Структура сообществ и ценопопуляций *Astragalus sergioeocanus* Gontsch. на побережье Байкала // Сибирский экологический журнал. 2014а. № 2. С. 295–305.
49. Гороховский Ю. «Никогда такого не было, и вот опять»: пост от 29.09.2021 https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=907366206876448&id=100028092315267
50. Ананин А. Повышение уровня Байкала угрожает заповедникам на территории Бурятии от 20.10.2021 <https://www.infpol.ru/234608-biolog-povyshenie-urovnya-baykala-ugrozhaet-zapovednikam-na-territorii-buryatii/>
51. Бойков Т.Г. Редкие растения и фитоценозы Забайкалья: Биология, эколого-географические аспекты и охрана. Новосибирск, 1999. 265 с.
52. Пашкевич В.Ю. Значение биотехнических мероприятий в ондатровых угодьях поймы реки Оби // Науч.-техн. информ. – Киров, 1964. – Вып. 10. – С. 3-9.
53. Wijnhoven, S., van der Velde G., Leuven R.S.E.W., Smitset A.J.M. Modelling recolonisation of heterogeneous river floodplains by small mammals // Hydrobiologia. – 2006. – 565. – P. 135–152.
54. Wlosinski J.H., Koljord E.R. Effects of water levels on ecosystems: An annotated bibliography. – U.S. Geological Survey, Environmental Management Technical Center, Onalaska, Wisconsin, 1996. – 261 pp.
55. Шепель А.И., Неганов В.Г. О влиянии колебания уровня воды в водохранилищах Пермской области на успешность гнездования водоплавающих птиц // Вестник Пермского университета. Биология. – 2004. – 2. – С. 102-104.
56. Фефелов И.В. Роль гидрологического режима дельты реки Селенги в динамике населения уток : автореф. дис. канд. биол. наук : 03.00.16 / Фефелов Игорь Владимирович ; НИИ биологии при Иркутском государственном университете. – Иркутск, 1996. – 18 с., ил. – Библиогр. : с. 18.
57. Desgranges J.-L., Ingram J., Drolet B., Morin J., Savage C., Borcard D. Modelling wetland bird response to water level changes in the Lake Ontario – St. Lawrence River hydrosystem // Environmental Monitoring and Assessment. – 2006. – 113. – 329–365.
58. Steen D.A., Gibbs J. P., Steven Timmermans S.T.A. Assessing the sensitivity of wetland bird communities to hydrologic change in the Eastern Great Lakes Region // Wetlands. – 2006. – Vol. 26, No. 2. – P. 605–611.
59. Zhang, C., Yuan, Y., Zeng, G., Liang, J., Guo, S., Huang, L., Hua, S., Wu, H., Zhu, Y., An, H., Zhang, L. Influence of hydrological regime and climatic factor on waterbird abundance in Dongting Lake Wetland, China: implications for biological conservation // Ecol. Eng. – 2016. – Vol. 90. – P. 473–481.

60. Guan, L., Wen, L., Feng, D., Zhang, H., Lei, G. Delayed flood recession in Central Yangtze floodplains can cause significant food shortages for wintering geese: results of inundation experiment // *Environ. Manag.* – 2014. – Vol. 54. – 6. – P. 1331–1341.
61. Wang, M., Gu, Q., Liu, G., Shen, J., Tang, X. Hydrological condition constrains vegetation dynamics for wintering waterfowl in China's east Dongting Lake wetland // *Sustainability.* – , 2019. – Vol. 11. – 18. –
62. Gao, Y., Xie, Y.-H., Zou, D.-S. Hydrological regime change and its ecological responses in east Dongting Lake, China // *Ecohydrol. Hydrobiol.* – 2020. – Vol. 20. – 1. – P. 142–150.
63. Zhang, P., Zou, Y.A., Xie, Y., Zhang, S., Chen, X., Li, F., Deng, Z., Zhang, H., Tu, W. Hydrology-driven responses of herbivorous geese in relation to changes in food quantity and quality // *Ecol. Evol.* – 2020. – Vol. 10. – 12. – P. 5281–5292.
64. Liang J., Meng Q.F., Li X., Yuan Y.J., Peng Y.H., Li X.D., Li S., Zhu Z.Q., Yan M. The influence of hydrological variables, climatic variables and food availability on Anatidae in interconnected river-lake systems, the middle and lower reaches of the Yangtze River floodplain // *Science of the Total Environment.* – 2021. – T. 768. – 144534.
65. Maheswaran G., Rahmani A.R. Effects of water level changes and wading bird abundance on the foraging behaviour of blacknecked storks *Ephippiorhynchus asiaticus* in Dudwa National Park, India // *Journal of Biosciences.* – 2001. – Vol. 26. – 3. – P. 373-382. DOI: 10.1007/BF02703747
66. Andersen D.C., Wilson K.R., Miller M.S., Falck M. Movement patterns of riparian small mammals during predictable floodplain inundation // *Journal of Mammalogy.* – 2000. – Vol. 81. – 4. – P. 1087–1099.
67. Ellis L.M., Molles M.C., Crawford C.S. Short-term effects of annual flooding on a population of *Peromyscus leucopus* in a Rio Grande riparian forest of central New Mexico // *The American Midland Naturalist.* – 1997. – Vol. 138. – P. 260–267.
68. Маслова И.В., Акуленко М.В., Портнягина Е.Ю., Похилюк Н.Е., Рогашевская Д.А. Редкие и исчезающие земноводные и пресмыкающиеся Приморского края (Дальний Восток России) // *Биота и среда природных территорий.* – 2021. – 4. – С. 102–121.

Раздел 1.1.6 (ГИН СО РАН)

- 1 Атлас волнения и ветра озера Байкал. Справочное и навигационное пособие. –Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 151с.
2. Агафонов Б.П. Эколитодинамика Байкальской рифтовой зоны. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1990. – 176 с.
3. Вика С., Иметхенов А.Б., Овчинников Г.И., Снытко В.А., Щипек Т. Эоловые и абразионные процессы побережий у залива Провал на Байкале. – Иркутск: Изд-во Ин-та земной коры СО РАН, 2006. – 56с.
4. Рабочий проект берегозащиты пос. Нижнеангарск от порта до р. Кичера. Т.3. – Сочи: ЧО ЦНИИС, 1992. – 129с.
5. Лут Б.Ф. Геоморфология дна Байкала// Геоморфология дна Байкала и его берегов. – М.: Наука. 1964 – С. 5-123.
6. Вознесенский А.В. Очерк климатических особенностей Байкала. – СПб.: Т-во Р. Голике и А. Вильборг, 1907. – 159 с.
7. Власова Л.К. Речные наносы бассейна озера Байкал. – Новосибирск: Наука, 1983. – 132 с.
8. Иметхенов А.Б. О катастрофических последствиях понижения уровня озера Байкал // Актуальные вопросы техносферной безопасности: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции/ п. Максимиха (15-18 сентября, 2015г.). – Улан-Удэ: Из-во Восточно - Сибирский государственный университет технологий и управления, 2015. – С. 63-68.
9. Материалы комплексного экологического обследования участков территорий, обосновывающие придание этим территориям правового статуса особо охраняемой природной

- территории регионального значения рекреационная местность «Побережье Байкала». МПР РБ. – Улан-Удэ, 2011.
10. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2017 году». – М.: Министерство природных ресурсов и экологии РФ, 2018. – С. 107.
 11. Казьмин С.Г. Расчет размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии Кабанской защитной дамбы. – Управление Бурятмелиоводхоз. Улан-Удэ, 2014. – 28 с.
 12. Дельта реки Селенги – естественный биофильтр и индикатор состояния озера Байкал. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – 314 с.
 13. Пальшин Г.Б. Кайнозойские отложения и оползни юго-восточного побережья Байкала. – Иркутск: Вост. Сиб. фил. АН СССР, 1955 – 201 с.
 14. Мац В.Д. К стратиграфии четвертичных отложений Северного Байкала // Динамика Байкальской впадины. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 258-273.
 15. Хандуева В.Д. Геоэкологические проблемы южного побережья озера Байкал. – Улан-Удэ, 2007. – 179 с.
 16. Рогозин А.А. Береговая зона Байкала и Хубсугула: морфология, динамика и история развития. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма. 1993. – 168 с.
 17. Мельничук Н.А., Новиков В.П. и др. Мерзлотно-гидрогеологические и инженерно-геологические изыскания Кичерской и Верхне-Ангарской впадин. Итоги комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба 1:200 000. – Улан-Удэ, 1980. – 175 с.
 18. Афанасьев А.Н. Береговая зона и циклические колебания уровня воды Байкала// Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-е, 1975. – С. 258-262.
 19. Берегоукрепление и защита участков берега оз. Байкал в Северобайкальском районе Республики Бурятия. Архипелаг «Остров Ярки» и местность «Дагары». – Сочи: Филиал ОАО ЦНИИС «НИЦ Морские берега», 2007. – 64 с.
 20. Афанасьев А.Н. Водные ресурсы и водный баланс бассейна озера Байкал. – Новосибирск: Наука, 1976. – 238 с.
 21. Шепард В.Ф. Морская геология. – Л.: Недра. Ленингр. Отд., 1976. – 488 с.
 22. Галазий Г.И., Лут Б.Ф. Морфолитодинамика береговой зоны и экологические последствия при изменении уровня озера Байкал // География и природные ресурсы. – 1994. – №4. – С. 15-27.
 23. Кулиш Л.Я. Некоторые особенности абразии и динамики наносов в зоне влияния берегоукрепительных сооружений на юго-восточном побережье Байкала // Сб. работ Иркутской ГМО. – Иркутск, 1966. – Вып.1. – С. 95-100.
 24. Казенкина Г.А., Ладохин Н.П. Донные отложения и некоторые особенности геоморфологии Посольского залива на Байкале // Исследования берегов водохранилищ и оз. Байкал. – М.: 1964. – С. 92-104.
 25. Сокольников Ю.Н. Инженерная морфодинамика берегов и ее приложения. – Киев: Наук. думка, 1976. – 224 с.
 26. Ильичева Е.А., Гагаринова О.В., Павлов М.В. Гидролого-геоморфологический анализ формирования ландшафтов дельты реки Селенги // География и природные ресурсы. – 2015. – №3. – С. 85-93.
 27. Уфимцев Г.Ф. Загадка залива Провал // Наука России. – 2004. – №1. – С. 75-79.
 28. Иметхенов А.Б. Катастрофические явления в береговой зоне Байкала. – Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. пед. Ин-та., 1994. – 85 с.
 29. Мартынов А.В., Рященко С.В., Белов А.В., Воробьев В.В. и др. Природопользование и охрана среды в бассейне Байкала. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1990. – 224 с.

30. Дмитриев Г.А. История осадконакопления на перешейке полуострова Святой нос (Байкал) // Мезозойские и кайнозойские озера Сибири. – М.: Наука, 1968. – С. 89-97.
31. Зенкевич В.П. О происхождении береговых баров и лагунных берегов // Труды института океанологии. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – С. 3-39.
32. Агафонов Б.П. Условия сноса продуктов выветривания с полуострова Святой Нос // Донные отложения Байкала. – М.: Наука, 1970. – С. 29-42.
33. Плюснин А. М., Украинцев А. В., Чернявский М. К., Перязева Е. Г., Ангахаева Н. А. Факторы и процессы образования соленого озера на берегу Байкала // Водные ресурсы. – 2021. – Т. 48, № 2. – С. 194–206.
34. Хахинов В.В., Намсараев Б.Б., Доржиева Г.С.С., Бурюхаев С.П. Гидрохимическая и микробиологическая характеристики болотных экосистем перешейка полуострова Святой Нос (озеро Байкал) // География и природные ресурсы. – 2012. – № 4. – С. 65-71.
35. Плюснин А.М., Замана Л.В., Шварцев С.Л., Токаренко О.Г., Чернявский М.К. Гидрогеохимические особенности состава азотных гидротерм Байкальской рифтовой зоны // Геология и геофизика. – 2013. – Т.54, №5. – С. 647-664.

Раздел 1.2.1 (ИГ СО РАН)

1. Комплекты геологических карт ВСЕГЕИ. [Электронный ресурс]. URL:<http://webmapget.vsegei.ru/index.html> (дата обращения 11.11.2021).
2. Козырева Е.А., Кадетова А.В., Рыбченко А.А., Пеллинен В.А., Светлаков А.А., Тарасова Ю.С. Типизация и современное состояние берегов озера Байкал // Водные ресурсы. – 2020. – Т. 47, № 4. – С. 453-465. <https://doi:10.31857/S0321059620040070>.
3. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / Отв. редакторы: А.Р. Батуев, А. В. Белов, Б. А. Богоявленский. – Москва-Иркутск: Роскартография, 2004. – 90 с.
4. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР: Братское водохранилище / Под ред. Ф. И. Белых, В. А. Знаменского. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 165 с.
5. Овчинников Г.И., Павлов С.Х., Тржцинский Ю.Б. Изменение геологической среды в зонах влияния Ангаро-Енисейских водохранилищ. – Новосибирск: Наука, 1999. – 254 с.
6. Инженерная геология Прибайкалья / Отв. ред. Г. Б. Пальшин. – М.: Наука, 1968. – 191 с.
7. Коржуев С.С. Геоморфология речных долин и гидроэнергетическое строительство. – М.: Наука, 1977. – 176 с.
8. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР: Иркут. водохранилище / Под ред. В.А. Знаменского, Н.Н. Янтер. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 140 с.
9. Демьянович Н.И. Прогноз оползней на ангарских водохранилищах. – Новосибирск: Наука, 1976. – 80 с.
10. Мониторинг экзогенных геологических процессов береговой зоны Иркутского и Братского водохранилищ: окончательный отчет / Науч. рук. Ю.Б. Тржцинский, Г. И. Овчинников. – Иркутск, 2004. – Том 1. – 195 с.
11. Рыбченко А.А. Инженерно-геодинамическая оценка современного состояния геологической среды г. Иркутска: Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2009. – 18 с. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003471686/.
12. Рыбченко А.А., Кадетова А.В., Хак В.А. Переработка участка берега Иркутского водохранилища, сложенного лёссовидными породами // Геоморфология. – 2014. – №2. – С. 61-67. https://elibrary.ru/download/elibrary_21630151_98398415.pdf.
13. Козырева Е.А., Рыбченко А.А., Мазаева О.А., Хак В.А., Кадетова А.В. Опасные инженерно-геологические процессы в зоне влияния Байкало-Ангарской гидротехнической системы // ГеоРиск. – 2012. – №3. – С. 38-50. https://www.geomark.ru/journals_list/zhurnal-georisk-32012/?attach=2061

14. Козырева Е.А., Бабичева В.А., Мазаева О.А. Трансформация геологической среды в зоне влияния водохранилищ Ангарского каскада ГЭС // Известия Иркут. гос. ун-та. Серия «Науки о Земле». – 2018. – Т. 25. – С. 66–87. <https://doi:10.26516/2073-3402.2018.25.66>
15. Рыбченко А.А., Кадетова А.В., Козырева Е.А. Результаты использования трехмерных моделей при мониторинге абразийного участка «Солнечный» (Иркутское водохранилище) // Вестник ИрГТУ. – 2012. – № 4 (63). – С. 61-67. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17702154>
16. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2016 году». – Иркутск: ООО «Мегапринт», 2018. – 274 с. https://mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii/
17. Мазур Г.С. Состояние русла и поймы р. Ангары в районе г. Ангарска за последние 70 лет // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – 2009. – Т. 2, № 2. – С. 134–148. <https://izvestiageo.isu.ru/ru/article/file?id=329>
18. Гидрогеология СССР. Том XIX Иркутская область / Вед. ред. В.Г. Ткачук. – М.: Недра, 1968. – 490 с. <https://hge.spbu.ru/biblioteka/regionalnaya-gidrogeologiya-i-gidrogeokhimiya/1339-?start=1>
19. Экологический атлас бассейна озера Байкал / Отв. ред. А.Р. Батуев, Л.М. Коротный, Ж. Оюнгэрэл, Д. Энхтайван. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2015. – 145 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=23952047>
20. Ландшафты юга Восточной Сибири (карта). М-б 1:1 500 000 / Под ред. В.С. Михеева, В. А. Ряшин. – М.: ГУГК, 1977. – 4л.
21. Распутина Е.А., Цыганкова М.В., Биличенко И.Н., Королькова Е.Э., Софронов А.П., Бардаш А.В. Ландшафты центральной экологической зоны Байкальской природной территории в пределах Республики Бурятия и их устойчивость к рекреационной нагрузке: оценка и картографирование // Геодезия и картография. – 2019. – Т. 80, № 10. – С. 21-33. <https://doi:10.22389/0016-7126-2019-952-10-21-33>
22. Белозерцева И.А., Владимиров И.Н., Убугунова В.И., Убугунов В.Л., Екимовская О.А., Бардаш А.В. Почвы водоохранной зоны озера Байкал и их использование // География и природные ресурсы. – 2016. – № 5. – С. 70-82. [https://doi:10.21782/GIPR0206-1619-2016-5\(70-82\)](https://doi:10.21782/GIPR0206-1619-2016-5(70-82)).
23. Danko L.V. The evolution of the Taiga Forest-Steppe ecotone of the Baikal region during the Holocene // [Geography and Natural Resources](#). – 2009. – Vol. 30, № 4. – Pp. 324-331. <https://doi:10.1016/j.gnr.2009.09.008>.
24. Гынинова А.Б., Шоба С.А., Балсанова Л.Д., Гынинова Б.Д. Почвы дельты реки Селенги (генезис, география, геохимия). – Улан-Удэ: Бурятский научный центр СО РАН, 2012. – 344 с.
25. Belozertseva I.A., Dorygotov D., Sorokovoy A.A. SoilsofpooloflakeBaikalandsoil-ecologicalzoninginterritoryof Russia and Mongolia // SYLWAN. – 2015. – Vol. 159, № 8. – P. 319-332. https://www.researchgate.net/publication/282651826_Soils_of_pool_of_lake_Baikal_and_soil-ecological_zoning_in_territory_of_Russia_and_Mongolia
26. Белозерцева И.А., Сороковой А.А. Почвенно-экологическое районирование Байкальского региона (включая территорию Монголии) // Геодезия и картография. – 2018. – № 10. – С. 54-64. <https://doi:10.22389/0016-7126-2018-940-10-54-64>
27. Коротный Л.М. Башалханова Л.Б., Белозерцева И.А., Гагаринова О.В., Емельянова Н. В., Сороковой А.А., Энх-Амгалан С. Экологическое состояние Иркутска, Улан-Удэ и Улан-Батора // География и природные ресурсы. – 2022. – № 1. – С. <https://doi:10.15372/GIPR20220108>
28. Плюснин В.М., Сороковой А.А. Геоинформационный анализ ландшафтной структуры Байкальской природной территории. – Новосибирск: Гео, 2013. – 187 с.
29. Белов А.В., Лопаткин Д.А. Растительность // Экологический атлас Байкальского региона. [Электронный ресурс]. <http://atlas.isc.irk.ru> (дата обращения 20.01.2021г.).

30. Азовский М.Г. Особенности распространения высшей водной растительности вдоль западного берега озера Байкал // География и природ. ресурсы. – 2006. – №3. – С. 62-68. <https://elibrary.ru/item.asp?id=9295810>
31. Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна / Под ред. О. А. Тимошкин, Т.Я. Ситникова, О.Т. Русинек и др. – Новосибирск: Наука, 2004. – Т. 1.: озеро Байкал, кн. 2. – 1679 с.
32. Дурнев Ю.И., Морошенко Н.В. Байкальск // Птицы городов России. – СПб.: КМК, 2012. – С. 33-54.
33. Лямкин В.Ф. Экология и зоогеография млекопитающих межгорных котловин Байкальской рифтовой зоны. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. – 133 с.
34. Уникальные объекты живой природы бассейна Байкала / Отв. ред. Л.В. Попов. – Новосибирск: Наука, 1990. – 224 с.
35. Скрябин Н.Г. Водоплавающие птицы Байкала. – Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1975. – 244 с.
36. Фефелов И.В. Дополнение к результатам учета зимующих уток в истоке Ангары с судна на воздушной подушке в марте 2012 г. // Байкальский зоологический журнал. – 2012. – № 3 (11). – С. 97-98. <https://elibrary.ru/item.asp?id=20448834>
37. Мельников Ю.И., Попов В.В., Жовтук П.И. Численность, распределение и видовой состав водоплавающих птиц на «холодной» зимовке в истоке р. Ангара: повторный учет с использованием СВП «ХИВУС-10» // Байкальский зоологический журнал. – 2013. – № 1(12). – С. 43-48. <https://elibrary.ru/item.asp?id=20417441>
38. Преловский В.А., Петраченков А.В., Холин А.В. Список птиц бассейна реки Голоустная // Байкальский зоологический журнал. – 2010. – № 1 (4). – С. 47-55. <https://elibrary.ru/item.asp?id=20417489>
39. Преловский В.А. Герпетофауна Прибайкальского национального парка // Труды Прибайкальского национального парка. – Иркутск: ИГУ, 2007. – Вып. 2. – С. 165-174.
40. Пыжьянов С.В., Березовская А.О. Биология горбоносого турпана *Melanitta deglandi* на малом море (озеро Байкал) // Байкальский зоологический журнал. – 2012. – № 1(9). – С. 66-74. <https://elibrary.ru/item.asp?id=20424265>
41. Елаев Э.Н., Доржиев Ц.З., Ананин А.А., Пыжьянов С.В., Янкус Г.А., Бадмаева Е.Н., Мокридина М.С., Аюрзанаева И.А. История гнездования и динамика численности большого баклана (*Phalacrocorax carbo* L., 1758) в Байкальской Сибири // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. – 2021. – № 3. – С. 21-32. <https://doi:10.18101/2587-7143-2021-3-21-32>
42. Пыжьянов С.В. Серебристая чайка на Байкале. – Иркутск: Иркутский государственный педагогический университет, 1997. – 70 с.
43. Пыжьянов С.В., Мокридина М.С., Тупицын И.И. Монгольская чайка на Байкале: многолетняя динамика // Орнитологические исследования в странах Северной Евразии. Минск, 2021. – Том 30, № 2043 – С. 1107-1108. <https://cyberleninka.ru/article/n/mongolskaya-chayka-larus-vegae-mongolicus-na-baykale-mnogoletnyaya-dinamika/viewer>
44. Литвинов Н.И. Фауна островов Байкала (наземные позвоночные животные). Иркутск: ИГУ, 1982. – 132 с.
45. Байкал. Атлас. / Гл. ред. Г.И. Галазий. – М.: Роскартография, 1993. – 160 с.

Раздел 1.2.2 (ЛИН СО РАН)

1. Kravtsova L.S., Izboldina L.A., Khanaev I.V., Pomazkina G.V., Rodionova E.V., Domyshva V.M., Sakirko M.V., Tomberg I.V., Kostornova T.Ya., Kravchenko O.S., Kupchinsky A.B. Nearshore benthic blooms of filamentous green algae in Lake Baikal // Journal of Great Lakes Research. – 2014. – Vol. 40 (2). – P. 441-448.
2. Афанасьева Э.Л. Систематические многолетние наблюдения за изменением режима Байкала (метеорология, гидрология, химизм, численность и видовой состав планктона), Промежуточный отчет за 1961 г. по разделу зоопланктон комплексной темы № 5. – 8 с.
3. Путь познания Байкала / ред. Галазий Г.И., Вотинцев К.К. – Новосибирск: Наука, 1987. – 304 с.
4. Ижболдина Л.А. Мейо- и макрофитобентос озера Байкал (водоросли). – Издательство ИГУ, 1990. – 176 с.
5. Бекман М.Ю. Распределение бентоса в приустьевом пространстве Селенги. Промежуточный отчет за 1961 г. по теме № 8. – 10 с.
6. Лимнология придельтовых пространств Байкала. Количественная характеристика бентоса / ред. Галазий Г.И. – Л.: Наука, 1971. – 296 с.
7. Поповская Г.И. Многолетние изменения доминантных видов диатомовых водорослей в пелагиали Южного Байкала // Проблемы экологии Прибайкалья. – Иркутск, 1979. – С. 100-101.
8. Bondarenko N.A., Ozersky T., Obolkina L.A., Tikhonova I.V., Sorokovikova E.G., Sakirko M.V., Potapov S.A., Blinov V.V., Zhdanov A.A., Belykh O.I. Recent changes in the spring microplankton of Lake Baikal, Russia // Limnologia. – 2019. – Vol. 75. – P. 19-29.
9. Мониторинг состояния озера Байкал. Межгодовая и сезонная изменчивость зоопланктона литорали Южного Байкала / ред. Израэль Ю.А., Анохин Ю.А. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1991. – 264 с.
10. Вилисова И.К. Зоопланктон Малого моря, Исследования Малого моря // Труды БЛС. – 1959. – Т. 17. – С. 275-305.
11. Афанасьева Э.Л. Биология байкальской эпишуры. – Новосибирск: Наука, 1977 а. – 144 с.
12. Афанасьева Э.Л. Состав, численность и продукция зоопланктона (1961-1974 гг.) // Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость / ред. М.Ю. Бекман. – Новосибирск: Наука, 1977 б. – С. 39-61.
13. Sheveleva N.G., Penkova O.G., Makarkina N.V. Population monitoring of *Epischura baikalensis* Sars, 1900 in Maloye More Strait (Lake Baikal) // Limnology and Freshwater Biology. – 2018. – № 2. – P. 144-149.
14. Тимошкин О. А., Мальник В. В., Сакирко М. В., Боедекер К. Экологический кризис на Байкале: ученые ставят диагноз // Наука из первых рук. – 2014. – № 5(59). – С. 74-91.
15. Тимошкин О.А., Бондаренко Н.А., Волкова Е.А., Томберг И.В., Вишняков В.С., Мальник В.В. Массовое развитие зеленых нитчатых водорослей родов *Spirogyra* и *Stigeoclonium* (Chlorophyta) в прибрежной зоне Южного Байкала // Гидробиологический журнал. – 2014. – Т. 50, № 5. – С. 15-26.
16. Кравцова Л.С., Ижболдина Л.А., Ханаев И.В., Помазкина Г.В., Домышева В.М., Кравченко О.С., Грачев М.А. Нарушение вертикальной зональности зеленых водорослей в открытом Лиственничном заливе озера Байкал, как следствие локального антропогенного воздействия. // Доклады Академии наук (Общая биология). – 2012. – Т. 447. – № 2. – С. 227-229.
17. Timoshkin O.A., Samsonov D.P., Yamamuro M., Moore M.V., Belykh O.I., Malnik V.V., Sakirko M.V., Shirokaya A.A., Bondarenko N.A., Domyshva V.M., Fedorova G.A., Kochetkov A.I., Kuzmin A.V., Lukhnev A.G., Medvezhonkova O.V., Nepokrytykh A.V., Pasynkova E.M., Poberezhnaya A.E., Potapskaya N.V., Rozhkova N.A., Sheveleva N.G., Tikhonova I.V., Timoshkina E.M., Tomberg I.V., Volkova E.A., Zaitseva E.P., Zvereva Yu.M., Kupchinsky A.B., Bukshuk N.A. Rapid ecological

change in the coastal zone of Lake Baikal (East Siberia): Is the site of the world's greatest freshwater biodiversity in danger? // *Journal of Great Lakes Research*. – 2016. – № 42. – P. 487-497.

18. Каплина Г.С. Макрозообентос каменистых грунтов литорали оз. Байкал и его сезонная динамика (данные 1963-1968 гг., район Больших Котов) / Продуктивность Байкала и антропогенные изменения его природы. – Иркутск: Издательство БГНИИ при ИГУ, 1974. – С. 126-137.

19. Окунева Г.Л. Состояние мезобентоса в районе Утулик – Мурина Южного Байкала в 1968-1970 гг. / Продуктивность Байкала и антропогенные изменения его природы / ред. Кожова О.М. – Иркутск, 1974. – С. 206-214.

20. Атлас Байкала / гл. ред. Галазий Г.И. – М.: Федер. служба геодезии и картографии России, 1993. – 160 с.

21. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – 2021, 1004 с.

22. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. – 2021, 65 с.

23. МУК 4.2.1884-04 Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. Методические указания. – 2005, 49 с.

24. Тымчук С.Н., Ларин В.Е., Соколов Д.М. Наиболее значимые санитарно-микробиологические показатели оценки качества питьевой воды // *Водоснабж. и сан. техника*. – 2013. – № 11. – С. 8-15.

25. Belykh O.I., Drucker V.V. Microbiological studies of Lake Baikal in Limnological institute: past and present // *Limnology and Freshwater Biology*. – 2018. – Vol. 1. – Iss. 1 – P. 18-27.

26. Дрюккер В.В., Косторнова Т.Я., Моложавая О.А., Афанасьев В.А. Оценка качества воды оз. Байкал по санитарно-бактериологическим показателям // *География и природные ресурсы*. – 1993. – № 1. – С. 60-64.

27. Парфенова В.В., Земская Т.И., Павлова О.Н., Косторнова Т.Я., Никулина И.Г., Кравченко О.С., Сулова М.Ю. (RU). Свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2009620013 РОСПАТЕНТ РФ. Санитарно-бактериологические показатели качества воды озера Байкал. Правообладатель: Лимнологический институт СО РАН. – Заявка № 2008620385. – Дата регистрации 11.01.2009 г. – 2009.

28. Сулова М.Ю., Штыкова Ю.Р., Косторнова Т.Я., Подлесная Г.В., Суханова Е.В., Зименс Е.А., Галащянц А.Д., Горшкова А.С., Белых О.И. База данных «Численность культивируемых санитарно-показательных и других групп бактерий в водах оз. Байкал и его притоков» http://lin.irk.ru/microb_samples/.

29. Гоман Г.А. К характеристике бактерий водной толщи Южного Байкала // *Гидробиологический журнал*. – 1973. – Т. 9. – № 1. – С. 85-88.

30. Максимова Э.А., Максимов В.Н. Микробиология вод Байкала. – Иркутск: Иркут. ун-т., 1989. – С. 168.

31. Щетинина Е.В., Максимов В.В., Крайковская О.В., Максимова Е.А. Оценка состояния водных масс Южного Байкала в районе влияния Байкальского ЦБК по многолетним микробиологическим показателям // *Водные ресурсы*. – 2013. – Т. 40. – № 6. – С. 649-656.

32. Timoshkin O.A., Samsonov D.P., Yamamuro M., Moore M.V., Belykh O.I., Malnik V.V., Sakirko M.V., Shirokaya A.A., Bondarenko N.A., Domysheva V.M., Fedorova G.A., Kochetkov A.I., Kuzmin A.V., Lukhnev A.G., Medvezhonkova O.V., Nepokrytykh A.V., Pasynkova E.M., Poberezhnaya A.E., Potapskaya N.V., Rozhkova N.A., Sheveleva N.G., Tikhonova I.V., Timoshkina E.M., Tomberg I.V., Volkova E.A., Zaitseva E.P., Zvereva Yu.M., Kupchinsky A.B., Bukshuk N.A. Rapid ecological

change in the coastal zone of Lake Baikal (East Siberia): Is the site of the world's greatest freshwater biodiversity in danger? // *Journal of Great Lakes Research*. – 2016. – Vol. 42, № 3. – P. 487-497.

33. Штыкова Ю.Р., Сулова М.Ю., Косторнова Т.Я., Суханова Е.В., Пестунова О.С., Горшкова А.С., Галачьянц А.Д., Парфенова В.В. Мониторинг санитарно-микробиологического состояния пелагиали озера Байкал и устьев впадающих в него крупных рек с 2010 по 2015 г. // *Известия ИГУ. Серия «Биология. Экология»*. – 2016. – Т. 17. – С. 50-61.

34. Suslova M.Yu., Shtykova Yu.R., Sukhanova E.V., Podlesnaya G.V., Kostornova T.Ya., Grebenshchikova V.I., Belykh O.I. The use of microbiological monitoring to assess the impact of the anthropogenic influence on the ecosystem of Lake Baikal // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2019. – Vol. 381. – № 1.

35. Бондаренко Н.А., Мальник В.В., Вишняков В.С., Рожкова Н.А., Синюкович В.Н., Горшкова А.С., Тимошкин О.А., Матвеев А.Н. Современное состояние биоты дельты реки Селенги (бассейн озера Байкал) в условиях нестабильности гидрологического режима. Сообщение I. Сообщение I. Микробное сообщество и водоросли // *Гидробиологический журнал*. – 2015. – № 5. – С. 17-28.

36. Штыкова Ю.Р., Дрюккер В.В., Сороковикова Е.Г., Жученко Н.А., Зименс Е.А., Белых О.И. Санитарно-микробиологический и токсикологический мониторинг озера Байкал. Часть 1: Акватория Малого моря в 2016 г. // *Системы контроля окружающей среды*. – 2018. – № 11 (31). – С. 110-114.

37. Синюкович В.Н., Чернышов М.С. Современные проблемы регулирования уровня озера Байкал // *Известия ИГУ. Серия «Науки о Земле»*. – 2018. – Т. 24. – С. 99-110.

38. Русинек О.Т., Тахтеев В.В., Гладкочуб Д.П., Ходжер Т.В., Буднев Н.М., Безрукова Е.В., Галкин В.В., Галкина В.И., Гранина Л.З., Горюнова О.И., Донская Т.В., Домышева В.Н., Ефимова И.М., Зилов Е.А., Кузьмин М.И., Лопатовская О.Г., Лямкин В.Ф., Мазукабзов А.М., Мац В.Д., Плешанов А.С., Фиалков В.А., Шаманова С.И., Шерстянкин П.П., Шимараев М.Н. Байкаловедение: в 2-х книгах. Кн.1. / ред. О.Т. Русинек, В.В. Тахтеев, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Ходжер, Н.М. Буднева. – Новосибирск: Наука, 2012. – 468 с.

39. Синюкович В.Н., Чернышов М.С. Особенности многолетней изменчивости притока поверхностных вод в озеро Байкал // *Метеорология и гидрология*. – 2019. – № 10. – С. 30-39.

40. Гармаев Е.Ж., Цыдыпов Б.З. Уровенный режим оз. Байкал: состояние и перспективы в новых условиях регламентации // *Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география*. – 2019. – № 1. – С. 37-44.

41. Синюкович В.Н., Кучер К.М. Некоторые результаты изучения уровневого режима оз. Байкал с использованием измерительных систем разных поколений // *Актуальные проблемы науки Прибайкалья. Вып.1.* / ред. И. В. Бычков, А. Л. Казаков – Иркутск: Изд-во ин-та Географии, 2015. – С. 221-225.

42. Bessudova A.Yu., Sorokovikova L.M., Sinyukovich V.N., Firsova A.D., Tomberg I.V., Likhoshway Y.V. Effects of water levels on species diversity of silica-scaled chrysophytes in large tributaries of Lake Baikal // *Acta Biologica Sibirica*. – 2020. – № 6. – P. 11-32.

43. Младова Т.А. Численность и биомасса бактериопланктона // *Лимнология придельтовых пространств Байкала*. – Л.: Наука, 1971. – 294 с.

44. Сороковикова Л.М., Тулохонов А.К., Синюкович В.Н., Поповская Г.И., Никулина И.Г., Томберг И.В., Башенхаева Н.В., Максименко С.Ю., Погодаева Т.В., Ильичева Е.А., Некрасов А.В. Качество вод в дельте реки Селенги // *География и природные ресурсы*. – 2005. – № 1. – С. 73-80.

45. Ковадло А.С., Дрюккер В.В. Изучение бактериопланктона реки Селенги и оценка качества вод по микробиологическим показателям // *Известия ИГУ. Серия «Науки о земле»*. – 2010. – Т. 3. – № 2. – С. 80-87

46. Максименко С.Ю., Иванов В.Г., Бурюхаев С.П., Шимараев М.Н., Земская Т.И. Структура микробных сообществ в зоне впадения р. Верхняя Ангара в оз. Байкал. // Гидробиологический журнал. – 2012. – Т. 48. – № 2. – С. 55-68.
47. Синюкович В.Н., Чернышов М.С. О трансформации расчетных характеристик годового и максимального стока главных притоков оз. Байкал // Водные ресурсы. – 2017. – Т. 44. – № 3. – С. 256-263.
48. Суслова М.Ю., Пестунова О.С., Парфенова В.В. Оценка качества вод. р. Селенги и ее дельты по санитарно-микробиологическим показателям // Гидробиологический журнал. – 2017. – Т. 53. – № 1. – С. 74-84.
49. Мальник В.В., Штыкова Ю.Р., Сутурин А.Н., Тимошкин О.А. Влияние населенных пунктов на санитарно-микробиологическое состояние малых притоков и прибрежных вод на примере залива Лиственничный (Южный Байкал) // География и природные ресурсы. – 2019. – Т. 40. – № 4. – С. 84-92.
50. Суслова М.Ю., Суханова Е.В. Микробиологическая характеристика вод литоральной зоны озера Байкал в районе п. Листвянка // Всероссийская научная конференция «Фундаментальные проблемы экологии России». – г. Иркутск, 2017. – С. 188.
51. Вотинцев К.К. Гидрохимия озера Байкал. М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 310 с.
52. Голобокова Л.П., Сакирко М.В., Онищук Н.А., Погодаева Т.В., Сезько Н.П., Доля И.Н. Часть VI. Глава 4. Гидрохимическая характеристика вод литорали северо-западного участка Южного Байкала // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Том 2 Водоемы и водотоки юга Восточной Сибири и Северной Монголии. Книга 1. – 2009. – С. 760-784.
53. Домышева В.М., Сакирко М.В., Пестунов Д.А., Панченко М.В. Сезонный ход процесса газообмена CO₂ в системе «атмосфера вода» в литорали Южного Байкала. 1. Гидрологическая весна // Оптика атмосферы и океана. – 2010. – Т. 23. – № 12. – С. 1067-1074.
54. Домышева В.М., Сакирко М.В., Пестунов Д.А., Панченко М.В. Сезонный ход процесса газообмена CO₂ в системе «атмосфера вода» в литорали Южного Байкала. 2. Гидрологическое лето // Оптика атмосферы и океана. – 2011. – Т. 24. – № 9. – С. 737-742.
55. Томберг И.В., Сакирко М.В., Домышева В.М., Сезько Н.П., Лопатина И.Н., Башенхаева Н.В., Филевич Е.А., Куликова Н.Н., Попова О.В., Мальник В.В., Лухнев А.Г., Зайцева Е.П., Потапская Н.В., Зверева Ю.М., Тимошкин О.А. Первые сведения о химическом составе интерстициальных вод заплесковой зоны озера Байкал // Известия ИГУ. Серия «Биология. Экология». – 2012. – Т. 5. – № 3. – С. 64-74.
56. Вотинцев К.К., Верболова Н.В., Мещерякова А.И. Горизонтальное распределение некоторых компонентов в верхнем слое воды озера Байкал // Гидрохимические исследования озера Байкал М.: Изд-во АН СССР. – 1963. – С. 95-112.
57. Tomberg I.V., Sinyukovich V.N., Ivanov V.G., Sorokovikova L.M. Transformation of the chemical composition of waters from the Barguzin River in the Barguzin Bay (Lake Baikal) // Limnology and Freshwater Biology. – 2019. – № 4. – P. 275-280.
58. Sorokovikova L.M., Tomberg I.V., Sinyukovich V.N., Ivanov V.G. Dynamics of nutrient concentrations and eutrophication of the waters in Barguzin Bay (Lake Baikal) // Limnology and Freshwater Biology. – 2020. – № 4. – P. 890-891.
59. Timoshkin O.A., Bondarenko N.A., Kulikova N.N., Lukhnev A.G., Maximova N.V., Malnik V.V., Moore M.V., Nepokrytykh A.V., Obolkina L.A., Rozhkova N.A., Shirokaya A.A., Tomberg I.V., Zaitseva E.P., Bukshuk N.A., Poberezhnaya A.E., Gula M.I., Timoshkina E.M., Volkova E.A., Zvereva Yu.M. Protection of Lake Baikal requires more stringent, not more lenient, environmental regulation // Journal of Great Lakes Research. – 2019. – Vol. 45. – № 3. – P. 401-402.
60. Kravtsova L.S., Izhboldina L.A., Khanaev I.V., Pomazkina G.V., Rodionova E.V., Domysheva V.M., Sakirko M.V., Tomberg I.V., Kostornova T.Ya., Kravchenko O.S., Kupchinsky A.B. Nearshore

- benthic blooms of filamentous green algae in Lake Baikal // Great Lakes Research. – 2014. – Vol. 40. – P. 441-448.
61. Khanaev I.V., Kravtsova L.S., Maikova O.O., Bukshuk N.A., Sakirko M.V., Kulakova N.V., Butina T.V., Nebesnykh I.A., Belikov S.I. Current state of the sponge fauna (Porifera: Lubomirskiidae) of Lake Baikal: Sponge disease and the problem of conservation of diversity // Journal of Great Lakes Research. – 2018. – № 44. – P. 77-85.
62. Volkova E.A., Bondarenko N.A., Timoshkin O.A. Morphotaxonomy, distribution and abundance of *Spirogyra* (Zygnematophyceae, Charophyta) in Lake Baikal, East Siberia // Phycologia. – 2018. – Vol. 57. – № 3. – P. 298-308.
63. Домышева В.М., Сороковикова Л.М., Синюкович В.Н., Онищук Н.А., Сакирко М.В., Томберг И.В., Жученко Н.А., Голобокова Л.П., Ходжер Т.В. Ионный состав воды озера Байкал, его притоков и истока реки Ангара в современный период // Метеорология и гидрология. – 2019. – № 10. – С. 77-86.
64. Khodzher T.V., Domysheva V.M., Sorokovikova L.M., Sakirko M.V., Tomberg I.V. Current chemical composition of Lake Baikal water // Inland Waters. – 2017. – Vol. 7. – № 3. – P. 250-258.
65. Kravtsova L.S., Izhboldina L.A., Khanaev I.V., Pomazkina G.V., Rodionova E.V., Domysheva V.M., Sakirko M.V., Tomberg I.V., Kostornova T.Ya., Kravchenko O.S., Kupchinsky A.B. Nearshore benthic blooms of filamentous green algae in Lake Baikal // Journal of Great Lakes Research. – 2014. – Vol. 40 (2). – P. 441-448.
66. Петерфельд В.А. Материалы, обосновывающие общие допустимые уловы водных биологических ресурсов в озере Байкал (с впадающими в него реками) на 2018 г. (с оценкой воздействия на окружающую среду) (для общественных слушаний). 2017. URL: <http://ольхонский-район.рф/tinybrowser/files/novosti/odu-na-2018-god-dlya-obschestvennyh-slushaniy.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).
67. Соколов А.В., Петерфельд В.А. О причинах введения запрета на промысловый лов омуля (*Coregonus autumnalis migratorius*, Georgi) озера Байкал в современный период // Балтийский морской форум: материалы VI Международного Балтийского морского форума, Калининград, 03-06 сентября 2018 года. – Калининград: Калининградский государственный технический университет, 2018. – С. 158-164.
68. Аношко П.Н., Макаров М.М., Зоркальцев В.И., Деникина Н.Н., Дзюба Е.В. Ограничение на вылов байкальского омуля *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) и вероятные экологические последствия // Юг России: экология, развитие. – 2020. – Т.15, № 3. – С. 132-143. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-132-143.
69. Ткачев В.В., Варнавский А.В., Бобков А.И., Тугарин А.И. Современное состояние популяции байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gm.) // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2016. – Т. 3. – № 1(9). – С. 53-63.
70. Коряков Е.А. Пелагические бычковые Байкала / АН СССР.СО. Лимнол. ин-т. – М: Наука, 1972. – 155 с.
71. Стариков Г.В. Голомянки Байкала / АН СССР СО Лимнол. ин-т. ред. Пастухов В.Д. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 95.
72. Стариков Г.В. Динамика численности, биомассы и продукции голомянок // Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 105-115.
73. Потакуев Я.Г. Питание и пищевые взаимоотношения планктоноядных рыб оз. Байкал: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Иркутск, 1954. – 26 с.
74. Коряков Е.А. Биология, ресурсы и хозяйственное значение голомянок. // Исследования по ихтиофауне Байкала. – М., 1964. – С. 3-75.
75. Дзюба Е.В. Исследование пищевых стратегий пелагических рыб Байкала: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Борок, 2004. – 24 с.

76. Anoshko P.N., Dzyuba Ye.V., Melnik N.G. Size-age variations of outer morphology and trophic status of the sculpins *Comephorus dybowski* Korotneff and *C. baicalensis* (Pallas) (Cottoidei, Comephoridae) during their growth in Lake Baikal // New Scope on Sustainable Watersheds In East Siberia. DIWPA Series Volume 3 (2002). Proceedings of the International Workshop; 14-17 October 1999; Kyoto, Japan. Ред. Oleg A. Timoshkin, Noboru Fujita, Jotaro Urabe & Eitaro Wada – Novosibirsk, Russia: Nauka-Center Publishers. –2002. – P. 127-140.
77. Волерман И.Б., Конторин В.В. Биологические сообщества рыб и нерпы в Байкале. – Новосибирск: Наука. – 1983. – С. 248.
78. Коряков Е.А. Пелагические бычковые Байкала / АН СССР.СО. Лимнол. ин-т. – М: Наука, 1972. – 155 с.
79. Пастухов В.Д. Нерпа Байкала: Биологические основы рационального использования и охраны ресурсов– Новосибирск: Наука, 1993. – С. 272.
80. Петров Е.А. Байкальская нерпа (Эколого-эволюционные аспекты): диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. – Улан-Удэ, 2003. – 364 с.
81. Watanabe Y., Baranov E.A., Sato K., Naito Y., Miyazaki N. Foraging tactics of Baikal seals differ between day and night // Marine Ecology Progress Series. – 2004. – Vol. 279 (September 28 2004). – P. 283-289.
82. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. – М.: Наука, 1976. – 288 с.
83. Прасолов В.А. Динамические модели с запаздыванием и их приложения в экономике и инженерии: учебное пособие. – С-Пб.: Лань, 2010. – 192 с.
84. Мамонтов А.М., Аношко П.Н., Сороковиков А.В., Котов А.Н., Ханаев И.В. Динамика пространственного распределения и размерная структура голомянок (COMEPHORIDAE) в прибрежной пелагиали южного Байкала в зимний период // Труды кафедры зоологии позвоночных. – Иркутск: Иркутский ун-т, 2004. – Т. 2. – С. 52-64.
85. Соловьева М. А., Филипенко Г. Ю., Глазов Д. М. и др. Активность перемещений байкальской нерпы по данным спутникового мечения // Труды ВНИРО. – 2020. – Т. 181. – С. 92-101. DOI 10.36038/2307-3497-2020-181-92-101.
86. Гурова Л.А., Пастухов В.Д. Питание и пищевые взаимоотношения пелагических рыб и нерпы Байкала / Тр. АН СССР. СО. Лимнол. ин-т. ред. Галазий Г.И. – Новосибирск, 1974. – Т. 24. – С. 185.
87. Петров Е.А., Смирнова О.Г. Питание байкальской нерпы // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 53-57.
88. Петров Е.А., Смирнова О.Г., Ткачев В.В. Потребление ценных промысловых видов рыб байкальской нерпой (*Pusa sibirica* Gm., Phochidae, Pinnipedia) // Сибирский экологический журнал. – 2007. – Т. 14. – № 4. – С. 639-652.
89. Bogdanov V.E. Phenetic relationships and diagnostic features of sculpins of the genus *Cottocomephorus* (Perciformes: Cottidae) // Limnology and Freshwater Biology. – 2019. – № 2. – P. 223-231. DOI: 10.31951/2658-3518-2019-A-2-223.
90. Sideleva V.G. Resource fishes of Lake Baikal what we lost during 200 years of their use // Limnology and Freshwater Biology. – 2020. – № 4. – P. 628-629.
91. Сиделева В.Г. Ресурсные рыбы озера Байкал. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020. – 237 с.
92. Базов А.В. Очерки истории байкальских рыбных промыслов / А.В. Базов. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2020. – 292 с.
93. Талиев Д.Н. Бычки-подкаменщики Байкала (Cottoidei). – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – 603 с.

94. Шунтов В.П. Управление морскими биологическими ресурсами – это пока все еще мечта, а не реальность // Известия ТИНРО. – 2004. – Т. 137. – С. 232-240.
95. Шунтов В.П. Концептуальные заметки об управлении биологическими ресурсами, рациональном и устойчивом рыболовстве // Вопросы рыболовства. – 2016. – Т. 17, № 1. – С. 5-19.
96. Иванов О.А. Смена парадигм управления рыболовством: от концепции к реализации? // Известия ТИНРО. – 2017. – Т. 190. – С. 3-17.
97. Бабаян В.К. Осторожный подход к управлению рыболовством // Рыбное хозяйство. – 1998. – № 4. – С. 30-32.
98. Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): анализ и рекомендации по применению. – М.: ВНИРО, 2000. – 192 с.
99. Филин А.А. Реализация экосистемного подхода к управлению биоресурсами Баренцева моря // Известия ТИНРО. – 2004. – Т. 137. – С. 67-76.
100. Мамонтов А.М. Оценка общих уловов в озере Байкал // География и природные ресурсы. – 2009. – № 1. – С. 75-80.
101. Соколов А.В., Петерфельд В.А. Методические аспекты рыбохозяйственного мониторинга состояния запасов омуля озера Байкал // Известия КТГУ. – 2011. – № 22. – С. 182-189.
102. Матковский А.К., Крохалевский В.Р. Регулирование промысла сиговых рыб с помощью ОДУ. Проблемы и пути их решения // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб: материалы восьмого международного научно-производственного совещания. – Тюмень: ФГУП «Госрыбцентр», 2013. – С. 140-146.
103. Материалы, обосновывающие общие допустимые уловы водных биологических ресурсов в озере Байкал (с впадающими в него реками) на 2018 г. (с оценкой воздействия на окружающую среду) (для общественных слушаний). 2017. URL: <http://ольхонский-район.Рф/tinybrowser/filesnovosti/odu-na-2018-god-dlya-obschestvennyh-slushaniy.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).
104. Майстренко С.Г., Майстренко М.А. Биология и структурные особенности искусственно воспроизводимого стада посольского омуля // Рыбное хозяйство. – 2006. – № 5. – С. 94-99.
105. Шibaев С.В. [Формальная теория жизни рыб Ф.И. Баранова и ее значение в развитии рыбохозяйственной науки](#) // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 157. – С. 127-142.
106. Smirnov V.V, Smirnova-Zalumi N.S., Sukhanova L.V. Fishery management of omul (*Coregonus autumnalis migratorius*) as part of the conservation of ichthyofauna diversity in Lake Baikal // Polish Journal of Natural Sciences. – 2012. – Vol. 27. – Iss. 2. – P. 203-214.
107. Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С., Суханова Л.В., Благодетелев А.И. О мерах по сохранению ресурсов байкальского омуля *Coregonus migratorius* // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2015. – № 4. – С. 42-45.
108. Смирнов В.В., Шумилов И.П. Омули Байкала. – Новосибирск: Наука, 1974. – 160 с.
109. Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С., Суханова Л.В. Микроэволюция байкальского омуля. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 246 с.

Раздел 1.3.1 (ИГ СО РАН)

1. Алаев Э. Б. Социально-экономическая география: понятийно-терминологический словарь. – М.: Мысль, 1983. – 230 с.
2. Шарьгин М. Д. Современные проблемы экономической и социальной географии: учебное пособие. – Пермь: Пермский университет, 2008. – 427 с.
3. Жилищный кодекс РФ от 29 декабря 2004 г. № 188-ФЗ (с изменениями и дополнениями вступают в силу с 01.01.2022). [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51057/ (дата обращения 10. 02. 2022).
4. Румянцева Е. Е. Новая экономическая энциклопедия. – М: ИНФРА-М, 2005. – 724 с.
5. Федеральный закон РФ от 29 июля 2017 г. № 217-ФЗ (вступил в силу с 1 января 2019 г.) «О ведении гражданами садоводства и огородничества для собственных нужд и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: <https://realty.rbc.ru/news/5ebacf279a79478b1300b369> (дата обращения 10. 02. 2022).
6. Федеральный закон от 25 июня 2002 г. (с изменениями на 21 декабря 2021 года) № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/ (дата обращения 10. 02. 2022).
7. Андреева И. О., Ташак В. И., Кобылкин Д. В. Культурное наследие центральной экологической зоны озера Байкал // География и природные ресурсы. – 2016. – № 5. – с. 204-209. [https://doi:10.21782/GIPR0206-1619-2016-5\(204-209\)](https://doi:10.21782/GIPR0206-1619-2016-5(204-209))
8. Горюнова О. И., Свинин В. В. Ольхонский район: материалы к Своду памятников истории и культуры Иркутской области. – Иркутск: Арком, 1995. – 140 с.

Раздел 1.3.2 (БИП СО РАН)

1. Итоги социально-экономических показателей развития муниципального образования «город Северобайкальск» за 2020 год [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://egov-buryatia.ru/gsevbk/deyatelnost/-rezultaty-deyatelnosti/Итоги%20СЭР%20за%202020%20год.docx> (дата обращения 21.03.2022)
2. Районы Республики Бурятия. Статистический сборник // Бурятстат. – Улан-Удэ, 2021. – 101 с.
3. Доклад Главы МО «Баргузинский район» «О достигнутых значениях показателей для оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления за 2020 год и о планируемых значениях на 3-летний период» [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://egov-buryatia.ru/barguzin/deyatelnost/otdel-ekonomiki/otsenka-effektivnosti-deyatelnosti-organov-mestnogo-samoupravleniya/Доклад%20за%202020%20год.pdf> (дата обращения 21.03.2022)
4. Отчет о деятельности Главы-Руководителя Администрации МО «Кабанский район» и деятельности Администрации МО «Кабанский район» за 2020 год и задачах на 2021 год [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <http://kabansk.org/region/economy/otchet.php> (дата обращения 21.03.2022)
5. Отчет о социально-экономическом развитии МО Прибайкальский район [Электронный ресурс]. – URL: http://pribajkal.ru/economy/ekonomich_pokazateli/Отчет%20о%20социально-экономическом%20развитии%20МО%20Прибайкальский%20район%20за%202020%20год.xls (дата обращения 21.03.2022)
6. Иметхенов А.Б. О катастрофических последствиях понижения уровня озера Байкал // Актуальные вопросы техносферной безопасности: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. – 2015. – С. 63-68.

7. Распоряжение Правительства РБ от 01.07.2014 г. № 377-р «Об утверждении перечней первоочередных мероприятий по установлению границ затопления, подтопления и особого режима хозяйственной деятельности на паводкоопасных территориях; населенных пунктов, подверженных возможному затоплению и подтоплению паводковыми водами; гидротехнических сооружений, расположенных на территории Республики Бурятия, не имеющих свидетельств о праве собственности»

8. Постановление Правительства РБ от 06.10.2020 г. № 615 (ред. от 02.11.2021) "Об утверждении Порядка предоставления субсидий на возмещение расходов муниципальным образованиям на содержание и охрану инженерной инфраструктуры для обеспечения экологической защиты озера Байкал"

9. Решение Исполкома Прибайкальского аймачного совета депутатов № 45 от 27.08.1971 г. «О рассмотрении материалов комиссии по определению убытков по наводнения трудящихся»

10. Решение Исполнительного совета Прибайкальского районного совета народных депутатов № 219 от 23.09.1988 г. «О списании и переводе в кормовые посевы сельхозкультур в колхозе «Прибайкалец» и совхозах района»

11. Сводная ведомость разделения площадей, объемов и ущерба по годам (1993-1994 гг.), причиненного АОЭиЭ «Иркутскэнерго» лесному фонду Минлесхоза республики Бурятия в разрезе лесхозов (иск Минлесхоза республики Бурятия к АОЭиЭ «Иркутскэнерго» дело 74/10, 1996 г.).

12. Об отсутствии оснований для принесения протеста № 8328/98 от 16.02.1999 г. Высший арбитражный суд РФ.

13. Постановление Обкома КПСС и Совета Министров Бурятской АССР № Б-32/2г от 17.07.1985 г. «О мерах по ликвидации последствий стихийного бедствия в республике»

14. Гидроэнергетика и состояние экосистемы озера Байкал / Под ред. Атутова А.А., Пронина Н.М., Тулохонова А.К. и др. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 1999. – 280 с.

15. Решение Исполнительного комитета Кабанского аймачного Совета депутатов трудящихся Бурятской АССР № 185 от 14.08.1973 г. «О проведении восстановительных работ на Никольской паромной переправе».

16. Решение Исполкома Прибайкальского аймачного Совета депутатов трудящихся № 123 от 07.05.1975 г. «О восстановлении электроснабжения д. Покровка, разрушенного весенним ледоходом по р. Селенга».

17. Социально-экономические условия и ограничения для определения возможного диапазона колебаний уровня Байкала на территории Бурятии // Отчет Байкальского института природопользования. – Улан-Удэ, 2015. – 41 с.

18. Борисова Т.А. Природно-антропогенные риски в бассейне оз. Байкал. – Новосибирск. Изд-во "Гео", 2013. – 126 с.

Раздел 1.3.3 (ИСЭМ СО РАН)

1. Пупырев Е.И., Чупин В.Р. Особенности разработки региональной концепции развития системы водоотведения в центральной экологической зоне Байкальской природной территории // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2019. – Т. 9. № 2 (29). – С. 354-363.
2. Pupyrev E.I., Chupin R.V., Gogina E.S., Makisha N.A., Nechaev I.A., Pukemo M.M. Elaboration of a Regional Concept for Developing a Water Disposal System for the Central Ecological Zone of the Baikal Natural Territory // Water Resources. , 2020, Vol. 47, No. 4, pp. 663–671.
3. Чупин В.Р. Современное состояние и проблемы питьевого водоснабжения г. Иркутска и Иркутской области // Водоснабжение и санитарная техника. – 2017. – № 11. – С. 18-25.
4. Шенькман Б.М. Разработка предпроектной документации по использованию подземных источников централизованного водоснабжения г. Иркутска. Отчет ИЗК СО РАН. – Иркутский Водоканал, 2008. – 37 с.
5. Шенькман Б.М., Шолохов П.А., Шенькман И.Б. Железо и марганец в пресных подземных водах Иркутска// Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2011. – № 8 (55). – С. 76-83.
6. Шенькман Б.М., Шолохов П.А., Шенькман И.Б. Подтопление Иркутска грунтовыми водами// География и природные ресурсы. – 2011. – № 2. – С. 54-62.

Раздел 1.3.4 (БИП СО РАН)

1. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения // Гигиена и санитария. -2015. - Т. 94, № 3. - С. 5-9.
2. Колотыгина Л.Л. Влияние химических веществ, поступающих с питьевой водой, на здоровье населения [Электронный ресурс] // Национальные приоритеты России. - 2013. - № 2 (9). - С. 48-49. - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1170646> (дата обращения: 28.02.2021).
3. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. - 2014. - № 2 (251). - С. 4-7.
4. Клейн С.В., Вековщина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. — 2016. — № 1 (95). — С. 10—14.
5. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины // Гигиена и санитария. - 2014. - Т. 93, № 5. - С. 5-10.
6. О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2014 году Государственный доклад – г. Улан-Удэ: Министерство природных ресурсов Республики Бурятия, 2015 г. -170 с.
7. О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2015 году Государственный доклад – г. Улан-Удэ: Министерство природных ресурсов Республики Бурятия, 2016 г. -247 с.
8. О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2016 году Государственный доклад – г. Улан-Удэ: Министерство природных ресурсов Республики Бурятия, 2017 г. 232 с.
9. О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2017 году Государственный доклад – г. Улан-Удэ: Министерство природных ресурсов Республики Бурятия, 2018 г. -211 с.
10. О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2018 году Государственный доклад – г. Улан-Удэ: Министерство природных ресурсов Республики Бурятия, 2019 г. -230 с.

11. О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2019 году Государственный доклад – г. Улан-Удэ: Министерство природных ресурсов Республики Бурятия, 2020 г. -270 с.
12. О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2020 году Государственный доклад – г. Улан-Удэ: Министерство природных ресурсов и экологии Республики Бурятия, 2021 г. -271 с.
13. Дагбаева, С.Д.-Н. Территориальные проблемы развития социальной инфраструктуры / С.Д.-Н Дагбаева // Фундаментальные исследования. – 2019. – №4. – С. 38-42.
14. Население Республики Бурятия. Статистический сборник/Бурятстат. – Улан-Удэ, 2021. – 37 с.
15. Территориальная организация туристско-рекреационной деятельности на региональном уровне: теоретические и практические аспекты / Л.Б.-Ж. Максанова, Э.Д. Санжеев, Д.Г. Будаева // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 3. – С. 128–146.
16. Шикломанов И.А., Маркова О.Л. Проблемы водных ресурсов и перебросок стока в мире. Л.: Гидрометеоздат, 1987. 196 с.
17. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 №2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
18. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Бурятия в 2014 году: Государственный доклад – г. Улан-Удэ: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Бурятия, 2015 г. – 154 с.
19. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Бурятия в 2015 году: Государственный доклад – г. Улан-Удэ: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Бурятия, 2016 г. – 173 с.
20. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Бурятия в 2016 году: Государственный доклад – г.Улан-Удэ: Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Бурятия, 2017г. – 201 с.
21. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Бурятия в 2017 году: Государственный доклад – г.Улан-Удэ: Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Бурятия, 2018г. – 221 с.
22. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Бурятия в 2018 году: Государственный доклад – г. Улан-Удэ: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Бурятия, 2019 г. – 225 с.
23. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Бурятия в 2019 году: Государственный доклад – г. Улан-Удэ: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Бурятия, 2020 г. – 232 с.
24. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Бурятия в 2020 году: Государственный доклад – г. Улан-Удэ: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Бурятия, 2021 г. – 214 с.

Раздел 1.4.1 (ИСЭМ СО РАН)

1. Иркутская гидроэлектростанция на реке Ангаре. Технический проект. Т. I., ч. II «Гидрологический очерк»; Т. II., ч. II «Водное хозяйство». – М. Изд-во Моск. отд-ния Института «Гидроэнергопроект». – 1951.
2. Основные правила использования водных ресурсов водохранилищ Ангарского каскада ГЭС (Иркутского, Братского и Усть-Илимского). – М: Министерство мелиорации и водного хозяйства РСФСР, 1988. – 64 с.
3. Федеральный закон от 1 мая 1999 г. N 94-ФЗ "Об охране озера Байкал" [Электронный ресурс]. – <https://base.garant.ru/2157025/> (дата обращения 12.12.2021 г.).
4. Постановление Правительства РФ от 26.03.2001 г. № 234 « О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности» [Электронный ресурс]. – <http://gov.garant.ru/document?id=2057975> (дата обращения 12.12.2021 г.).
5. Бычков И.В., Никитин В.М. Регулирование уровня озера Байкал: проблемы и возможные решения // География и природ. ресурсы. – 2015, № 3 – С.5–16.
6. Никитин В.М., Абасов Н.В., Бычков И.В., Осипчук Е.Н. Уровенный режим озера Байкал: проблемы и противоречия // География и природные ресурсы. – 2019, № 4 – С.74–83.
7. Никитин В.М., Абасов Н.В., Бережных Т.В., Осипчук Е.Н. Озеро Байкал: риски маловодных и многоводных периодов // География и природ. ресурсы. – 2016, № 5 – С.29–38.
8. Проект правил использования водных ресурсов водохранилищ Ангарского каскада ГЭС (Иркутского водохранилища и озера Байкал, Братского и Усть-Илимского водохранилищ). – М: Изд-во Моск. ун-та природообустройства, 2013. – 174 с
9. Отчет о НИР "Оценка связи (влияния) уровенного режима оз. Байкал (Иркутского водохранилища) с его экологическим состоянием и современными социально-экономическими требованиями региона в условиях экстремально высокой и экстремально низкой водности. Анализ нормативных правовых основ регулирования стока и предложения по их совершенствованию" (Гос. контракт от 3 сентября 2015 г. № НИР-15-01), в 2-х томах. – М: Институт водных проблем РАН, 2015.
10. Постановление Правительства Российской Федерации от 27.04.2021 № 654 "О максимальных и минимальных значениях уровня воды в озере Байкал в 2021 году" [Электронный ресурс]. – <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202105040029/> (дата обращения 12.12.2021 г.).
11. Абасов Н.В., Осипчук Е.Н., Никитин В.М., Бережных Т.В. Формирование и визуализация зон затопления в нижнем бьефе Иркутской ГЭС // Актуальные проблемы науки Прибайкалья. – 2015, Вып. 1 / Отв. ред. И.В. Бычков, А.Л. Казаков. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН – С. 6–12.
12. Абасов Н.В., Болгов М.В., Никитин В.М., Осипчук Е.Н. О регулировании уровенного режима озера Байкал // Водные ресурсы. Том 44, №3, 2017. С 407-416.
13. Никитин В.М., Абасов Н.В., Бережных Т.В., Осипчук Е.Н. Ангаро-Енисейский каскад ГЭС в условиях изменяющегося климата // Энергетическая политика.– 2017, вып.4 – С.62–71.
14. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ. [Электронный ресурс]. – <http://www.consultant.ru> (дата обращения 18.11.2021 г.).
15. Гидроэнергетика и состояние экосистемы озера Байкал // Отв. ред. А.К. Тулохонов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999, – 280 с.

Раздел 1.4.2 (ИСЭМ СО РАН, ИДСТУ СО РАН)

1. Правила технической эксплуатации и благоустройства водохранилищ Ангарского каскада ГЭС (Иркутское и озеро Байкал, Братское, Усть-Илимское) [Электронный ресурс]. – <http://pivr.enbv.ru> (дата обращения 12.12.2021).
2. Методические указания по разработке правил использования водохранилищ, утвержденные приказом Минприроды РФ от 26.01.2011 № 17 [Электронный ресурс]. – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113871/ (дата обращения 12.12.2021).
3. Иркутская гидроэлектростанция на реке Ангаре. Технический проект. Т. I., ч. II «Гидрологический очерк»; Т. II., ч. II «Водное хозяйство». – М. Изд-во Моск. отд-ния Института «Гидроэнергопроект». – 1951.
4. Бычков И.В., Никитин В.М. Регулирование уровня озера Байкал: проблемы и возможные решения // География и природ. ресурсы. – 2015, № 3 – С.5–16.
5. Никитин В.М., Савельев В.А., Бережных Т.В., Абасов Н.В. Гидроэнергетические проблемы озера Байкал: прошлое и настоящее // Регион: экономика и социология. – 2015, № 3 – С.273–295.
6. Абасов Н.В., Осипчук Е.Н., Никитин В.М., Бережных Т.В. Формирование и визуализация зон затопления в нижнем бьефе Иркутской ГЭС // Актуальные проблемы науки Прибайкалья. – 2015, Вып. 1 / Отв. ред. И.В. Бычков, А.Л. Казаков. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН – С. 6–12.
7. Никитин В.М., Абасов Н.В., Бережных Т.В., Осипчук Е.Н. Озеро Байкал: риски маловодных и многоводных периодов // География и природ. ресурсы. – 2016, № 5 – С.29–38.
8. Абасов Н.В., Болгов М.В., Никитин В.М., Осипчук Е.Н. О регулировании уровня озера Байкал // Водные ресурсы. – 2017, Том 44, № 3 – С.407–416.
9. Никитин В.М., Абасов Н.В., Бережных Т.В., Осипчук Е.Н. Ангаро-Енисейский каскад ГЭС в условиях изменяющегося климата // Энергетическая политика.– 2017, вып.4 – С.62–71.
10. Абасов Н.В., Осипчук Е.Н., Никитин В.М., Бережных Т.В., Хмельнов А.Е., Гаченко А.С. Система моделей для анализа рисков экстремальной водности на реке Ангаре // Актуальные проблемы науки Прибайкалья. – 2017, Вып.2 / Отв.ред. И.В. Бычков, А.Л. Казаков. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН – С.5–11.
11. Никитин В.М., Абасов Н.В., Бычков И.В., Осипчук Е.Н. Уровненный режим озера Байкал: проблемы и противоречия // География и природные ресурсы. – 2019, № 4 – С.74–83.

Раздел 1.4.3 (БИП СО РАН)

1. Федеральный закон РФ от 31.07.2020 № 248-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации».
2. Приказ Минэкономразвития России от 23.03.2017 N 132 (ред. 01.11.2021) «Об утверждении методических рекомендаций по разработке и корректировке стратегии социально-экономического развития субъекта Российской Федерации и плана мероприятий по ее реализации».
3. Национальный стандарт РФ. Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты. ГОСТ Р 51898-2002.
4. Федеральный закон РФ от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 11.06.2021) "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
5. Закон Республики Бурятия от 26.01.1999 N 98-II (ред. от 07.10.2021) "О защите населения и территорий Республики Бурятия от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" (принят Народным Хуралом РБ 26.01.1999).
6. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 N 794 (ред. от 23.10.2021) "О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций".

7. Указ Главы Республики Бурятия от 17.11.2017 № 239 «О Комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности Республики Бурятия» (с изм. от 24.06.2021).

8. Распоряжение ОАО «РЖД» от 30.06.2015 № 1614р «Об утверждении порядка создания нештатных формирований по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне в ОАО "РЖД"

9. Распоряжение ОАО «РЖД» от 11.02.2008 № 269р "Об энергетической стратегии ОАО "РЖД" на период до 2010 года и на перспективу до 2030 года".

10. Постановление ГКЧС России от 23.11.1993 № 7 «Об установлении статуса паводкоопасных зон по степени риска от наводнений и порядка хозяйственной деятельности на этих территориях.

11. Постановление Правительства РФ от 29.03.1994 г. N 242 «О проведении неотложных противопаводковых мероприятий в Российской Федерации».

12. Постановление Правительства РФ от 23.11.96 № 1404 «Об утверждении Положения о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах»

13. Постановление Правительства РБ от 23.07.1997 г. № 274 «Об утверждении «Основных положений по установлению особого режима хозяйственной деятельности на территориях, подверженных затоплению, подтоплению и эрозионным процессам».

14. Постановление Правительства РФ от 18.04.2014 г. № 360 № «О зонах затопления, подтопления».

15. Распоряжение Правительства РБ от 01.07.2014 г. № 377-р «Об утверждении перечней первоочередных мероприятий по установлению границ затопления, подтопления и особого режима хозяйственной деятельности на паводкоопасных территориях; населенных пунктов, подверженных возможному затоплению и подтоплению паводковыми водами; гидротехнических сооружений, расположенных на территории Республики Бурятия, не имеющих свидетельств о праве собственности».

16. Постановление Правительства РБ от 10.09.2007 N 280 (ред. от 19.10.2021) "О Положении о резервном фонде Правительства Республики Бурятия по ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий стихийных бедствий".

17. Распоряжение Правительства Республики Бурятия от 04.02.2015 N 49-р «О введении для территориальной подсистемы Республики Бурятия единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций режима функционирования «повышенная готовность» (утратило силу).

18. Постановление Правительства РБ от 06.10.2020 N 615 (ред. от 02.11.2021) "Об утверждении Порядка предоставления субсидий на возмещение расходов муниципальным образованиям на содержание и охрану инженерной инфраструктуры для обеспечения экологической защиты озера Байкал".

19. Постановление Правительства РБ от 11.10.2021 № 577 «Об утверждении порядка осуществления единовременных денежных выплат гражданам в случаях возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера за счет средств резервного фонда Правительства Российской Федерации».

20. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. №2399 «Об утверждении перечня видов деятельности, запрещенных в центральной экологической зоне Байкальской природной территории».

Раздел 1.4.4.1 (ИДСТУ СО РАН)

1. Lake Baikal–Documents–UNESCO World Heritage Centre. Available online: <http://whc.unesco.org/en/list/754/documents/> (дата доступа 02.12.2021)
2. Igor V. Bychkov, Olga V. Gagarinova, Irina I. Orlova, and Victor N. Bogdanov Water Protection Zoning as an Instrument of Preservation for Lake Baikal / Water 2018, 10, 1474; doi:10.3390/w10101474
3. Росреестр: <https://pkk.rosreestr.ru/#/layers/51.49712078596561,104.24421846387304/14/@bu6ppvq6d?text=51.487488%20104.231666&type=1&inPoint=true&opened=38%3A25%3A20108%3A888> (дата доступа 02.12.2021)
4. Gagarinova O.V., Belozertseva I.A., Vorobyeva I.B., Vlasova N.V., Emelyanova N.V., Sorokovoi A.A. Anthropogenic Transformations in the Mouth Area of Tributaries as Factors of Negative Impact on Lake Baikal // Water. – 2021. – Vol. 13. – № 9. – P. 1295. DOI: 10.3390/w13091295
5. Bychkov I.V., Gagarinova O.V., Orlova I.I., Korytny L.M., Plyusnin V.M., and Bogdanov V.N. Water protection zoning of the Baikal natural territory: conflicts of laws, landscape-hydrological approach // Geography and Natural Resources. – 2017. – Vol. 38, No. 4. – P. 364-370. DOI: 10.1134/S1875372817040084
6. I.I. Orlova and Yu.L. Bekker. Issues of protection of the Lake Baikal legal regime. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 629 (2021) 012050. doi:10.1088/1755-1315/629/1/012050

Раздел 1.4.4.2 (ИГ СО РАН)

1. Водный кодекс РФ от 03 июня 2006 г. № 74-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/ (дата обращения 10.11.2021).
2. Градостроительный кодекс РФ от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения 10.11.2021).
3. Земельный кодекс РФ от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (дата обращения 10.11.2021).
4. Федеральный закон РФ от 01 мая 1999 г. № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал». [Электронный ресурс]. URL:<https://docs.cntd.ru/document/901732256> (дата обращения 10.11.2021).
5. Постановление Правительства РФ от 26 марта 2001 г. №234 (№ 14, ст. 1366) «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности». [Электронный ресурс]. URL:<https://docs.cntd.ru/document/901783823> (дата обращения 10.11.2021).
6. Постановление правительства РФ от 01 июля 2016 г. № 626 (№ 14, ст. 4811) «О максимальных и минимальных значениях уровня воды в озере Байкал в 2016-2017 годах». [Электронный ресурс]. URL:<http://government.ru/docs/23720/> (дата обращения 10.11.2021).
7. Болгов М. В., Трубецкова М. Д., Филимонова М. К., Харламов М. А. Оценка максимального возможного расхода воды реки Зеи в створе Зейской ГЭС // География и природные ресурсы. – 2020. – № 4. – С. 162–169. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44492400>.
8. Лапин Г. Г., Жиркевич А. Н. Пропуск паводков 2006 и 2007 гг. через сооружения Зейского гидроузла // Гидротехническое строительство. – 2008. – № 10. – С. 1-11. <https://elibrary.ru/contents.asp?id=33271943>.
9. Гармаев Е. Ж., Цыдыпов Б. З., Дабеева Д. Б., Андреев С. Г., Аюржанаев А. А., Куликов А. И. Уровенный режим озера Байкал: ретроспектива и современное состояние // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2017. – № 2. – С. 4-18. <https://elibrary.ru/item.asp?id=29144407>.
10. Синюкевич В. Н., Чернышов М. С. Современные проблемы регулирования уровня озера Байкал // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. – 2018. – Т. 24. – С. 99–110. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35110722>.

11. Никитин В. Н., Савельев В. А., Бережных Т. В., Абасов Н. В. Гидроэнергетические проблемы озера Байкал: прошлое и настоящее // Регион: экономика и социология. – 2015. – № 3 (87). – С. 273-295. <https://elibrary.ru/item.asp?id=24004053>.
12. Никитин В. Н., Абасов Н. В. Бережных Т. В., Осипчук Е. Н. Риски маловодных и многоводных периодов для озера Байкал // География и природные ресурсы. – 2016. – № 5. – С. 29-38. [https://doi:10.21782/GIPR0206-1619-2016-5\(29-38\)](https://doi:10.21782/GIPR0206-1619-2016-5(29-38)).
13. Постановление Правительства от 27 декабря 2017 г. №1667 «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал в 2018–2020 годах». [Электронный ресурс]. URL:<http://government.ru/docs/30850/> (дата обращения 10.11. 2021).
14. Гармаев Е. Ж., Цыдыпов Б. З. Уровенный режим оз. Байкал: состояние и перспективы в новых условиях регламентации // Вестник Бурятского государственного университета. Серия Биология, география. – 2019. – № 1. – С. 37-44. <https://elibrary.ru/item.asp?id=38215725>.
15. Приказ Министерства экономического развития РФ от 13 мая 2021 г. №267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата». [Электронный ресурс]. URL:<https://base.garant.ru/400773304/> (дата обращения 10.11. 2021).
16. Распоряжение Правительства РФ от 25 декабря 2019 г. N 3183-р «Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года ». [Электронный ресурс]. URL:<https://rulaws.ru/goverment/Rasporyazhenie-Pravitelstva-RF-ot-25.12.2019-N-3183-g> (дата обращения 10.11.2021).

ГЛАВА 2 (ИСЭМ СО РАН, БИП СО РАН, ФГБУ ГГИ)

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6, часть III. Составление и подготовка к печати гидрологического ежегодника. –Л.: Гидрометеоиздат. –1958. – 291 с.
2. Методические указания управлениям Гидрометслужбы № 55. –Л.: Гидрометеоиздат. – 1960. – 52 с.
3. Методические указания управлениям Гидрометслужбы № 89. Составление водных балансов речных бассейнов. – Л.:Гидрометеоиздат, 1974. – 96 с.
4. Метеорологический ежемесячник. Вып.22, Иркутское управление гидрометслужбы / Глав. упр. гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР. Иркутская гидрометеорологическая обсерватория им. проф. А.В. Вознесенского. – Иркутск, 1965-1980.
5. РД 52.04.614-2000 - Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3, часть II. Обработка материалов метеорологических наблюдений. – 2001. –128 с.
6. РД 52.08.887-2019. Обработка данных наблюдений за уровнями воды на реках и каналах при подготовке справочных изданий водного кадастра. – СПб: ФГБУ ГГИ. – 2000. – 27 с.
7. Руководство по обработке и подготовке к печати материалов наблюдений на озерах и водохранилищах. – Л.: Гидрометеоиздат. –1972. –252 с.
8. Голубев В.С. Методика корректировки срочных и месячных величин атмосферных осадков и результаты ее поверки //Тр. ГГИ. – 1973. – Вып. 207. — С. 11-27.
9. Кузнецов В.И. Испарение со снежного покрова //Тр. ГГИ. – Вып. 109. Л.: Гидрометеоиздат. – 1964. – С.3-56.
10. Рекомендации по расчету испарения с поверхности суши. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 96 с.
11. Справочник по климату СССР. Вып. 22. Иркутская область и западная часть Бурятской АССР. Ч. IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. – Л.:Гидрометеоиздат. – 1968. – 279 с.
12. Указания по расчету испарения с поверхности водоемов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1960. – 83 с.
13. Усовершенствовать и внедрить первую очередь региональной системы экологического состояния (включая последствия загрязнения) водных и наземных экосистем бассейна оз. Байкал. Уточнение водного баланса и прогноз водных ресурсов оз. Байкал на перспективу: Отчет о НИР; Руководитель Вуглинский В.С. № 01860040921. – Л. – 1990. – 113 с.
14. Временные указания по введению поправок в месячные суммы осадков при расчетах водных балансов речных бассейнов/Глав. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Гос. ордена Трудового Красного Знамени гидрол. ин-т. – Валдай . – 1967. – 23 с.
15. Кузьмин П.П. К методике исследования и расчета испарения с поверхности снежного покрова //Тр. ГГИ. – 1953. – Вып. 41(95). – С. 34-52.
16. Кузьмин П.П. О расчетном и экспериментальном способах определения испарения с поверхности снежного покрова // Тр. ЗакНИГМИ. – Вып. 58. –1974. – С. 25-43.
17. Афанасьев А.Н. Водный баланс озера Байкал // Тр. Байкальской Лимнологической станции. 1960. – Т. 18. – С. 155-241.
18. Афанасьев А.Н. Колебания гидрометеорологического режима на территории СССР. М: Наука,1967. – 233 с.
19. Цейтлин Б.С. Водный баланс озера Байкал // Тр. III всесоюзного гидрологического съезда. Том IV. Л.: Гидрометеоиздат. – 1959. – С.184-192.
20. Гронская Т.П. Краткая характеристика водного баланса озера Байкал за период 1962-1988 гг. / Т.П. Гронская, Т.Э. Литова // Мониторинг состояния озера Байкал. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – С. 153-158.

21. Синюкович В.Н. Водный баланс озера Байкал в условиях зарегулированного режима // Водное хозяйство России. –2011. – № 1. – С. 11-22.
22. Верболов В.И., Сокольников В.М., Шимараев М.Н. Гидрометеорологический режим и тепловой баланс озера Байкал. – М-Л.: Наука, 1965. – 273с.
23. Викулина З.А., Кашинова Т.Д. Водный баланс оз. Байкал // Тр. ГГИ. – 1973. – Вып. 203. – С. 3-33.
24. Портал центра ГРСС [электронный ресурс]: <https://www.dwd.de/EN/ourservices/gpsc/gpsc.html> (дата обращения 16.04.2022).
25. Национальный центр климатических данных (NOAA) [Электронный источник / <https://www.ncdc.noaa.gov> (дата обращения 16.04.2022).
26. Иркутская Гидроэлектростанция на р. Ангаре. Технический проект. Том Природные условия, часть 2. Гидрологический очерк. М., Гидроэнергопроект, Московское отделение. 1951. – 215 с.
27. Основные правила использования водных ресурсов водохранилищ Ангарского каскада ГЭС (Иркутского, Братского и Усть-Илимского). – М: Министерство мелиорации и водного хозяйства РСФСР, 1988. – 64 с.
28. Никитин В.М., Абасов Н.В., Бережных Т.В., Осипчук Е.Н. Озеро Байкал: риски маловодных и многоводных периодов // География и природные ресурсы. – №5. – 2016. – С.29-38.
29. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши/ Т. 1, Вып. 13-15. Бассейн р. Ангары, оз. Байкал и р. Лены (верхнее течение). Ч. 2. Озера и водохранилища. – Иркутск: Иркутское УГМС, 1981-2020 гг.
30. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши/ Т. 7. Вып. 2-4. Бассейн Карского моря (восточная часть). Бассейн Ангары. – М.:Гидрометеоиздат. – 1960-1980 гг.
31. Якимова Н.И. Гидрометеорологический мониторинг состояния озера Байкал. – Метеорология и гидрология. – 2019. – № 10. – С.13-17.

ПРИЛОЖЕНИЕ А.1

Динамика захода нерестового омуля в р. Селенгу в 1967-2021 гг.

Таблица – Динамика захода нерестового омуля в р. Селенгу в 1967-2021 гг., %

Дата	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1974	1975	1976	1977	1978	1980	1991	1995	1996	1997	1998	1999
24 авг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,36
25 авг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,98
26 авг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,68
27 авг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,26	0,00	2,58	1,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,47
28 авг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	12,62	1,42	9,65	4,81	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,80
29 авг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,94	0,08	9,08	1,19	23,47	7,77	0,73	0,00	0,00	0,44	7,53	2,36	4,96
30 авг	0,00	0,00	12,77	0,00	0,00	12,40	0,21	6,96	2,23	9,39	5,07	0,98	0,15	0,12	1,19	6,47	3,73	2,78
31 авг	0,00	0,00	8,09	0,00	0,00	12,43	0,00	4,05	0,33	4,80	7,69	1,05	0,72	0,09	2,93	14,30	7,06	4,76
1 сен	0,00	0,00	0,79	0,00	1,04	14,58	0,00	3,24	4,11	1,31	4,62	16,09	0,21	0,09	3,38	9,35	22,21	3,96
2 сен	0,00	0,00	0,78	0,00	2,63	12,25	3,36	0,76	2,90	2,05	4,03	5,54	0,05	0,26	9,33	6,16	9,10	1,72
3 сен	0,00	0,00	2,23	12,96	6,93	7,62	17,13	1,51	4,86	0,98	3,90	1,13	0,18	1,67	13,06	4,52	10,65	1,74
4 сен	0,00	0,00	0,33	6,78	8,17	4,64	9,73	0,76	3,34	1,07	3,34	10,73	0,08	5,01	16,62	4,49	5,47	0,82
5 сен	0,12	0,34	4,88	3,69	13,33	1,28	3,24	0,81	5,55	1,98	4,41	6,32	0,03	8,08	11,13	4,50	5,89	1,20
6 сен	0,10	0,07	4,26	2,13	8,31	0,68	4,19	0,68	3,18	1,93	1,93	3,78	0,08	10,95	5,75	2,60	3,59	0,64
7 сен	0,68	0,22	5,01	1,39	1,84	0,68	4,79	1,28	2,68	2,75	1,39	0,89	0,13	8,47	3,67	2,03	4,28	1,03
8 сен	0,78	0,22	7,44	0,61	2,91	1,63	4,22	0,94	3,97	1,98	2,11	1,84	0,00	7,42	4,04	1,70	4,74	1,03
9 сен	1,09	0,71	6,89	1,94	1,73	0,05	7,51	0,76	3,51	0,37	3,54	1,50	1,03	4,39	4,01	1,37	2,19	1,15
10 сен	2,40	3,35	5,38	4,19	4,04	0,81	5,76	1,18	0,75	1,34	4,20	0,49	5,02	8,14	5,53	1,52	2,61	0,65
11 сен	10,76	5,04	1,69	3,32	1,77	2,40	1,90	0,45	2,21	1,66	2,63	1,12	7,62	2,96	3,13	2,73	1,65	0,43
12 сен	8,17	6,16	1,04	2,97	0,97	2,02	2,31	1,07	1,92	2,31	3,06	1,10	14,70	2,01	0,70	2,22	1,34	0,82
13 сен	4,94	3,40	2,53	1,95	1,09	2,50	1,90	0,84	3,94	1,98	2,04	0,71	24,60	1,85	1,69	2,29	1,04	1,34
14 сен	5,21	8,11	2,19	2,74	0,87	2,24	1,70	1,32	5,38	1,93	2,47	0,97	12,26	3,64	1,22	2,03	1,04	1,42
15 сен	3,75	5,95	3,50	1,44	1,21	0,96	0,66	0,35	4,24	1,17	1,87	0,68	9,17	2,70	0,79	2,33	0,56	1,00
16 сен	4,06	4,19	0,65	1,77	1,19	1,97	0,80	0,84	4,19	1,89	1,15	0,53	4,87	5,54	1,37	1,49	0,55	0,68
17 сен	4,71	2,46	0,94	1,46	0,73	0,57	2,30	0,60	2,50	1,89	1,34	0,51	2,96	2,12	0,69	0,70	0,48	1,16

Дата	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1974	1975	1976	1977	1978	1980	1991	1995	1996	1997	1998	1999
18 сен	1,80	1,08	0,60	1,92	0,54	0,14	1,04	0,79	0,95	1,12	1,38	0,27	2,63	2,09	0,82	0,50	0,40	0,99
19 сен	1,98	3,28	3,06	0,82	1,16	0,11	2,10	0,82	1,05	0,89	1,98	0,02	1,60	1,25	0,66	0,51	0,39	0,89
20 сен	0,82	1,93	0,92	1,64	0,57	0,10	1,04	0,78	2,32	1,24	2,39	0,56	1,46	1,18	0,46	0,81	0,55	0,68
21 сен	1,35	3,52	0,70	0,36	0,54	0,33	2,26	0,93	3,00	1,16	2,59	4,05	1,19	0,97	0,82	0,72	0,74	0,85
22 сен	0,90	1,99	0,79	2,96	1,31	0,24	1,36	0,48	2,47	1,93	1,53	5,15	0,80	1,24	0,56	0,67	0,29	0,51
23 сен	2,32	2,69	1,95	3,14	3,66	0,67	0,55	0,42	1,32	1,34	1,20	5,96	0,49	1,05	0,51	1,00	0,30	0,49
24 сен	3,25	4,05	0,74	3,21	3,66	0,68	1,56	0,33	1,68	1,13	0,98	2,90	0,16	1,05	0,92	0,66	0,17	0,79
25 сен	1,60	2,46	2,42	1,53	7,46	0,42	2,41	0,33	0,65	0,48	0,68	4,06	0,43	1,10	0,82	0,66	0,48	0,62
26 сен	1,87	2,86	1,10	1,77	2,86	0,12	0,53	0,78	0,55	0,84	1,50	1,24	0,31	1,82	0,49	0,50	0,38	0,59
27 сен	1,65	2,86	1,35	1,94	2,01	0,55	1,01	0,32	0,09	0,99	1,41	0,94	0,28	2,06	0,30	0,68	1,26	0,35
28 сен	0,28	4,86	0,00	1,13	1,03	0,82	0,82	0,56	0,31	0,23	1,52	1,06	0,32	1,37	0,13	0,89	0,60	0,35
29 сен	1,94	2,83	0,00	0,69	0,73	0,18	1,48	0,34	0,56	0,76	0,85	0,90	0,30	0,61	0,20	0,67	0,48	0,62
30 сен	1,33	3,21	2,07	2,81	0,99	0,96	2,08	0,55	0,46	0,57	0,60	0,71	0,51	0,24	0,37	0,78	0,37	0,59
1 окт	3,13	4,01	0,59	1,74	3,43	1,19	2,55	0,10	0,61	0,41	0,35	2,19	0,10	0,58	0,44	0,58	0,46	0,65
2 окт	2,65	0,88	1,62	3,36	1,43	0,94	0,30	0,19	1,20	0,60	0,40	0,44	0,33	0,52	0,13	0,94	0,36	0,59
3 окт	1,30	1,19	2,60	2,78	1,20	1,17	0,21	0,05	0,97	0,29	1,01	1,38	0,29	0,82	0,17	0,85	0,29	0,50
4 окт	2,08	0,81	3,55	2,60	1,01	1,22	0,10	0,13	1,07	0,98	0,45	1,14	0,43	0,63	0,20	0,51	0,34	0,58
5 окт	2,05	1,18	2,40	1,30	0,96	0,34	0,21	0,08	1,17	0,41	0,77	2,42	0,53	0,49	0,25	0,58	0,34	0,31
6 окт	2,47	1,11	1,12	1,14	0,34	0,20	0,10	0,07	0,60	0,85	0,69	1,07	0,44	0,60	0,10	0,80	0,43	0,31
7 окт	1,67	1,02	0,05	2,11	1,59	0,14	0,15	0,15	0,88	0,53	0,44	0,56	0,68	0,66	0,05	1,08	0,22	0,21
8 окт	2,32	1,79	0,15	1,42	0,64	0,29	0,91	0,25	0,38	0,20	0,52	1,25	0,52	0,47	0,23	1,04	0,15	0,18
9 окт	1,52	1,01	0,48	0,50	0,43	0,23	0,66	0,63	1,21	0,05	0,20	2,16	0,52	0,46	0,26	0,63	0,15	0,18
10 окт	0,90	0,87	0,09	0,99	0,50	0,29	0,97	0,58	0,89	0,41	0,20	1,09	0,40	0,49	0,44	0,77	0,15	0,14
11 окт	0,65	1,16	0,00	0,47	0,37	0,26	1,73	0,25	0,75	0,15	0,35	0,00	0,30	0,54	0,00	0,89	0,15	0,11
12 окт	0,84	1,78	0,09	0,35	0,96	0,08	0,15	1,20	1,20	0,46	0,38	0,26	0,27	0,35	0,00	0,88	0,00	0,11
13 окт	0,44	1,36	0,13	0,23	0,64	0,15	0,83	0,76	1,06	0,56	0,51	0,29	0,27	0,24	0,00	0,48	0,00	0,07
14 окт	0,96	0,73	0,01	1,21	0,21	0,20	0,35	0,38	2,67	0,82	0,13	0,22	0,29	0,23	0,00	0,58	0,00	0,07
15 окт	1,18	0,77	0,03	1,12	0,31	0,15	0,29	1,10	1,76	0,38	0,05	0,22	0,20	0,33	0,00	0,00	0,00	0,07
16 окт	2,34	0,66	0,00	1,37	0,17	0,03	0,35	0,00	1,86	0,52	0,06	0,19	0,08	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00
17 окт	1,95	0,59	0,00	0,96	0,47	0,00	0,15	0,00	1,96	0,33	0,04	0,38	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00

Дата	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1974	1975	1976	1977	1978	1980	1991	1995	1996	1997	1998	1999
18 окт	0,75	0,32	0,00	0,82	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,04	0,12	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
19 окт	0,28	0,43	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
20 окт	0,74	0,17	0,00	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
21 окт	0,47	0,32	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
22 окт	0,41	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Всего	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Таблица (продолжение) – Динамика захода нерестового омуля в р. Селенгу в 1967-2021 гг., %

Дата	2001	2002	2004	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
24 авг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,16	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,35	0,14	0,00
25 авг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,17	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,35	1,44	0,00
26 авг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,17	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	1,17	0,30	1,20	0,00
27 авг	0,00	0,00	2,28	0,00	0,02	0,00	0,17	0,03	0,10	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,93	0,30	1,44	0,00
28 авг	0,00	0,00	12,61	0,00	0,02	0,00	0,17	0,03	0,10	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	2,72	0,43	0,48	0,00
29 авг	0,11	0,00	13,62	6,18	0,02	0,00	0,17	0,03	0,10	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	1,48	0,65	0,48	0,00
30 авг	0,23	0,00	17,52	12,01	7,18	2,28	1,97	0,03	0,29	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,16	2,45	1,65	0,56	0,00
31 авг	0,23	5,40	9,47	10,49	11,96	21,08	3,70	0,02	2,33	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,24	1,09	1,26	0,48	0,00
1 сен	8,11	7,23	3,35	10,70	13,19	18,12	12,58	0,02	23,59	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,15	3,15	3,52	1,52	0,00
2 сен	11,30	9,35	9,30	11,00	11,76	15,19	15,88	0,02	12,07	0,00	0,00	11,05	0,00	0,00	0,22	2,68	7,97	1,52	0,00
3 сен	16,73	7,18	5,55	8,22	5,58	9,97	17,74	0,10	16,82	0,00	0,40	8,91	0,00	0,00	0,08	1,87	4,47	0,19	0,00
4 сен	9,53	10,85	3,00	7,55	7,44	6,80	12,81	7,75	6,89	9,40	0,40	4,59	0,00	1,59	0,08	2,64	13,80	1,20	0,00
5 сен	6,96	9,70	2,21	6,02	3,48	4,66	3,13	18,21	5,49	10,54	0,40	11,87	0,00	4,08	0,42	4,82	15,42	1,60	0,00
6 сен	5,38	5,40	0,98	4,03	4,62	3,33	4,07	12,82	3,39	11,16	0,40	7,53	0,00	11,48	0,26	6,22	17,64	2,00	0,00
7 сен	5,19	3,32	0,79	1,82	2,28	1,91	8,85	8,97	2,98	14,58	0,40	11,50	0,00	9,57	0,18	6,10	6,13	6,87	0,00
8 сен	5,97	1,90	0,68	0,98	1,06	3,28	3,25	13,30	4,56	11,82	0,40	11,60	0,18	0,00	0,86	5,56	5,30	4,15	0,00
9 сен	4,02	2,00	0,46	0,86	1,06	0,34	2,53	6,14	3,10	9,20	0,41	8,61	0,83	0,00	1,35	5,05	3,86	1,68	0,72
10 сен	3,55	2,86	0,09	0,84	1,06	0,48	0,45	5,13	3,94	7,75	0,41	9,05	1,83	10,73	0,91	4,62	2,03	2,08	0,12
11 сен	1,84	2,65	0,14	0,96	2,12	0,85	0,45	2,42	2,00	4,13	0,61	2,71	2,21	4,67	3,11	4,66	1,98	0,16	0,24

12 сен	1,64	5,33	0,47	1,68	6,00	0,57	0,38	2,47	1,27	4,93	1,11	3,34	6,29	7,92	4,21	5,09	1,52	0,64	0,00
13 сен	1,61	3,36	2,40	1,94	6,00	0,50	0,28	2,64	0,88	0,68	6,45	1,01	5,46	9,83	12,73	5,48	1,72	0,64	0,00
14 сен	0,95	0,77	0,33	0,25	1,17	0,63	0,47	1,67	0,56	0,32	4,38	0,60	4,63	9,53	4,36	2,95	1,26	0,64	0,00
15 сен	1,90	1,12	0,58	0,59	2,15	1,05	1,10	1,30	0,46	0,32	11,34	1,28	4,67	4,43	2,58	4,90	1,82	1,20	0,00
16 сен	0,91	1,18	0,13	0,28	0,59	0,28	0,43	1,01	0,10	0,38	19,47	0,67	4,30	4,95	4,69	3,23	1,89	2,26	7,24
17 сен	0,79	0,60	0,13	0,21	0,66	0,26	0,31	0,85	0,58	0,47	9,17	0,46	6,13	1,40	7,37	2,60	0,79	2,55	18,10
18 сен	0,54	0,09	0,24	0,20	0,40	0,26	0,31	0,81	1,18	0,48	5,87	0,28	12,06	2,27	4,51	4,43	0,64	0,40	7,84
19 сен	0,96	0,54	0,30	0,20	0,95	0,15	0,90	0,78	1,48	0,26	9,03	1,14	6,23	2,69	2,79	2,45	0,77	2,66	0,00
20 сен	0,55	1,52	0,39	0,24	0,18	0,15	0,47	0,52	0,61	0,31	12,85	0,93	8,67	2,27	4,73	1,52	0,35	2,26	0,00
21 сен	0,60	0,88	0,39	0,23	0,16	0,59	0,44	0,63	0,65	0,25	8,02	0,47	1,84	0,60	4,29	0,89	0,15	2,00	0,00
22 сен	0,78	0,65	0,39	0,51	0,33	0,59	0,48	0,39	0,62	0,21	8,49	0,10	0,81	1,46	5,70	0,47	0,24	1,59	0,00
23 сен	0,50	1,09	0,32	1,26	0,20	0,72	0,46	0,17	0,40	0,21	0,00	0,10	2,17	0,95	1,79	0,51	0,18	0,89	0,00
24 сен	0,34	0,99	0,19	0,95	0,29	0,47	0,54	0,45	0,49	0,19	0,00	0,02	4,06	0,62	2,54	0,04	0,07	2,39	0,00
25 сен	0,91	0,67	0,09	0,65	0,40	0,53	0,74	0,27	0,33	0,19	0,00	0,06	2,52	1,00	1,55	0,66	0,06	3,00	1,09
26 сен	0,38	0,64	0,15	0,56	0,28	0,39	0,39	0,33	0,23	0,19	0,00	0,06	6,53	1,70	2,72	0,58	0,00	2,38	1,09
27 сен	1,10	0,49	0,13	0,59	0,24	0,39	0,25	0,39	0,23	0,19	0,00	0,07	4,81	2,48	1,46	0,08	0,07	1,35	2,73
28 сен	0,34	0,74	0,13	0,48	0,35	0,42	0,36	0,46	0,22	0,22	0,00	0,00	3,94	0,37	0,90	0,04	0,12	0,58	6,03
29 сен	0,66	0,86	0,13	0,55	0,27	0,37	0,28	0,63	0,15	0,21	0,00	0,01	2,05	0,06	1,04	0,04	0,13	0,58	12,07
30 сен	0,31	0,87	0,13	0,55	0,40	0,54	0,28	0,65	0,13	0,21	0,00	0,04	0,73	0,43	1,13	1,20	0,14	3,27	6,03
1 окт	0,26	0,46	0,19	0,55	0,33	0,47	0,23	0,58	0,10	0,19	0,00	0,12	0,50	0,15	2,72	0,78	0,15	3,08	6,03
2 окт	0,13	0,38	0,19	0,65	0,31	0,30	0,09	0,66	0,10	0,19	0,00	0,12	0,56	0,39	1,02	1,24	0,13	3,90	1,54
3 окт	0,12	0,55	1,63	0,52	0,26	0,38	0,10	0,62	0,09	0,18	0,00	0,23	0,53	0,66	0,79	0,74	0,13	4,31	2,68
4 окт	0,31	0,80	2,72	0,54	0,21	0,17	0,09	0,59	0,07	0,17	0,00	0,23	0,65	0,55	0,72	0,74	0,13	6,63	2,68
5 окт	0,45	0,79	1,39	0,64	0,20	0,18	0,09	1,10	0,09	0,21	0,00	0,21	0,29	0,32	1,02	0,97	0,11	7,18	4,02
6 окт	0,15	0,49	0,64	0,41	0,20	0,18	0,11	0,43	0,09	0,16	0,00	0,23	0,27	0,17	1,47	0,00	0,00	3,55	3,02
7 окт	0,74	0,47	0,64	0,40	0,13	0,19	0,09	0,40	0,14	0,52	0,00	0,19	0,38	0,15	1,12	0,00	0,00	2,41	4,69
8 окт	0,26	0,64	0,71	0,42	0,24	0,16	0,05	0,43	0,13	0,20	0,00	0,06	0,31	0,15	1,15	0,00	0,00	2,98	0,40
9 окт	0,26	0,76	0,71	0,35	0,13	0,17	0,10	0,36	0,10	0,19	0,00	0,03	0,43	0,38	1,95	0,00	0,00	1,92	1,47
10 окт	0,34	0,66	0,51	0,26	0,24	0,31	0,10	0,42	0,12	0,17	0,00	0,08	0,42	0,00	1,73	0,00	0,00	1,31	1,47
11 окт	0,47	0,48	0,32	0,19	0,20	0,18	0,14	0,51	0,12	0,16	0,00	0,01	0,25	0,00	1,30	0,00	0,00	1,41	1,47
12 окт	0,33	0,83	0,32	0,16	0,20	0,19	0,14	0,46	0,14	0,14	0,00	0,01	0,30	0,00	1,30	0,00	0,00	0,88	1,22

13 окт	0,34	0,62	0,24	0,27	0,27	0,00	0,16	0,36	0,08	0,15	0,00	0,01	0,29	0,00	1,30	0,00	0,00	0,00	1,22
14 окт	0,34	0,62	0,24	0,46	0,26	0,00	0,37	0,36	0,16	0,16	0,00	0,00	0,18	0,00	1,34	0,00	0,00	0,00	1,43
15 окт	0,14	0,62	0,24	0,30	0,29	0,00	0,20	0,35	0,16	0,16	0,00	0,00	0,23	0,00	1,34	0,00	0,00	0,00	0,79
16 окт	0,17	0,62	0,24	0,30	0,38	0,00	0,17	0,16	0,00	0,46	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06
17 окт	0,17	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,17	0,17	0,00	0,58	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90
18 окт	0,09	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,17	0,19	0,00	0,52	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58
19 окт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,06	0,00	0,46	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20 окт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,06	0,00	0,40	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21 окт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22 окт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,17	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

ПРИЛОЖЕНИЕ А.2

Динамика захода нерестового омуля в р. Баргузин в 2005-2021 гг.

Таблица – Динамика захода нерестового омуля в р. Баргузин в 2005-2021 гг., %

Дата	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
30 авг	0,09		2,52	0,30	0,90								0,68				
31 авг	0,60		1,45	0,33	0,88								0,47				0,63
1 сен	0,26		2,52	0,53	0,71	1,72		1,48		4,64			0,72				0,76
2 сен	3,16		0,76	1,79	0,34	1,21		1,53		4,45			0,93				0,89
3 сен	6,58		0,50	1,49	0,84	1,13		1,64		4,64			0,38				1,14
4 сен	5,21		0,57	1,49	0,77	0,47		1,89		4,82			0,98		0,48	1,09	1,27
5 сен	5,21		0,13	0,76	0,43	1,37		3,58		4,45			0,51	0,81	0,28	1,09	1,27
6 сен	2,31		0,57	0,73	0,45	0,20		2,86		0,93			0,13	1,70	0,42	0,00	2,41
7 сен	1,45		0,76	1,43	0,67	3,71		3,07		1,48			1,13	0,85	0,55	0,22	3,67
8 сен	2,56		0,13	0,60	2,02	2,15		3,12		1,30			0,38	0,85	1,25	0,00	3,92
9 сен	0,68		0,19	1,99	1,49	2,03	0,37	4,19		5,01			1,25	0,85	3,30	1,31	2,78
10 сен	0,51		0,25	1,49	0,88	1,68	2,74	2,91		1,67		0,18	0,84	6,09	8,02	2,61	3,29
11 сен	0,68		0,13	0,40	1,42	0,74	3,32	2,86	0,43	2,23		0,99	1,96	4,72	0,81	0,87	2,41
12 сен	2,22		0,19	0,46	3,17	0,12	3,25	1,53	4,56	0,37		0,00	1,67	5,58	0,87	0,44	2,41
13 сен	0,68		0,25	1,99	2,24	0,20	3,54	2,40	2,93	0,93		0,91	4,05	6,44	0,00	3,70	2,28
14 сен	2,31	0,62	0,38	2,32	0,86	0,23	1,73	4,45	1,19	0,74		1,05	3,80	3,42	2,94	7,63	3,54
15 сен	0,60	0,86	1,20	1,53	2,26	0,27	4,42	6,08	0,33	2,60		1,78	3,15	2,13	1,46	3,92	2,15
16 сен	0,34	6,17	1,51	0,63	2,41	0,27	7,61	3,99	1,63	1,11		3,32	3,96	7,02	2,89	2,40	2,03
17 сен	0,17	0,74	0,57	1,43	0,37	5,30	4,14	0,77	1,74	0,56		8,01	1,53	2,75	4,03	2,83	1,77
18 сен	0,26	0,25	0,82	0,53	2,99	0,86	4,59	0,46	5,75	0,37		2,99	2,88	3,60	2,35	1,74	3,16
19 сен	0,26	1,48	0,88	1,66	3,01	3,20	7,51	1,23	7,05	5,19		6,94	4,28	1,14	12,90	3,05	3,16
20 сен	0,09	2,35	5,80	1,53	8,55	2,18	5,31	1,12	13,12	3,15		9,42	3,30	5,48	1,51	0,22	1,27
21 сен	8,03	15,68	7,07	1,66	10,23	0,31	7,94	1,07	0,43	5,57		3,86	4,73	2,08	1,82	0,00	1,27
22 сен	11,02	4,81	1,26	2,06	2,02	0,55	5,84	1,02	2,71	4,08		6,97	4,52	1,14	3,99	6,10	2,15
23 сен	1,54	0,12	3,66	5,31	6,68	3,16	4,45	4,40	3,90	6,68		6,49	4,28	2,70	3,06	2,40	4,56

Дата	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
24 сен	1,79	4,81	2,65	5,65	0,15	2,15	1,62	6,39	1,95	1,86		14,79	5,46	5,80	4,44	4,14	3,29
25 сен	0,51	0,62	4,10	3,59	2,95	2,03	2,88	4,19	9,33	1,67		1,95	4,78	2,53	7,09	2,83	4,43
26 сен	0,68	0,74	2,71	4,62	5,00	4,91	3,28	4,09	6,07	1,48		5,94	2,57	1,96	3,62	5,45	4,43
27 сен	0,51	1,11	2,65	14,95	4,82	5,15	5,10	3,27	3,80	0,56		11,91	3,70	3,84	5,03	1,09	1,90
28 сен	3,50	2,47	1,39	11,29	3,32	5,23	1,57	3,68	5,64	0,37		2,22	4,30	7,46	3,49	1,53	1,90
29 сен	3,16	0,74	1,64	8,64	3,51	10,69	1,96	4,19	4,56	0,56		1,99	4,17	3,65	0,84	3,70	2,53
30 сен	0,34	13,46	4,23	3,95	6,50	7,25	4,16	4,04	2,06	4,08		2,90	2,84	3,75	0,91	2,40	4,05
1 окт	0,26	8,52	2,97	2,32	2,20	6,59	2,88	3,78	0,22	3,90		2,55	4,56	2,23	1,96	1,09	2,53
2 окт	4,10	6,54	3,15	1,96	0,93	9,44	2,10	3,89	0,22	5,94		0,25	6,75	3,74	2,86	0,87	2,03
3 окт	0,68	1,85	6,37	2,52	1,81	6,86	3,14	0,46	0,33	2,97		0,54	2,34	1,59	3,63	2,83	2,03
4 окт	0,34	2,72	8,26	1,53	1,49	2,11	1,94	0,82	4,45	2,78		0,00	2,26	1,22	6,36	3,92	3,80
5 окт	0,51	0,25	6,62	1,96	1,77	0,62	1,03	0,46	0,87	4,08		0,33	0,68	0,65	3,21	0,65	4,05
6 окт	1,96	11,36	4,29	1,00	2,07	0,47	0,48	0,72	4,12	0,19		0,49	1,76	2,21	0,98	1,74	2,15
7 окт	5,72	5,19	1,07	0,96	1,61	0,51	0,68	0,15	1,19	0,74		0,29	0,92	0,03	1,12	5,01	1,90
8 окт	4,10	1,85	2,40	0,60	1,08	0,47	0,11	0,41	4,66	0,56		0,29	0,37		0,84	3,27	0,89
9 окт	0,09	2,22	2,52		1,19	0,47	0,07	0,41	2,49	0,37		0,29	0,01		0,70	4,79	0,89
10 окт	3,50	2,47	2,33		1,21	0,43	0,06	0,36	0,87	0,37		0,29	0,01			3,49	0,89
11 окт	3,16		2,33		0,80	1,25	0,06	0,31	0,11	0,37		0,07				1,53	0,89
12 окт	2,99		1,39		0,15	0,12	0,06	0,31	0,33	0,19						1,53	0,51
13 окт	1,88		0,32		0,19	0,12	0,06	0,26	0,22							0,44	0,25
14 окт	1,79		0,13		0,17	0,12		0,15	0,11							0,87	0,13
15 окт	1,62		2,40		0,15				0,33							2,61	0,13
16 окт					0,17				0,11							0,00	0,13
17 окт					0,17				0,22							0,65	0,13
18 окт																1,53	
19 окт																0,44	
всего	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.1

Покомпонентное описание береговой зоны (структурно-морфологические, геологические и гидроморфологические характеристики)

Иркутская область

Номер участка, км***	Тип побережья		Характер взморья, уклон, °	Геометрия берега	Морфогенетический тип устьевой системы	Морфоструктурные и морфоскульптурные особенности побережья	Генетический тип рыхлых отложений *	Уязвимость**	Зона влияния, км****
	Динамический	Морфогенетический							
1 (1-21)	Абразионно-аккумулятивный	Полигенетический	Переходный от отмелого к приглубому (1,3-3,8 (3,5))	ровный	рр. Снежная, Хара-Мурин. Простые с аккумулятивным выступом или устьевым расширением	Муринский прогиб, западная часть Танхойской предгорной равнины. Отложения конусов выноса и пляжей слабоустойчивы к абразии	a, p, g, v	1	8-11
2 (21-28)	Абразионный	Структурно-денудационный	Приглубый (3-4)	ровный	Ручьи и реки 1-2 порядка. Простые, однорукавные	Сбросовые и денудационные уступы отрогов сводового поднятия хребта Хамар-Дабан. В прибрежной зоне глыбовая, валунно-галечная отмостка с породами устойчивыми к абразии	c, v, p	2	0,05
3 (28-48)	Абразионно-аккумулятивный	Полигенетический	Переходный от отмелого к приглубому (1,3-3,8 (3,5))	ровный	рр. Утулик, Солзан и ручьи и реки 1-2 порядка. Простые с аккумулятивным выступом или устьевым расширением	Утуликская впадина, наклонная предгорная равнина. В прибрежной зоне селевые конуса выноса, прорезанные современными реками. Отложения конусов выноса и пляжей слабоустойчивы к абразии	a, p, v, sl	1	2-3
4 (48-72)	Абразионный	Структурно-денудационный	Приглубый (3-4)	ровный	р. Безымянная , ручьи и реки 1-3 порядка. Простые с аккумулятивным выступом или устьевым расширением	Сбросовые и денудационные уступы отрогов сводового поднятия хребта Хамар-Дабан. В прибрежной зоне валунно-галечная отмостка из пород устойчивых к абразии	c, a, p, v, sl	2	0,05-0,9

5 (72-83)	Абразионно-аккумулятивный	Полигенетический	Переходный от отмелого к приглубому (1,3-3,8 (3,5))	ровный	рр. Култучная, Похабиха , ручьи и реки 1-2 порядка Простые с аккумулятивным выступом или устьевым расширением	Култукская впадина (субаэральный участок Южно-Байкальской впадины), образует пологонаклонную аллювиальную заболоченную равнину с лагунами, лиманами ограниченными косами и барами. Отложения неустойчивы абразии	a, p, d, sl, l, v	1	0,8-1,3
6 (83-131)	Абразионный	Структурно-Денудационный	Приглубый, более 3-4	бухтовый, ровный	рр. Ангасолки, Шабартуй, Маритуй, пади Семафорная, Козличная, Крутая Губа, водотоки 1-2 порядков. Простые однорукавные с устьевым расширением, эстуарный тип	Структурно-денудационные склоны и уступы Олхинского плато на участке Ангарского надвига (породы склонов и гравитационных отложений устойчивы к абразии). В прибрежной зоне валунно-галечная отмостка, мелкие конусы выноса, редко пляжи.	c, p, v	2	0,001
7 (131-134)	Абразионный	Структурно-денудационный		бухтовый	р. Половинная , эстуарный Простые однорукавные устьевые системы на конусах выноса		c, p, a, v	1	0,05
8 (134-171)	Абразионный	Структурно-денудационный		ровный, бухтовый	Водотоки 1-3 порядков, реки и пади. Простые однорукавные устьевые системы		c, v	2	0,01
9 (171-174)	Абразионный	Структурно-денудационный	Приглубый, более 3-4	ровный	Исток р. Ангары		c, d, v, a	2	0,01
10 (174-222)	Абразионный	Структурно-денудационный	Приглубый более 3-4	ровный	Водотоки 1-3 порядков, реки, пади. Простые однорукавные устьевые системы	Сбросовые и денудационные уступы Приморского хребта и Ангарского надвига в истоке р. Ангары до пос. Б. Коты (породы шарыжалгайской серии устойчивы). Далее до р. Голоустная конгломераты юры средней устойчивости к абразии	c, d, p, v	2	0,01

11 (222-236)	Аккумулятивный	Потамогенный	Отмелый (менее 1,3)	ровный	р. Голоустная и водотоки 1-2 порядков. Многорукавная псевдо-дельта с фитогенным берегом	Малые межгорные впадины с рыхлыми слаборазмываемыми породами на днище и селевым конусом выноса в устьевой области прорезанным современными рукавами реки. На побережье лагуны, косы и бары	с, а, р, d, sl, v	1	3,5
12 (236-304 км)	Абразионный	Структурно-денудационный	Приглубый более 3-4	Ровный, бухтовый	Водотоки 1-3 порядков, реки, пади. Простые однорукавные устьевые системы	Сбросовые и денудационные уступы сводово-глыбового поднятия Приморского хребта (устойчивые к абразии). Промежуточные сбросовые ступени в районе Хомуты-Харгино, осложняют побережье бухтами (породы слабоустойчивые). Валунно-глыбовая отмостка, песчано-галечные пляжи	с, р, v	2	0,01
13 (304-307 км)	Аккумулятивный	Потамогенный	Отмелый (менее 1,3)	ровный	р. Бугульдейка Эстуарно-дельтовый с дельтой заполнения	Малая межгорная впадина, заполненная аллювиальными, склоновыми рыхлыми слаборазмываемыми отложениями. Устье перекрыто барьерными галечно-валунными косами	с, а, р, v	1	2
14 (307-356 км)	Абразионный	Структурный	Приглубый (3-4)	ровный	Водотоки 1-3 порядков, реки, пади. Простые однорукавные устьевые системы	Сбросовые уступы Приольхонской краевой ступени Приморского хребта (кристаллические и метаморфические неразмываемые и слаборазмываемые породы архей и протерозойского возраста)	с, v	2	0,01
15 (356-362 км)	Аккумулятивный	Потамогенный	Отмелый (менее 1,3)	ровный	р. Анга Эстуарно-дельтовый с дельтой заполнения	Малая межгорная впадина, заполненная аллювиальными плейстоцен-голоценовыми рыхлыми размываемыми отложениями. Заболоченная аллювиальная равнина	с, а, р, v	1	4,5

16 (362-455 км)	Абразионный	Структурный	Особо приглубый (более 3,8-4)	бухтовый	Водотоки 1-3 порядков, реки, пади. Простые однорукавные устьевые системы	Сбросовые уступы Приольхонской краевой ступени Приморского хребта (кристаллические и метаморфические неразмываемые и слаборазмываемые породы архей и протерозойского возраста). Ярко выраженное риасовое побережье	с, v	2	0,01
17 (455-463 км)	Аккумулятивный	Потамогенный	Отмелый менее 1-3	ровный	р. Сарма Многорукавная псевдо-дельта на конусе выноса с фитогенным берегом	Малая межгорная впадина, заполненная аллювиальными плейстоцен-голоценовыми рыхлыми размываемыми отложениями, пологонаклонным конусом выноса, прорезанным руслами. Галечные косы, валы, лагуны	с, a, p, v, l, sl	1	3
18 (463-600 км)	Абразионно-аккумулятивный	Структурно-денудационный	Переходный от отмелого к приглубому (уклон 1,3-3,8 (3,5))	бухтовый	Водотоки 1-3 порядков, реки, пади. Простые однорукавные, малорукавные на конусах выноса устьевые системы. Лагуны, отшнурованные косами и барами, конусами	Коллювиально-делювиальные шлейфы на опущенном крыле Приморского сброса; Сбросовые уступы Зундукско-Заминской промежуточной ступени; Предгорная крутонаклонная равнина Кочереково-Онгуренская краевая ступень. Чередование устойчивых пород и хорошо размываемых галечно-гравийных комплексов	с, p, d, v, l, sl	1	0,01-0,5 (1,5)
19 (600-622км)	Абразионный	Структурный	Особо приглубый (более 3,8-4)	ровный	Пади малых и временных водотоков 1 порядка. Простые однорукавные и малорукавные устьевые системы на конусах выноса	Уступы сводово-глыбового поднятия Байкальского хребта (кристаллические и метаморфические неразмываемые и слаборазмываемые породы архей и протерозойского возраста). Проллювиальные конусы выноса. Валунные отмостки	с, p, d, v, l	2	0,01-0,03

20 (622-700 км)	Абразионно-аккумулятивный	Полигенетический	Переходный от отмелого к приглубому (1,3-3,8 (3,5))	бухтовый	Водотоки 1-3 порядков, реки, пади. Простые однорукавные, малорукавные на конусах выноса устьевые системы. Лагуны, отшнурованные косами и барами	Предгорные коллювиально-делювиальные шлейфы на краевых ступенях сводово-глыбового поднятия Байкальского хребта (Солнце-Падская, Саган-Морянская). Кристаллические и метаморфические неразмываемые и голоценовые хорошо размываемые галечно-гравийные косы. Косы, лагуны, конусы выноса	с, р, d, v, l	1	0,01-0,02 (до 1)
Остров Ольхон									
21 С-3 побережье (мыс Хорогой-мыс Хобой)	Абразионно-аккумулятивный	Полигенетический	Переходный от отмелого к приглубому (1,3-3,8 (3,5))	бухтовый	Малые и временные водотоки 1-2 порядков, оз. Ханхой, Муку-Нур, Нурское Простые однорукавные устьевые системы	Структурно-денудационные уступы горста острова Ольхон. Кристаллические и метаморфические неразмываемые и слаборазмываемые породы архейского возраста и хорошо размываемые неоген и плейстоценовые отложения в бухтах. Риасовые, шермовые, сбросовые и денудационные берега	e,p,d,c, v,l	1	0,01-0,05
22 Ю-В побережье (мыс Хобой-Падь Хурай-Хылзын)	Абразионный	Структурно-денудационный	Особо приглубый (более 3,8-4)	ровный			c,v	2	0,005-0,01
23 Падь Хурай-Хылзын-мыс Хорогой)	Абразионный	Структурный	Приглубый, (3-4)	бухтовый			c, p, v	2	0,03

Республика Бурятия

Участок побережья	Тип побережья		Характер взморья, уклон, °	Геометрия берега	Морфогенетический тип устьевой системы	Морфоструктурные и морфоскульптурные особенности побережья	Генетический тип рыхлых отложений *	Уязвимость **	Зона влияния, км ***
	Динамический	Морфогенетический							
Мыс Елохин - мыс Берла	Абразионно-аккумулятивный	Структурно-денудационный; Полигенетический (промежуточных ступеней)	Приглубый (более 4), местами переходный от отмелого к приглубому (1,3-3,8 (3,5))	бухтовый	Водотоки 1-4 порядков, реки (Мужинай, Молокон, Куркула и др.), пади. Простые однорукавные, на конусах выноса устьевые системы. Лагуны, отшнурованные косами и барами.	Склоны и отроги Байкальского хребта с коллювиально-делювиальными шлейфами и краевые предгорные ступени (мужинайская) с конусами выноса различного генезиса. Кристаллические и метаморфические неразмываемые и слаборазмываемые породы архей и протерозойского возраста и голоценовые хорошо размываемые галечно-гравийные косы. Косы, лагуны, конуса выноса.	c, p, d, v, l, fg, sl	2	0,01-0,5
Мыс Берла – г. Нижнеангарск	Аккумулятивный Абразионно-аккумулятивный	Потамогенный; Структурно-денудационный	Переходный от отмелого к приглубому (1,3-3,5)	бухтовый	Реки средних порядков (Горемыка, Тья, Слюдянка, Рель) – УС врезанных дельт и эстуарно-дельтовые с дельтой заполнения. Водотоки 1-4 порядков: простые однорукавные, на конусах выноса устьевые системы. Озера (Слюдянское, Богучан), лиманы, лагуны, отшнурованные косами и барами.	Малые межгорные впадины, разбивающие на блоки Тья-Котельниковскую краевую ступень, выполненные плейстоценовыми, голоценовыми неустойчивыми к абразии породами. В береговой зоне абразионно-аккумулятивные комплексы прибрежных форм рельефа, фитогенные берега	a, c, b, v, l, fg,	1	до 6

Зал.Ангарский Сор	Аккумулятивный	Потамогенный	Отмелый (менее 1,3)	ровный	Эстуарно-дельтовый тип с дельтой заполнения, формирующийся рр. Кичера, Холодная, Верхняя Ангара с заболоченным лагунно-лиманным комплексом, блокированным морскими барами, косами (система островов Ярки).	Нижнеангарская (кичерская) впадина байкальского типа (грабен), заполненная неоген-четвертичными рыхлыми хорошо размываемыми осадками. Голоценовые и современные комплексы прибрежно-морских и устьевых форм рельефа.	a, v, b	1	до 30
Зал. Ангарский Сор-Бухта Сосновка	Абразионно-аккумулятивный;	Полигенетический; Структурный; Структурно-денудационный	Переходный от отмелого к приглубому (1,3-3,5)	бухтовый	Устьевые системы представлены тремя основными морфогенетическими типами. УС рр. Фролиха и Аяя эстуарного типа; рр. Ширильды и Томпуда – эстуарно-дельтового, остальные устьевые системы простого типа одно- и многорукавные с устьевым расширением, часто блокированные береговыми валами, косами с лагунно-лиманным комплексом.	Предгорная ступень Баргузинского хребта, разбитая на блоки малыми межгорными впадинами (грабен-троги), заполненными плейстоцен-голоценовыми рыхлыми податливыми к абразии породами, в чередовании со сбросовыми уступами, сложенные неразмываемыми протезойскими породами. Аккумулятивно-абразионный комплекс прибрежных форм рельефа.	v, a, b, c, d, l, fg	1, 2	до 6
Бухта Сосновка – р.Большой Чивыркуй .	Абразионный	Структурный	Приглубый более 3-4	ровный	Реки 1-4 порядка (Шумилиха, Грамотуха, Большая и Малая Черемшины, Кедровая, Большая и Малая Сухая, Большой Чивыркуй) Устьевые системы – простые однурукавные.	Сброс краевой ступени Баргузинского хребта. Неразмываемые породы архей-протерозоя. По разломам в долинах и устьях рек рыхлые размываемые среднеплейстоценовые отложения.	v, c, d,	2	0,01
р.Большой Чивыркуй – м. Верх. Изголовье	Абразионный	Структурный	Переходный от отмелого к приглубому (1,3-3,5)	бухтовый	Реки 1-3 порядков (Безмянная, Крестовская, Маршалиха, Онгокон, Молодость) и до 10 водотоков и падей низких порядков. УС – простые.	Склоны структурно-денудационного останца Святоносского поднятия и сброс краевой ступени Баргузинского хребта. Неразмываемые породы архей-протерозойского возраста.	v, c, d	2	0,01-0,05

п-ов Святой Нос (м. Верх. Изголовье) –зал. Култук	Абразионный	Структурный	Переходный от отмелого к приглубому (1,3-3,5)	ровный	Реки 1-3 порядков (р. Маркова). УС – простые.	Склоны и сбросовые уступы структурно-денудационного останца Святоносского поднятия. Неразмываемые породы архей-протерозойского возраста.	v, c, d	2	0,01
побережье Баргузинского залива	Аккумулятивный	Потамогенный; Сформированный волновыми процессами	Отмелый (менее 1,3)	ровный	УС р. Баргузин – эстуарно-дельтовый, впадает одним руслом, лагунно-лиманый комплекс, озера (Арангатуй, Светлое, Бармашовое, Лебяжье), заболоченные земли.	Усть-Баргузинская межгорная впадина байкальского типа (грабен), заполненная неоген-четвертичными рыхлыми хорошо размываемыми породами. В прибрежной части голоценовый комплекс прибрежно-морских аккумулятивных форм рельефа (перейма, серия береговых валов, пляжи, террасы)	v, a, l, b, d, e	1	20
Р. Баргузин –р. Малая Сухая	Абразионный	Структурный; Структурно-денудационный	Переходный от отмелого к приглубому (1,3-3,5)	бухтовый	Реки 4-5 порядков (Максимиха, Турка, Кика) имеют УС эстуарный и эстуарно-дельтовый тип. Малая Сухая и 16 рек более низких порядков, водотоки 1-2 порядков представлены простыми устьями. Устьевые области часто заболочены. Озера (Котокельское, Дикое, Малое Духовое и Духовое) гидравлически связаны с современной речной сетью. Множество подпруженных береговыми валами водоемов.	Уступы Кика-Усть-Баргузинская краевой ступени с архей-протерозойскими неразмываемыми породами, разделенная грабенами: Максимихинской, Котокельской, Хаимской впадинами байкальского типа с рыхлыми размываемыми отложениями. По побережью пляжи, террасы, береговые валы.	v, f, c, d, l, e	1	0,05-4

р. Малая Сухая – м. Облом	Абразионный	Структурный	Приглубый более 3-4	ровный	Реки 3-4 порядков (Зеленовская, Капустинская, Большая Сухая, Топка, Зага, Энхалук), 13 водотоков низких порядков. УС – простые с устьевым расширением, русла прорезают береговые валы, образуя заболоченные участки с лиманами.	Сбросовые и денудационные уступы Малосухинского надвига с неразмываемыми породами протерозоя и абразионные уступы Дуланских Увалов с податливыми к абразии породами. По побережью серии береговых валов, пляжи и террасы.	v, c, p, l, e	2	0,005
м. Облом – р. Бол. Култушная	Аккумулятивный	Потамогенный	Отмелый (менее 1,3)	ровный	8 рек и р. Селенга со сложной гидрографической сетью рукавов, проток, каналов, озер и заболоченных территорий. УС – многорукавная дельта выдвигания на мелководном взморье с барьерными косами и барами. УС остальных рек – простые с устьевым расширением.	Усть-Селенгинская впадина байкальского типа, заполненная рыхлыми неоген-четвертичными отложениями. Фитогенно-дельтовые берега и лагунно-лиманный комплекс озер в периферии дельты. По селенгинскому побережью комплекс аккумулятивно-абразионных прибрежных форм и тектонические заливы.	a,v, b, e	1	33
р. Бол. Култушная – р. Снежная	Абразионно-аккумулятивный	Полигенетический	Переходный от отмелого к приглубому (1,3-3,5)	ровный	Более 50 рек и водотоков западного макросклона хр. Хамар-Дабан. Устьевые системы - простые малорукавные с устьевым расширением или аккумулятивным выступом на полигенетических конусах выноса	Склоны отрогов хр. Хамар-Дабан (участок посольского надвига), Муринский прогиб, представленный восточной частью Танхойской предгорной равнины. Предгорные впадины байкальского типа (неоген-четвертичные рыхлые хорошо размываемыми отложения).	a,p,g, v	1	0,05-2

Примечание: * а – аллювиальный, р – пролювиальный, g – ледниковый, fg – водно-ледниковый, с – коллювиальный, d – делювиальный, e – оловый, sl – селевый, l – озерный, v – волновой, b – фитогенный.

** 1 – Особо уязвимый участок; 2 – уязвимый участок.

*** Расстояние по береговой линии южного и западного побережья оз. Байкал от р. Снежной, км. **** Зона возможного негативного влияния на природные среды, км.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.2

Районирование Иркутского водохранилища по степени опасности возникновения и развития опасных геологических процессов

№, название участка	Километраж (от 0 км)	Геологическое строение	Тип рельефа	Формы рельефа (мезо-, микро-, нанорельеф)	Тип берега	Группы процессов
Источковый район (правый берег)						
1 (Исток-пристань «Ракета» (бывш.))	0-1,5	Метаморфизированные породы докембрия	Горы с мягко очерченными вершинами и неглубокими долинами. Денудационные склоны средней крутизны	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами. В устьевых частях притоков формируются аккумулятивные формы: пересыпи, береговые бары	Неразмываемые берега	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный, плоскостной смыл
2 (Пристань «Ракета» (бывш.)-пос. Большая Речка)	1,5-10	Песчано-суглинисто-галечные отложения	Горы с мягко очерченными вершинами и неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами. В устьевых частях притоков формируются аккумулятивные формы: пересыпи, береговые бары	Абразионные берега с шириной размыва до 20 м	Абразия; склоновый водно-эрозионный, эоловый, заболачивание (фитогенный)
Средний район (правый берег)						
3 (пос. Большая Речка-пос. Тальцы)	10-17	Породы юры, четвертичные отложения, суглинки лессовидные, в долинах притоков - песчано-суглинисто-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами. В устьевых частях притоков формируются аккумулятивные формы: пересыпи, береговые бары	Абразионные берега с шириной размыва до 20 м, максимальной – до 50 м (участок пос. Бол. Речка)	Абразия, эрозия, склоновый водно-эрозионный, заболачивание (фитогенный)
4 (пос. Тальцы -пос. Бурдугуз)	17-26	Породы юры, четвертичные отложения, суглинки лессовидные, в долинах притоков - песчано-суглинисто-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами. В устьевых частях притоков формируются аккумулятивные формы: пересыпи, береговые бары	Сочетание абразионных берегов с шириной размыва до 20 м, с небольшими по протяженности участками с шириной размыва до 70 м (участки заливов Бурдугуз и Бутырки),	Абразия, эрозия, склоновый водно-эрозионный, заболачивание (фитогенный)

					максимальной – до 100 м (участки заливов Бурдугуз - снт. (Березка), Малая Грязнуха - Бутырки - питомник)	
5. пос. Бурдугуз - залив Уладова	26-36	Породы юры, четвертичные отложения, суглинки лессовидные, в долинах притоков - песчано-суглинисто-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами. В устьевых частях притоков формируются аккумулятивные формы: пересыпи, береговые бары	Сочетание абразионных берегов с шириной размыва до 20 м, с небольшими по протяженности участками с шириной размыва до 70 м, максимальной – до 100 м (участок зал. Бурдугуз-Бурдаковский)	Абразия, эрозия, склоновый водно-эрозионный, заболачивание (фитогенный)
Приплотинный район (правый берег)						
6 (Залив Уладова-залив Щучий)	36-49	Породы юры, четвертичные отложения, суглинки лессовидные, в долинах притоков – песчано-суглинисто-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами. В устьевых частях притоков формируются аккумулятивные формы: пересыпи, береговые бары	Сочетание абразионных берегов с шириной размыва до 20 м, с небольшими по протяженности участками с шириной размыва до 70 м, максимальной – до 100 м (заливы Уладова-Долганиха; Еловый - Падь Волчья).	Абразия, эрозия, склоновый водно-эрозионный, заболачивание (фитогенный)
7 (Залив Щучий-плотина ГЭС)	49-55	Породы юры, четвертичные отложения, суглинки лессовидные, в долинах притоков – песчано-суглинисто-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами.	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами. В устьевых частях притоков формируются аккумулятивные формы: пересыпи, береговые бары	Сочетание абразионных берегов с шириной размыва до 20 м, с небольшими по протяженности участками с шириной размыва до 70 м, максимальной – до 100 м (залив Топка-Новоразводная) и более 100 м (участок залив Щучий-залив Топка).	Абразия, эрозия, склоновый водно-эрозионный, эоловый, заболачивание (фитогенный)

Истоковый район (левый берег)						
1 (Исток-падь Сосновая)	0-6	Метаморфизированные породы докембрия	Горы с мягко очерченными вершинами и неглубокими долинами. Денудационные склоны средней крутизны	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами. В устьевых частях притоков формируются аккумулятивные формы: пересыпи, береговые бары	неразмываемые берега	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный, плоскостной смыв. Активизация крипа при общем обводнении территории
2 (Падь Сосновая-падь. Гробиha)	6-10	Породы юры, четвертичные отложения, суглинки лессовидные, в долинах притоков – песчано-суглинисто-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами. В устьевых частях притоков формируются аккумулятивные формы: пересыпи, береговые бары	абразионные берега с шириной размыва до 20 м	Абразия, эрозия, склоновый водно-эрозионный, заболачивание (фитогенный)
Средний район (левый берег)						
3 (Падь Гробиha–залив Шалиха)	10-22	Породы юры, четвертичные отложения, в долинах притоков – песчано-суглинисто-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами. В устьевых частях притоков формируются аккумулятивные формы: пересыпи, береговые бары	Абразионные берега с шириной размыва до 20 м и до 30 м	Абразия, эрозия, склоновый водно-эрозионный, заболачивание (фитогенный)
4 (Залив Шалиха–залив Курминсий)	22-36	Породы юры, четвертичные отложения, в долинах притоков – песчано-суглинисто-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами. В устьевых частях притоков формируются аккумулятивные формы: пересыпи, береговые бары	Абразионные берега с шириной размыва до 10 м	Абразия, оползание (склоновый гидрогенного сползания), эрозия, склоновый водно-эрозионный, заболачивание (фитогенный)
Приплотинный район (левый берег)						
5 (Залив Курминсий-пос. Новогрудинино)	36-43	Породы юры, четвертичные отложения, в долинах притоков – песчано-суглинисто-	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами. В устьевых частях притоков формируются аккумулятивные формы: пересыпи, береговые	Абразионные берега с шириной размыва до 50 м, максимальной – до 100 м (участок. пос. Новогрудинино)	Абразия, оползание (склоновый гидрогенного сползания), эрозия, склоновый водно-эрозионный, заболачивание

		галечные отложения		бары		(фитогенный)
6 (пос. Новогрудино -плотина ГЭС)	43-55	Породы юры, четвертичные отложения, в долинах притоков - песчано-суглинисто-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами. В устьевых частях притоков формируются аккумулятивные формы: пересыпи, береговые бары	Абразионные берега с шириной размыва до 10 м	Абразия, эрозия, склоновый водно-эрозионный, заболачивание (фитогенный)

Районирование участка нижнего бьефа Иркутской ГЭС по степени опасности возникновения и развития опасных геологических процессов

№, название участка	Километраж (от 0 км Иркутского гидроузла)	Километраж по длине реки (от 0 км Иркутского гидроузла)	Геологическое строение	Тип рельефа	Формы рельефа береговой зоны (мезо-микро-нанорельеф)	Тип берега	Группы процессов, оценка вероятности развития опасных и неблагоприятных для жизнедеятельности человека
Приплотинный участок урбанизированный (правый берег)							
1. (плотина ГЭС-мост Академический)	0-4	0-4	Аллювиальные песчаные и песчано-галечные отложения лессовидные суглинки, техногенные отложения с участками пород присаянской свиты юры	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф. Искусственные формы рельефа: насыпные острова, пристани, пирсы	Рельеф, преобразованный в процессе урбанизации с участками техногенного рельефа. Аккумулятивный тип берега, эрозионные процессы в уступах пойм, террас, размыв берегов, островов	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный; флювиальный. Вероятность развития эрозионных процессов низкая, средняя. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении, повышении уровня воды территории. Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов низкая, средняя. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории высокая
2. (мост Академический-мост Глазковский)	4-7	4-8,5	Аллювиальные песчаные и песчано-галечные отложения, лессовидные суглинки, техногенные отложения с участками пород присаянской	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф. Искусственные формы рельефа: насыпные	Рельеф, преобразованный в процессе урбанизации с участками техногенного рельефа. Аккумулятивный тип берега, эрозионные процессы в уступах пойм, террас, размыв	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный; флювиальный. Вероятность развития эрозионных процессов низкая, средняя. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении, повышении уровня воды территории. Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов низкая, средняя. Вероятность развития суффозионно-

			свиты юры		острова, пристани, пирсы	берегов, островов	просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории высокая
3. (мост Глазковский-ПМС-45 (Батарейная))	7-27	8,5-30	Аллювиальные песчаные и песчано-галечные отложения, лессовидные суглинки, с участками пород присаянской свиты юры	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Устьевая система рек Ушаковки, Топка, долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф. Искусственные формы рельефа в пределах промзоны: карьеры, пристани, отстойники, насыпные острова	Рельеф, преобразованный в процессе урбанизации с участками техногенного рельефа. Аккумулятивный тип берега, эрозионные процессы в уступах пойм, террас, размыв берегов, островов	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный; фитогенный (заболачивание), флювиальный. Вероятность развития эрозионных процессов низкая. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении, повышении уровня воды территории. Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов низкая. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории высокая
Средний участок (правый берег)							
4. ПМС-45-остров Монастырский	27-42	30-45	Породы юры, аллювиальные отложения, в долинах притоков – песчано-суглинисто-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Устьевая система рек Куда, долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф	Преимущественно ненарушенный рельеф, с небольшими урбанизированными участками эрозионный тип берега, с участками неразмываемых берегов	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный; фитогенный (заболачивание), флювиальный. Вероятность развития эрозионных процессов высокая. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении, повышении уровня воды территории. Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов высокая. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории низкая
5. (Остров Монастырский-остров Макерский)	42-62	45-71	Породы юры, четвертичные аллювиальные отложения, в долинах притоков – песчано-	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Устьевая система рек Балей, долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные	Преимущественно ненарушенный рельеф, с небольшими урбанизированными участками (пос. Усть-Балей), эрозионный	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный; фитогенный (заболачивание), флювиальный. Вероятность развития эрозионных процессов высокая. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении,

			суглинисто-галечные отложения		второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф	тип берега, с участками неразмываемых берегов	повышении уровня воды территории. Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов высокая. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории низкая
6. (остров Макерский-падь Куйтунская)	62-79	71-88	Породы юры, четвертичные аллювиальные отложения, в долинах притоков – песчано-суглинисто-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф. Искусственные формы рельефа: насыпные острова, пристани, пирсы	Преимущественно ненарушенный рельеф, эрозионный тип берега, с участками неразмываемых берегов	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный; фитогенный (заболачивание), флювиальный. Вероятность развития эрозионных процессов высокая. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении, повышении уровня воды территории. Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов высокая. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории низкая
Район зоны выклинивания Братского водохранилища (правый берег)							
7. (падь Куйтунская-г. Усолье-Сибирское)	79-90	88-99	Породы юры, четвертичные аллювиальные песчаные и песчано-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф	Преимущественно ненарушенный рельеф, с небольшими урбанизированными участками (пос. Ново-Жилкино), эрозионный тип берега, с участками неразмываемых берегов	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный; фитогенный (заболачивание), флювиальный. Вероятность развития эрозионных процессов высокая. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении, повышении уровня воды территории. Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов высокая. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории низкая. Вероятность развития абразионных процессов высокая
8. (г. Усолье-Сибирское-устье р. Белой)	90-105	99-114	Породы юры, четвертичные аллювиальные песчаные и	Равнины с почти плоскими междуречьями	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные	Преимущественно ненарушенный рельеф, с небольшими	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный; фитогенный (заболачивание), флювиальный. Вероятность развития

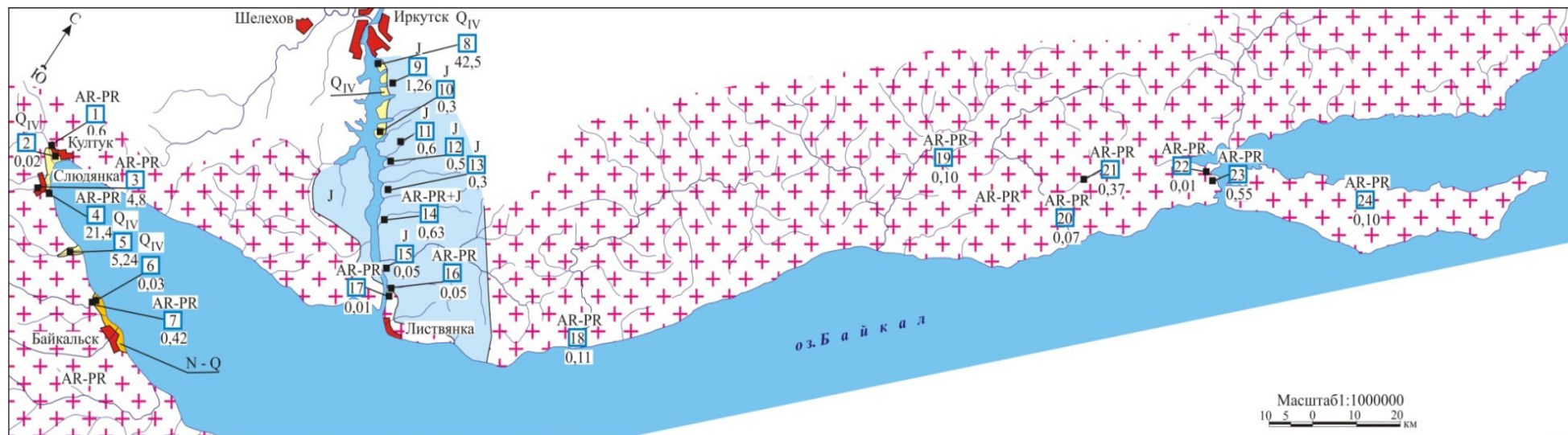
			песчано-галечные отложения	с неглубокими долинами	пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф	урбанизированными участками (пос. Олонки), абразионно-эрозионный, эрозионный типы берегов, с участками неразмываемых берегов	эрозионных процессов высокая. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении, повышении уровня воды территории. Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов высокая. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории низкая. Вероятность развития абразионных процессов высокая
Приплотинный район урбанизированный (левый берег)							
1. (плотина-мост Академический)	0-4	0-4	Четвертичные делювиальные, аллювиальные песчаные и песчано-галечные отложения, техногенные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф. Искусственные формы рельефа в пределах промзоны: карьеры, пристани, отстойники, насыпные острова	Рельеф, преобразованный в процессе урбанизации с участками техногенного рельефа, аккумулятивный тип берега, эрозионные процессы в уступах пойм, террас, размыв берегов, островов	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный; флювиальный (заболочивание), флювиальный. Вероятность развития эрозионных процессов высокая. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении, повышении уровня воды территории. Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов средняя. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов высокая. Вероятность подтопления территории высокая
2. (мост Академический-мост Глазковский)	4-7	4-8,5	Четвертичные делювиальные, аллювиальные песчаные и песчано-галечные отложения, техногенные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф. Искусственные формы рельефа в пределах промзоны: карьеры, пристани, отстойники, насыпные острова, насыпи дорог	Рельеф, преобразованный в процессе урбанизации с участками техногенного рельефа, аккумулятивный тип берега, эрозионные процессы в уступах пойм, террас, размыв берегов, островов	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный; флювиальный (заболочивание), флювиальный. Вероятность развития эрозионных процессов высокая. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении, повышении уровня воды территории. Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов средняя. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов высокая. Вероятность подтопления территории средняя.

3. (мост Глазковский-ПМС-45 (Батарейная))	7-27	8,5-30	Породы юры, четвертичные отложения, суглинки лессовидные, в долинах притоков – песчано-суглинисто-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами.	Устьевая система р. Иркут, долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф. Искусственные формы рельефа в пределах промзоны: карьеры, пристани, отстойники, насыпные острова	Рельеф, преобразованный в процессе урбанизации с участками техногенного рельефа, аккумулятивный тип берега, эрозионные процессы в уступах пойм, террас, размыв берегов, островов	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный; фитогенный (заболачивание), флювиальный. Вероятность развития эрозионных процессов низкая. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении, повышении уровня воды территории. Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов низкая. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории высокая
Средний район (левый берег)							
4. ПМС-45-остров Монастырский	27-42	30-45	Четвертичные аллювиальные песчаные и песчано-галечные отложения с участками пород присаянской свиты юры	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф. Искусственные формы рельефа в пределах промзоны: карьеры, пристани, отстойники, насыпные острова	Техногенно преобразованный рельеф с урбанизированными участками, аккумулятивный тип берега, эрозионные процессы в уступах пойм, террас, размыв берегов островов. Искусственные формы рельефа в пределах промзоны: карьеры, пристани, отстойники, насыпные острова	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный; фитогенный (заболачивание), флювиальный. Вероятность развития эрозионных процессов низкая. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении, повышении уровня воды территории. Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов низкая. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории высокая.
5. (Остров Монастырский-устье р. Китой)	42-62	45-71	Четвертичные аллювиальные песчаные и песчано-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Устьевая система рек Китой, долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные второстепенные протоки	Техногенно преобразованный с урбанизированными участками рельеф, аккумулятивный тип берега, эрозионные процессы в уступах пойм, террас, размыв	Гравитационно-склоновый, в том числе склоновый водно-эрозионный; фитогенный (заболачивание), флювиальный. Вероятность развития эрозионных процессов низкая. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении, повышении уровня воды территории.

					островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф. Искусственные формы рельефа в пределах промзоны: карьеры, пристани, отстойники, насыпные острова	берегов, островов	Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов низкая. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории высокая
6. (устье р. Китой-пос. Тельма)	62-79	71-88	Породы юры, четвертичные отложения, в долинах притоков – песчано-суглинисто-галечные отложения	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами.	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф, овраги. Искусственные формы промзоны: запруды (пос. Тельма-церковь)	Рельеф, преобразованный в процессе урбанизации, с участками техногенного рельефа, аккумулятивный тип берега, эрозионные процессы в уступах пойм, террас, размыв берегов, островов	Эрозия, склоновый водно-эрозионный, заболачивание (фитогенный). Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов низкая. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории высокая
Район зоны выклинивания Братского водохранилища (левый берег)							
7. (пос. Тельма-г. Усолье-Сибирское)	79-90	88-99	Четвертичные аллювиальные песчаные и песчано-галечные отложения с участками пород ангарской свиты кембрия	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф, овраги. Искусственные формы промзоны: запруды (пос. Тельма-церковь)	Рельеф, преобразованный в процессе урбанизации, преимущественно эрозионные берега, в том числе берега о. Красный	Эрозия, склоновый водно-эрозионный, заболачивание (фитогенный). Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории высокая
8. (г. Усолье-Сибирское-устье р. Белой)	90-105	99-114	Породы юры, четвертичные отложения, в долинах притоков – песчано-	Равнины с почти плоскими междуречьями с неглубокими долинами.	Устьевая система р. Белой, долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, поперечные	Рельеф, преобразованный в процессе урбанизации. Сочетание участков неразмываемых и	Абразии, эрозия, склоновый водно-эрозионный, заболачивание (фитогенный). Рельеф, преобразованный в процессе урбанизации с участками техногенного рельефа. Вероятность

		суглинисто-галечные отложения	Долины постоянных и временных водотоков с заболоченными днищами, конуса выноса	пойменные второстепенные протоки островов, реликтовый криогенный полигональный рельеф. Искусственные формы промзоны: карьеры, пристани, отстойники	эрозионных берегов, в ухвостьевой части о. Большой абразионно-эрозионные берега	развития эрозионных процессов низкая. Активизация плоскостного смыва, крипа при общем обводнении, повышении уровня воды территории. Вероятность развития гравитационно-склоновых процессов низкая. Вероятность развития суффозионно-просадочных процессов низкая. Вероятность подтопления территории высокая
--	--	-------------------------------	--	--	---	--

Гидрогеологическая карта территорий, прилегающих к озеру Байкал (Иркутская область) и Иркутскому водохранилищу



Материалы Иркутского территориального центра государственного мониторинга геологической среды, составила Ткачева. Н.П.

2022 г.



- | | |
|--|---|
| <p>Q_{IV} Водоносный комплекс четвертичных аллювиальных отложений. Гравий галечник песок</p> <p>J Водоносный комплекс юрских угленосно-терригенных отложений. Песчаники, алевролиты, прослои угля</p> <p>AR-PR Месторождения, участки месторождений, подземных вод. Цифры: сверху - индексе водовмещающих пород; внизу - величина запасов (тыс. м³сут). Цифра в квадрате - номер на карте: 1 - Култукское, 2 - Воротнинское, 3 -Хамар-Дабансий участок, 4 - Шахтерский участок, 5 - Безымянское, 6 - Чайкинское, 7 -Утуликское, 8 - Иркутское, 9 - Новолисихинское, 10 - Патроновский участок, 11 - Королюкский участок, 12 - Бурдаковское, 13 - Бутырское-502, 14 - Прибайкальское, 15 - Ангаро-Хуторское, 16 - Банное, 17 - Анастосиевский участок, 18 - Большоголоустенское, 19 - Алагуйское, 20 - Анга, 21 - Тонта, 22 - Наратей, 23 - Куркут, 24 - Ольхонское</p> | <p>N - Q Водоносный комплекс неоген-четвертичных аллювиальных отложений, Валунв, галечник, гравий, песок</p> <p>AR-PR Водоносная зона трещиноватости архей-протерозойских метаморфических и магматических и образований. Граниты, гранито-гнейсы, гнейсы, мрамора</p> |
|--|---|

Схема размещения участков Государственной опорной наблюдательной сети



Материалы Иркутского территориального центра государственного мониторинга геологической среды, составила Ткачева. Н.П.

2022 г.

-  Участки Государственной опорной наблюдательной сети подземных вод Иркутской области в пределах водосборного бассейна оз. Байкал и Иркутского водохранилища: 1 - Слодянка, 2 - Култук; 3 - Байкальск, 4 - Иркутск, 5 - Ангарские Хутора, 6 - Бугульдейка, 7 - Попова, 8 - Шара-Тогот, 9 - Харанцы, 10 - онгурены
-  Ключевые участки, которые могут быть использованы для оценки взаимодействия поверхностных и грунтовых вод

Участки Государственной опорной наблюдательной сети

№ п/п	Расположение участка	Пункты наблюдений	Водоносный комплекс	Продолжительность наблюдений, лет	Тип режима подземных вод
1	южная окраина г. Слюдянки, в 3 км от акватории оз. Байкал	скважина глубиной 106 м*	водоносная зона трещиноватости	более 30	присклоновый
2	пос. Култук, в 1 км от акватории оз. Байкал	колодец,	-	12	присклоновый
3	г. Байкальск, в 100-150 м от акватории оз. Байкал в районе бывшего АО «БЦБК»**	2 скважины глубиной 25 м	грунтовые воды водоносного комплекса неоген-четвертичных аллювиальных отложений	более 20	прибрежный
4	мкр. Солнечный, берег Иркутского водохранилища	-	подземные воды водоносного комплекса юрских угленосно-терригенных отложений	более 30	прибрежный
5	пос. Ангарские Хутора, берег Иркутского водохранилища	2 скважины глубиной 9 м	грунтовые воды водоносного комплекса четвертичных аллювиальных отложений	более 30	прибрежный
6	пос. Бугульдейка, в 1,2 км от акватории оз. Байкал	колодцы	-	более 30	присклоновый
7	вблизи д. Попова	скважина глубиной 35 м	водоносная зона трещиноватости	более 30	присклоновый
8	с. Шара-Тогот, в 1,5 км от акватории оз. Байкал	3 скважины глубиной 40-60 м	водоносная зона трещиноватости	более 30	присклоновый
9	в д. Харанцы, о. Ольхон	колодец	зона аэрации	более 30	приводораздельный
10	севернее д. Онгурены в 1 км	скважины глубиной 12,5-30 м	водоносная зона трещиноватости	более 30	склоновый

Примечание: *До 2005 г. наблюдения на участке осуществлялись по трем скважинам. В 2005 г. 2 скважины закрыты.

**Ранее наблюдения велись также по скважине глубиной 10 м в г. Байкальске, в 150 м от озера. Продолжительность наблюдений более 30 лет. Тип режима прибрежный

**Систематический список ландшафтов побережья озера Байкал (полоса 1 км)
в границах Иркутской области и Республики Бурятия**

Иркутская область

Высокогорные

*Горно-таежные редуцированного развития:*1 – выровненных поверхностей водоразделов, верхних и средних частей склонов кедровые и пихтово-кедровые (с лиственницей по склонам северной экспозиции) редкостойные кустарничково-зеленомошные с мелкотравьем (с кедровым стлаником и кашкарой – по склонам северной экспозиции, с баданом по крутым склонам, с кашкарой – по пологим склонам и выровненным поверхностям).

Среднегорные

*Горно-таежные ограниченного развития:*2 – склонов лиственничные с сосной; 3 – плоских водоразделов и склонов южной экспозиции пихтово-кедровые и кедрово-пихтовые кустарничково-мелкотравно-зеленомошные (иногда мелкотравно-кустарничково-долгомошно-зеленомошные); 4 – преимущественно пологих склонов кедровые и пихтово-кедровые (иногда с примесью ели и лиственницы) кустарничково-зеленомошные с мелкотравьем (кустарничково-долгомошно-зеленомошные с багульником по пологим склонам северной экспозиции); 5 – склонов разной крутизны и экспозиции пихтовые и елово-пихтовые (по крутым склонам – кедрово-пихтовые) кустарничково-зеленомошные (с баданом по крутым склонам, с багульником – по пологим склонам северной экспозиции, мелкотравно-крупнотравно-вейниковые и бруснично-разнотравные с орляком – по склонам южной экспозиции, со сфагновыми мхами в нижних частях склонов).

Низкогорные

*Горнотаежные оптимального развития:*6 – склонов лиственничные с кустарниковым подлеском; 7 – склонов лиственничные с участием сосны и сосново-лиственничные разнотравные и бруснично-разнотравные, травяно-моховые; 8 – пологих склонов лиственничные редкостойные с редким кустарниковым подлеском злаково-разнотравные в сочетании со степями; 9 – плоских поверхностей сосновые с подлеском из рододендрона даурского; 10 – склонов сосновые и лиственнично-сосновые со смешанным подлеском;

11 – склонов низкогорий и возвышенностей сосновые с примесью лиственницы травяно-брусничные; 12 – склонов низкогорий и возвышенностей сосновые травяные иногда с подлеском из рододендрона даурского острепненные; 13 – крутых обрывистых склонов к Байкалу сосновые и лиственничные редкостойные острепненные литофильные. **Степные:** 14 – крутых обрывистых склонов разнотравно-типчаковые в сочетании с низкоразнотравными и полынными литофильными; 15 – пологих склонов с участками каменистых россыпей мелкодерновинно-злаковые и разнотравно-типчаковые в сочетании с низкоразнотравными и полынными литофильными.

Подгорные

Таежные ограниченного развития: 16 – днищ котловин кедрово-лиственничные и лиственничные с примесью ели, иногда с кустарниковым подлеском кустарниково-моховые. **Таежные оптимального развития:** 17 – предгорных возвышенностей кедрово-пихтовые чернично-травяно-моховые с высокотравьем. **Подтаежные:** 18 – днищ котловин, подгорных равнин сосновые с кустарниковым подлеском травяные, иногда острепненные; 19 – склонов, обращенных к оз. Байкал (за исключением крутых склонов северной экспозиции) светлохвойные и мелколиственные, часто разреженные леса вейниково-разнотравные, разнотравно-орляковые. **Степные:** 20 – террас и шлейфов мелкодерновинно-злаковые литофильные; 21 – днищ котловин крупнозлаковые ковыльно-житняковые.

Межгорных понижений и долин

Таежные оптимального развития: 22 – долин луговые со злаковым иногда острепненным покровом; 23 – долин болота верховые и переходные подгорных равнин осоково-сфагновые и кустарничково (багульник, клюква, кассандра)-осоково-сфагновые с рединами из кедра, ели и березы. **Таежные ограниченного развития:** 24 – долин пихтово-кедровые с елью хвощово-мелкотравно-зеленомошные; 25 – долин кедрово-лиственничные и лиственничные с пихтой и елью леса с ерником, ивой. **Степные:** 26 – долиноосоково-злаковые лугово-болотные солонцеватые.

Антропогенные

27 – Населенные пункты и промышленные объекты.

Республика Бурятия

1. Горнотаежные светлохвойные: а) склоновые лиственнично-сосновые со смешанным подлеском; б) склоновые сосновые травяные с кустарниковым подлеском.

2. Межгорных понижений и долин таежные лиственничные условий ограниченного развития: а) днищ котловин (подгорные) лиственничные багульниковые с ерниковым подлеском; б) долинные лиственничные багульниковые с редким подлеском;

в) долинные заболоченных лугов в сочетании с болотами и ерниками; г) долинные сфагновых болот в сочетании с ерниками.

3. Подгорные, межгорных понижений и долин таежные темнохвойные оптимального развития: а) предгорных возвышенностей пихтово-кедровые кустарничково-мелкотравно (с крупнотравьем)-зеленомошные; б) долинные пихтово-кедровые (с елью) хвощово-мелкотравно-зеленомошные; в) равнинные и днищ котловин елово-кедровые с лиственницей.

4. Нижнегорные таежные лиственничные условий оптимального развития: а) склоновые лиственничные с кустарниковым подлеском.

5. Подгорные, межгорных понижений и долин таежные лиственничные условий оптимального развития: а) долинные заболоченных лугов; б) террас и шлейфов лиственничные травяные с редким подлеском.

6. Подгорные подтаежные светлохвойные в сочетании с горно-степными: а) равнинные сосновые с подлеском из рододендрона; б) днищ котловин сосновые (на зандровых и озерных песках).

7. Подгорные подтаежные лиственничные остепненные: а) террас и шлейфов травяные с редким подлеском.

8. Межгорных понижений и долин таежные лиственничные условий редуцированного развития: а) подгорные (днищ котловин и долин) кедрово-лиственничные.

9. Нижнегорные таежные условий оптимального развития темнохвойные: а) склоновые кедрово-пихтовые чернично-зеленомошные.

10. Подгольцовые высокогорно-кустарниковые с фрагментами тундр: а) вершинных поверхностей и склонов с кедровым стлаником («полугольцы»).

11. Среднегорные таежные лиственничные ограниченного развития: а) склоновые лиственничные с кедром и смешанным подлеском.

12. Гольцовые тундровые: а) склоновые гравитационно-солифлюкционные лишайниковые с разреженными зарослями кедрового стланика.

13. Среднегорные таежные лиственнично-темнохвойные условий ограниченного развития: а) склоновые пихтово-кедровые чернично-травяно-зеленомошные, местами с баданом.

Охраняемые виды флоры, популяции которых могут пострадать в результате колебаний уровня оз. Байкал (Красная книга Республики Бурятия 2013г)

Astragalus sericeocanus Gontsch. – Астрагал шелковистоседой (о. Ярки, устье р. Турка);

Caulinia flexilis Willd. – Каулиния гибкая (Верхнеангарский сор, оз. Арангатуй);

Corispermum ulopterum Fenzl ex Ledeb. – Верблюдка курчавоплодная (печано-галечные берега, прибойные валы);

Craniospermum subvillosum Lehm. – Черепоплодник почтишерстистый (песчано-галечниковые берега, прибойные валы);

Deschampsia turczaninowii (Litv.) Roshev. – Луговик Турчанинова (печано-галечные берега, прибойные валы);

Elatine triandra Schkuhr – Повойничек трёхтычинковый (устье р. Кичера);

Hammarbya paludosa (L.) Kuntze – Хаммарбия болотная (устье р. Снежная, оз. Арангатуй);

Isoetes setacea Durieu – Полушник щетинистый (дельта Верхней Ангары);

Nymphaea tetragona Georgi – Кувшинка четырёхугольная (Верхнеангарский сор, оз. Арангатуй, Чивыркуйский залив);

Paraver popovii Sipliv. – Мак Попова (галечники Чивыркуйский залив);

Subularia aquatica L. – Шилолистник водяной (мыс Мужинай);

Thelypteris palustris Schott – Телиптерис болотный (перешеек п-ва Св. Нос);

Tillaea aquatica L. – Тиллея водная (бухта Малая Коса);

Zannichellia repens Voenn. – Дзанникеллия ползучая (мелководья у п-ва Св. Нос, северный Байкал).

Охраняемые виды флоры, популяции которых могут пострадать в результате колебаний уровня оз. Байкал (Красная книга Иркутской области (2020))

1. *Sphagnum imbricatum* Hornsch. ex Russow – Сфагнум черепитчатый (устье р. Слюдянки);

2. *Nuphar pumila* (Timm) DC. – Кубышка малая (Слюдянка, Зама);

3. *Nymphaea candida* J. Presl & C. Presl – Кувшинка чисто-белая (Слюдянка);

4. *Nymphaea tetragona* Georgi – Кувшинка четырёхугольная (Слюдянка, Зама);

5. *Caulinia flexilis* Willd – Каулиния гибкая (зал. Мухор, м. Ядыртуй);

6. *Potamogeton maackianus* A. Benn – Рдест Маака (Мухор, устье р. Сармы);

7. *Zannichellia repens* Voenn – Дзанникеллия ползучая (устье р. Анги, зал. Курма, зал. Покойники);

8. *Iris laevigata* Fisch – Касатик (Ирис) сглаженный (Слюдянка);

9. *Iris sanguinea* Donn ex Hoenem – Касатик (Ирис) кроваво-красный (бухта Анга);
10. *Bromopsis korotkiji* (Drobow) Holub – Кострец Короткого (Ольхон, береговые пески у д. Ялга);
11. *Deschampsia turczaninowii* (Litv.) Roshev – Щучка Турчанинова (Берега пролива Малого. Моря (зал. Мухор и Куркут), д. Шида, по о-вам Ольхон, Зумугой, Бол. Тойник, Хынык, Барокчин, Урунгой; у м. Арал, Уюга, Ото-Хушун, Хужир, Зундук, Харгантуй, Шартлай, Покойники, Мал. Солонцовый, Заворотный и Средний Кедровый; по берегам зал. Хул (Хулы), бухта Заворотная, пос. Бугульдейка);
12. *Papaver amorphillum* (Turcz.) Peschkova – Мак песчаный (Ольхон (м. Бурхан, зал. Семисосенская губа, Хужирский, Сарайский, Загли, окрест. пос. Хужир, д. Малый Хужир, Харанцы, падь Ташкиней);
13. *Papaver popovii* Sipliv – Мак Попова (бухта Ая, скала Саган-Заба, м. Уюга, Зундук, Арал, Шартлай, Рытый и Заворотный, о-ва Ольтрек и Ольхон, м. Хужирский, Хобой и Саган-Хушун, бухта Песчаная);
14. *Oxytropis microphylla* (Pall.) DC. – Остролодочник мелколистный (бухта Ая, зал. Мухор, м. Улан-Нур, пос. Харанцы);
15. *Elatine hydropiper* L. – Повойничек водноперечный (устье р. Голоустной);
16. *Viola incisa* Turcz – Фиалка надрезанная (устье р. Голоустной, м. Покойники);
17. *Corispermum ulopterum* Fenzl ex Ledeb – Верблюдка курчавоплодная (д. Песчаная зал. Нюрганская Губа);
18. *Subularia aquatica* L. – Шилолистник водяной (зал. Покойники);
19. *Montia fontana* L. – Монция родниковая (р. Тиганиха и Култучная у пос. Култук, г. Слюдянка, ст. Утулик, нижнее течение р. Быстрой, р. Баранчики, Ивановка, Шабартуй, Маритуйка, Шарыжалгай, Половинная, Ангасолка (Темная падь) и Бол. Крутая Губа), в Иркутском (исток р. Ангары и падь Крестовая в пос. Листвянка) и Ольхонском (м. Кочериковский) районах;
20. *Primula pinnata* Popov et Fed. – Первоцвет перистый (с. Шара-Тогот (бывший Черноруд), окрестности д. Сарма (классическое местонахождение), м. Ото-Хушун, Зундук, оз. Зама, зал. Кыргалтей);
21. *Craniospermum subvillosum* Lehm. – Черепоплодник щетинистоватый (зал. Семисосенный, Тодакский, Тогай, Хужирский, Сарайский, у оз. Ханхой (Ханхойская коса), побережье Нюрганской губы);
22. *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) Kuntze – Болотоцветник щитолистный (оз. Зама, зал. Анга и Тутайский).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.9

Общая характеристика потенциальных зон затопления/подтопления по хозяйственному использованию территории в разрезе категорий земель и разрешенному использованию участков, выделенных в собственность

Ольхонский район*

Использование	Кадастровый номер	Адрес, место положения	Площадь, м. кв.	Разрешенное использование	Фактическое использование	Сооружения, строения
Земли населенных пунктов						
Садоводство и огородничество	38:13:060201:494	Иркутская обл., Ольхонский р-н, с. Сахюрта, ул. Центральная, 19	196188	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для огородничества	1 малоэтажное сооружение
Индивидуальное жилищное строительство	38:13:060201:664	Иркутская обл., Ольхонский р-н, с. Сахюрта, ул. Клубная, 10	395664	Для индивидуальной жилой застройки	Для индивидуального жилищного строительства	1 малоэтажный дом и 1 сооружение
	38:13:060703:2323	Иркутская обл., Ольхонский р-н, пос. Шида, ул. Онтхэ, 12	252178,5	Для индивидуальной жилой застройки	Для индивидуального жилищного строительства	1 малоэтажное строение
Личное подсобное хозяйство	38:13:060501:4	Иркутская обл., р-н Ольхонский, д. Куркут	1821574,68	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения личного подсобного хозяйства	Кадастр. номера не найдено
	38:13:060501:41	Иркутская обл., Ольхонский р-н, д. Куркут, ул. Куркутская, 4а	3824036,84	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения личного подсобного хозяйства	Кадастр. номера не найдено
	38:13:060703:1964	Иркутская обл., Ольхонский р-н, пос. Шида, ул. Онтхэ, 20	237807,78	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения личного подсобного хозяйства	3 малоэтажных сооружения
	38:13:060703:3406	Иркутская обл., Ольхонский р-н, пос. Шида, ул. Онтхэ, 16 б	55272	Для ведения личного подсобного хозяйства	Личное подсобное хозяйство	1 сооружение
Охотничье хозяйство и рыболовство	38:13:060703:1236	Иркутская обл., Ольхонский р-н, д. Сарма, ул. Рыборазводная, 1г	8783,63	Под иными объектами специального назначения	Для ведения охотничьего хозяйства и рыболовства	Нет
Производство	38:13:060705:240	Иркутская обл., Ольхонский р-н, с. Сахюрта, ул. Центральная, 35	6924027,18	Под иными объектами специального назначения	Для строительства производственной базы (холодильно-складские, административно-хозяйственные) с причалом	Нет
Нет данных	38:13:060705:76	Нет данных	1,15	Нет данных	Нет данных	Нет

	38:13:000022:656	Иркутская обл., Ольхонский р-н, д. Курма, ул. 2-ая Курминская, 17	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет
Земли особо охраняемых территорий и объектов						
Рекреация и туризм	38:13:000022:4	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Халы**	282000	Для размещения объектов (территорий) рекреационного назначения	Для строительства базы отдыха	Нет
	38:13:060703:519	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Камыши-1	2308496,4	Для размещения объектов (территорий) рекреационного назначения	Для организации пляжной зоны	2 малоэтажных сооружения
	38:13:060703:77	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Улорба на берегу оз.Байкал	9457149,78	Для размещения объектов (территорий) рекреационного назначения	Для строительства базы отдыха	25 легких сооружений, 1 дом
Вертолетная площадка и спасательный пост	38:13:060703:375	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Хужир-Нугайский	18969,12	Для размещения иных объектов промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, обеспечения космической деятельности, обороны, безопасности и иного специального назначения	Для строительства базы и вертолетной площадки постоянного спасательного поста	Нет
Земли сельскохозяйственного назначения						
Для сенокосения и выпаса скота гражданами, сельскохозяйственного производства	38:13:000014:1394	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Усть-Анга	314,4	Для сенокосения и выпаса скота гражданами	Сенокос	Нет
	38:13:000014:1395	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Усть-Анга	209,6	Для сенокосения и выпаса скота гражданами	Сенокос	Нет
	38:13:000014:282	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Быркин	328,97	Для сельскохозяйственного производства	Сенокос	Нет
	38:13:000014:303	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Быркин	516,56	Для сельскохозяйственного производства	Сенокос	Нет
	38:13:060703:1926	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Кулура	1020875,56	Для сенокосения и выпаса скота гражданами	Под сенокос и строение	Нет
	38:13:060703:1927	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Кулура	483943,89	Для сенокосения и выпаса скота гражданами	Под сенокос и строение	Кадастр. номера не найдено
	38:13:060703:2233	Иркутская обл., Ольхонский р-н, в м. Сарма	855	Для сенокосения и выпаса скота гражданами	Сенокос	Нет данных
Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	38:13:000014:602	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Бегул	10260	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Нет
	38:13:000022:180	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	8664,03	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Нет

	38:13:000022:217	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	17142,14	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Нет
	38:13:000022:22	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Завозня	7252,89	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Для КФХ	Нет
	38:13:000004:63	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Арал	29707,1	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Нет
	38:13:000005:52	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Сурхайта	8461,37	Для размещения объектов сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственных угодий	Под сенокосные угодья для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Нет
	38:13:000005:72	Иркутская обл., Ольхонский р-н, Улан-Хан	11465,12	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Для ведения крестьянского фермерского хозяйства	Нет
	38:13:000005:96	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Сурхайт	15390	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Для ведения крестьянского хозяйства	Нет
	38:13:060703:1151	Иркутская обл., Ольхонский р-н, залив Мухор	6288	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Нет
	38:13:060703:1154	Иркутская обл., Ольхонский р-н, залив Мухор	6288	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Нет
	38:13:060705:371	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Таланхан	14004,9	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Нет
Для размещения объектов сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственных угодий	38:13:000014:732	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Хутурук	51300	Для размещения объектов сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственных угодий	Для ведения крестьянского хозяйства	Нет
	38:13:000022:248	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	1048	Для размещения объектов сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственных угодий	Для ведения личного подсобного хозяйства	Нет
	38:13:060703:1307	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Кулура	274837,94	Для размещения объектов сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственных угодий	Под сенокос и строение	Нет
	38:13:060703:950	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Шида	2096	Для размещения объектов сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственных угодий	Под подсобное хозяйство	Нет
	38:13:060705:376	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Таланхан	6175,49	Для размещения объектов сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственных угодий	Для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства	Нет
Садоводство и огородничество	38:13:000022:9	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	8494500	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для дачного строительства	Нет

	38:13:060703:312	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Зуун-Хагун на берегу оз.Байкал	101934	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для дачного строительства	1 строение
	38:13:060703:894	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Шида	1038367,68	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для дачного строительства	4 строения
	38:13:060703:895	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Шида	1024096,92	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для дачного строительства	1 строение
	38:13:060703:896	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Шида	1032591,42	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для дачного строительства	Нет
Для дачного строительства	38:13:000014:995	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Ушотой	5096700	Для дачного строительства	Для дачного строительства	Нет
	38:13:000022:189	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	2718240	Для дачного строительства	Для дачного строительства	Нет
	38:13:000022:386	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	3394402,2	Для дачного строительства	Для дачного строительства	Нет
	38:13:000022:387	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	3418526,58	Для дачного строительства	Для дачного строительства	Нет
	38:13:000022:389	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	3359744,64	Для дачного строительства	Для дачного строительства	Нет
	38:13:000022:390	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	2938757,22	Для дачного строительства	Для дачного строительства	Кадастр. номера не найдено
	38:13:000022:391	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	2748480,42	Для дачного строительства	Для дачного строительства	Кадастр. номера не найдено
	38:13:000022:392	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	2896624,5	Для дачного строительства	Для дачного строительства	Нет
	38:13:060703:3881	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Камыши-1	867118,56	Для дачного строительства	Для дачного строительства	2 строения
Для ведения личного подсобного хозяйства	38:13:000022:218	Иркутская обл., Ольхонский р-н, в м. Хадарта	6288	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения личного подсобного хозяйства	Нет
	38:13:000022:231	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	1048	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения личного подсобного хозяйства	Нет
	38:13:000022:233	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	1048	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения личного подсобного хозяйства	Нет
	38:13:000022:242	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	1048	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения личного подсобного хозяйства	Нет
	38:13:000022:243	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	1048	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения личного подсобного хозяйства	Нет
	38:13:000022:244	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Курма	1048	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения личного подсобного хозяйства	Нет
	38:13:000004:335	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Крестовая	2614,08	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения личного подсобного хозяйства	Нет

	38:13:000004:498	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Зама	6840	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения личного подсобного хозяйства	Нет
	38:13:060703:2385	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Шида	786,43	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения личного подсобного хозяйства	Нет
	38:13:060703:935	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Кулура	2096	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения подсобного хозяйства	Нет
	38:13:060703:976	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Кулура	2096	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения подсобного хозяйства	Нет
	38:13:060703:978	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Кулура	1048	Для ведения личного подсобного хозяйства	Для ведения подсобного хозяйства	Нет
Для размещения объектов, предназначенных для обеспечения обороны и безопасности	38:13:000014:740	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Быркин	855	Для размещения объектов, предназначенных для обеспечения обороны и безопасности	Сенокос	Нет
Для иных видов сельскохозяйственного использования	38:13:000004:54	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Нуга	29572,13	Для иных видов сельскохозяйственного использования	Под сенокос и пастбище	Нет
	38:13:060703:2795	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Шракшура	1710,17	Для иных видов сельскохозяйственного использования	Для сельскохозяйственного использования	Нет
	38:13:060703:374	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Саган-Нугэ	1369,34	Для иных видов сельскохозяйственного использования	Для сельскохозяйственного использования	Нет
	38:13:060705:6	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Тугай, на берегу оз. Байкал	10532,5	Для иных видов сельскохозяйственного использования	Под пастбище	Нет
Под иными объектами специального назначения	38:13:060703:1300	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Камыши-1, ДНТ Светлый	6558773,34	Под иными объектами специального назначения	Для организации земель общего пользования	27 легких строений (турбаза)
	38:13:060703:2534	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Сарма	855	Под иными объектами специального назначения	Сенокос	Нет
Рекреация и туризм	38:13:060703:530	Иркутская обл., р-н Ольхонский, м.Зун-Хагуун	4770,12	Для размещения объектов (территорий) рекреационного назначения	Под базу отдыха	46 легких сооружений и 3 строения (здания)
Причальные сооружения	38:13:000022:497	Иркутская обл., Ольхонский р-н, м. Хадарта	561,54	Нет данных	Для строительства причального сооружения	Нет

Объекты автомобильного транспорта, автодорожное хозяйство	38:13:060705:461	Иркутская обл., Ольхонский р-н	169426,62	Для размещения и эксплуатации объектов автомобильного транспорта и объектов дорожного хозяйства	Для нужд автомобильного транспорта	4 легких сооружения, заасфальтированная площадка у причала
Категория не установлена						
Нет данных	38:13:060703:605	Нет данных	867458,34	Нет данных	Нет данных	2 сооружения, огород

Примечание: *Использованные источники:

1. Материалы Публичной кадастровой карты, данные Росреестра. [Электронный ресурс.]. – <http://roscadastr.com/map> (дата обращения 17.02.2022 г.).
2. Публичной кадастровой карты. [Электронный ресурс.]. – <https://pkk.rosreestr.ru> (дата обращения 19.02.2022 г.).
3. Google Карты (снимки со спутника). [Электронный ресурс.]. – <https://www.google.com/maps/> (дата обращения 20.02.2022 г.).

** м. – местность

Иркутский район*

Использование	Кадастровый номер земельного участка	Площадь полигона, м. кв.	Адрес, место положения	Кадастровая стоимость, руб.	Собственность	Разрешенное использование	Реальное использование (по документам)
1	2	3	4	5	6	7	8
Земли лесного фонда							
Для размещения автомобильных дорог и их конструктивных элементов	38:06:021001:1850	3420	Иркутская обл., Иркутский р-н, Ангарское лесничество, Тальцинское участковое лесничество, Тальцинская дача, квартал 112 (выдел 16), 113 (выдел 23)	60773,4	Собственность публично-правовых образований	Для размещения автомобильных дорог и их конструктивных элементов	В целях использования лесов для строительства, реконструкции, эксплуатации линейных объектов
Земли населенных пунктов							
Нет данных	38:06:021001:144	27,04	Нет данных	2735,1	Нет данных	Нет данных	Нет данных
Для размещения морских и речных портов, причалов, пристаней	38:06:160205:131	400,0757	Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Большое Голоустное, причал	124056	Нет данных	Для размещения морских и речных портов, причалов, пристаней	Нет данных
Для ведения гражданами садоводства и огородничества	38:06:020102:1056	875,25395	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, пер. Южный, 2Д	218426,25	Частная собственность	Для индивидуальной жилой застройки	Индивидуальные жилые дома с приусадебными земельными участками
	38:06:020105:245	1500,8149	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Набережная, 2В	158805	Нет данных	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для ведения огородничества

	38:06:020106:73	1999,59035	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Зеленая, 10Б	211740	Частная собственность	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Под огородничество
	38:06:020106:75	1999,63235	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Зеленая, 10А	196100	Нет данных	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Под огородничество
	38:06:020106:77	1999,7855	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Зеленая, 10Г	196100	Частная собственность	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Под огородничество
	38:06:020106:78	1999,9988	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Зеленая, 10Г	196100	Частная собственность	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Под огородничество
	38:06:020106:95	2000,1447	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Зеленая, 7	196100	Частная собственность	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Под огородничество
	38:06:030104:440	1999,8513	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Листвянка, ул. Кузнецова, 2Е	141520	Частная собственность	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Под огородничество
Для индивидуальной жилой застройки	38:06:020102:10	2000,875	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Береговая, 1	460060	Нет данных	Для индивидуальной жилой застройки	Под индивидуальное жилищное строительство
	38:06:020102:152	2000,04315	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Береговая, 2Б	499260	Нет данных	Для индивидуальной жилой застройки	Под индивидуальное жилищное строительство
	38:06:020102:168	1499,81075	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, пер. Южный, 1Д	345045	Нет данных	Для индивидуальной жилой застройки	Под индивидуальное жилищное строительство
	38:06:020102:169	1500,13855	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, пер. Южный, 1Е	345045	Нет данных	Для индивидуальной жилой застройки	Индивидуальное жилищное строительство
	38:06:020105:133	2000,04495	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Набережная, д. 2Б	499260	Нет данных	Для индивидуальной жилой застройки	Индивидуальное жилищное строительство
	38:06:020105:17	1392,297	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Набережная, 10 кв. 2	347484,96	Нет данных	Для индивидуальной жилой застройки	Под жилую застройку (индивидуальную)
	38:06:020105:22	1454,6725	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Набережная, 2, кв.1	362962,02	Нет данных	Для индивидуальной жилой застройки	Под жилую застройку (индивидуальную)
	38:06:020105:246	1500,945	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Набережная, 2Д	345045	Нет данных	Для индивидуальной жилой застройки	Для индивидуального жилищного строительства

	38:06:020105:247	1500,307	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Набережная, 2Г	374445	Частная собственность	Для индивидуальной жилой застройки	Индивидуальное жилищное строительство
	38:06:020105:259	1242,1977	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Набережная, 8, кв. 1	285697,26	Частная собственность	Для индивидуальной жилой застройки	Индивидуальный деревянно-рубленый жилой дом
	38:06:020105:282	1621,0763	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Набережная, 10-1	372878,63	Нет данных	Для индивидуальной жилой застройки	Под жилую застройку (индивидуальную)
	38:06:020105:78	1056,60145	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Набережная, 4-1	243141,71	Частная собственность	Для индивидуальной жилой застройки	Индивидуальное жилищное строительство
	38:06:020105:81	1124,9359	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Набережная, 6-1	280833,75	Нет данных	Для индивидуальной жилой застройки	Для строительства индивидуального жилого дома
	38:06:020105:82	1308,17285	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Набережная, 6-2	300879,24	Нет данных	Для индивидуальной жилой застройки	Индивидуальное жилищное строительство
	38:06:030108:32	658,2162	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Листвянка, ул. Горького, 115-1	136245,48	Нет данных	Для индивидуальной жилой застройки	Для эксплуатации жилого помещения
Объекты морского, внутреннего водного транспорта. Для объектов общественно-делового значения	38:06:020105:263	2878	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Береговая, 4	1204183,98	Нет данных	Для размещения и эксплуатации объектов морского, внутреннего водного транспорта	Для строительства и эксплуатации коллективных гаражей-стоянок для маломерных судов
	38:06:030108:8	5002,34415	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Листвянка, ул. Горького, 6	1909400	Частная собственность	Для размещения водных объектов	Условно разрешенный вид: Специальное пользование водными объектами
Для размещения водных объектов	38:06:030105:41	5000	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Листвянка, ул. Горького, 6	1909400	Частная собственность	Для размещения водных объектов	Условно разрешенный вид: специальное пользование водными объектами
	38:06:030105:86	5000	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Листвянка, ул. Горького, 6	1909400	Частная собственность	Для размещения водных объектов	Условно разрешенный вид: специальное пользование водными объектами
	38:06:030108:9	5001,4728	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Листвянка, ул. Горького, 6	1909400	Нет данных	Нет данных	Специальное пользование водными объектами
	38:06:020106:51	30008,94635	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Большая Речка, ул. Зеленая, 10	7060800	Собственность публично-правовых образований	Под иными объектами специального назначения	Под организацию и строительство яхт-клуба

Под иными объектами специального назначения.	38:06:030108:80	90,09490001	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Листвянка, ул. Горького, 6В	128871	Нет данных	Для размещения объектов общественного питания	Общественное питание 4.6
Общественное питание	38:06:030108:17	80,02255001	Иркутская обл., Иркутский р-н, р.п. Листвянка, ул. Горького, 6А	133799,2	Нет данных	Для размещения объектов общественного питания	Общественное питание 4.6
Земли сельскохозяйственного назначения							
Садоводство и огородничество	38:06:021001:1098	2252,547	Иркутская обл., Иркутский р-н, СНТ Никулиха, участок № 119	626491,71	Нет данных	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для ведения садоводства
	38:06:021001:1099	1644,34045	Иркутская обл., Иркутский р-н, СНТ Никулиха, участок № 110	457147,08	Нет данных	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для ведения садоводства
	38:06:021001:196	500,49775	Иркутская обл., Иркутский р-н, расположенный на 60 км. Байкальского тракта северозападнее СНТ Никулиха	139035	Нет данных	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для дачного строительства
	38:06:021001:325	782,48955	Иркутская обл., Иркутский р-н, СНТ Никулиха, участок № 2	217450,74	Нет данных	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для ведения садоводства
	38:06:021001:405	838,73885	Иркутская обл., Иркутский р-н, СНТ Никулиха, участок № 126	233022,66	Частная собственность	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для ведения садоводства
	38:06:021001:454	1025,02815	Иркутская обл., Иркутский р-н, СНТ Никулиха, 1	285021,75	Частная собственность	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для ведения садоводства
	38:06:021001:981	981,3767	Иркутская обл., Иркутский р-н, 61 км Байкальского тракта, СНТ Никулиха, участок №125	272786,67	Нет данных	Для ведения гражданами садоводства и огородничества	Для ведения садоводства

Примечание: *данные 2016 г. (уточненные и дополненные, 2022 г.). использованные источники:

Материалам Публичной кадастровой карты, данные Росреестра. [Электронный ресурс]. – <http://roscadastr.com/map> (дата обращения 17. 02. 2022 г.).

Слюдянский район*

№ пп	ID	Кадастровый номер земельного участка	Адрес / Место положения	Площадь уточненная, м. кв.	Площадь фактическая, м. кв.	Кадастровая стоимость, руб.	Категория земель	Разрешенное использование	Право собственности
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	31	38:25:000000:260	Иркутская обл., Слюдянский р-н, Слюдянское лесничество, Байкальское участковое лесничество, Муринская дача, кварталы №№: 1ч-4ч, 12ч, 13, 14ч - 22ч, 23-27, 28ч-30ч, 31, 32, 33ч, 34ч, 35-56	197111994,00	197111931,58	98555997,00	Земли лесного фонда	Для ведения лесного хозяйства	Собственность
2	35	38:25:000000:265	Иркутская обл., Слюдянский р-н, Слюдянское лесничество, Байкальское участковое лесничество, Утуликская дача, кварталы №№: 13ч, 22ч, 23ч, 35ч	11040886,00	11034351,46	5520443,00	Земли лесного фонда	Для ведения лесного хозяйства	Собственность
3	56	38:25:000000:422	Иркутская обл., Слюдянский р-н, местоположение установлено относительно ориентира, расположенного в границах участка. Почтовый адрес ориентира: Иркутская обл., Слюдянский р-н, Байкальское участковое лесничество, Утуликская дача, кварталы №№: 3ч	25410103,00	25410102,50	12705051,50	Земли лесного фонда	Для ведения лесного хозяйства	Нет данных
4	70	38:25:000000:744	Слюдянское лесничество, Байкальское участковое лесничество, квартал № 22	2500,00	2500,05	1250,00	Земли лесного фонда	Для ведения лесного хозяйства	Нет данных
5	97	38:25:000000:804	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Новоснежная, по ул. Тракторная, в р-не земельного участка № 1А	28255,00	28255,05	4059113,30	Земли населенных пунктов	Для рекреационной деятельности	Собственность
6	115	38:25:000000:823	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, по ул. Российская	23791,00	23790,06	3417815,06	Земли населенных пунктов	Для рекреационной деятельности	Собственность
7	138	38:25:000000:881	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Новоснежная, ул. Тракторная, в р-не земельного участка № 2В	19888,00	19888,17	6478516,00	Земли населенных пунктов	Для организации производства по розливу байкальской воды	Нет данных

8	158	38:25:000000:921	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская	10457,00	10457,46	1502252,62	Земли населенных пунктов	Для рекреационной деятельности	Собственность
9	159	38:25:000000:922	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская, участок № 12	10250,00	10250,42	1472515,00	Земли населенных пунктов	Для рекреационной деятельности	Собственность
10	170	38:25:000000:936	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская	1644,00	1643,93	236177,04	Земли населенных пунктов	Для рекреационной деятельности	Нет данных
11	239	38:25:000098:12	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Слюдянка, с 5304,6 км по 5308,9 км направления «Иркутск-Чита»	579583,00	579485,68	295025134,49	Земли населенных пунктов	Для использования полосы отвода ВСЖД - филиала ОАО «РЖД»	Собственность
12	240	38:25:000098:13	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Слюдянка, с 5308,9 км по 5309,7 км направления «Иркутск- Чита», участок №8-2	163802,00	Нет данных	83380132,06	Земли населенных пунктов	Для использования полосы отвода ВСЖД - филиала ОАО «РЖД»	Собственность
13	242	38:25:000098:15	Иркутская обл., Слюдянский р-н, между г. Слюдянка и пос. Буровщина, с 5314,4 км. по 5317,1 км. направления «Иркутск-Чита», участок № 9	271982,00	Нет данных	296460,38	Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения	Для использования полосы отвода ВСЖД – филиала ОАО «РЖД»	Собственность
14	251	38:25:000098:24	Иркутская обл., Слюдянский р-н, между пос. Мангутай и пос.Орехово с 5327,1 км. по 5331,1 км. направления «Иркутск-Чита», участок №18	331631,00	Нет данных	361477,79	Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения	Для использования полосы отвода ВСЖД – филиала ОАО «РЖД»	Собственность

15	272	38:25:000098:45	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Паньковка 1-ая, с 5371,8 км по 5372,3 км направления «Иркутск-Чита»	77557,00	Нет данных	47606037,74	Земли населенных пунктов	Для использования полосы отвода Восточно-Сибирской железной дороги - филиала ОАО «РЖД»	Собственность
16	273	38:25:000098:46	Иркутская обл., р-н Слюдянский, между пос. Паньковка 1-ая и пос. Паньковка 2-ая, с 5372,3 км. по 5373,3 км. направления «Иркутск-Чита»	270985,00	Нет данных	295373,65	Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения	Для использования полосы отвода ВСЖД – филиала «РЖД»	Собственность
17	310	38:25:000098:154	Иркутская обл., Слюдянский р-н, Слюдянское лесничество, Байкальское участковое лесничество, Муринская дача, защитные леса, квартал №10, выдела №1, №9	7520,00	7519,97	3760,00	Земли лесного фонда	Для строительства, реконструкции, эксплуатации линейных объектов	Нет данных
18	329	38:25:000098:183	Иркутская обл., Слюдянский р-н, Слюдянское лесничество, Байкальское участковое лесничество, Муринская дача, защитные леса, квартал № 10 квартал (выделы 1ч., 9ч.), квартал № 11 (выделы 1 ч., 40ч.)	192265,00	192264,65	96132,50	Земли лесного фонда	Для осуществления рекреационной деятельности	Нет данных
19	331	38:25:000099:2	Иркутская обл., Слюдянский р-н, Слюдянское лесничество, Байкальское участковое лесничество, Муринская дача, кварталы №№: 7ч-1ч	221096,00	221095,90	110548,00	Земли лесного фонда	Для ведения лесного хозяйства	Собственность
20	333	38:25:000198:1	Нет данных	256030,00	Нет данных	130334631,80	Категория не установлена	Нет данных	Нет данных
21	353	38:25:000198:27	Нет данных	90492,00	Нет данных	98636,28	Категория не установлена	Нет данных	Нет данных

22	1680	38:25:010110:1	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Слюдянка ул. 40 Лет Октября, 1Б	4000,00	Нет данных	2936840,00	Земли населенных пунктов	Для служебной деятельности	Собственность
23	4130	38:25:010125:5	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Слюдянка, ул. 40 лет Октября, 15	1136,00	Нет данных	1132489,76	Земли населенных пунктов	Под магазин	Собственность
24	4173	38:25:010125:112	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Слюдянка, ул. 40 лет октября, участок № 27-1	490,00	489,81	56786,10	Земли населенных пунктов	Индивидуальные жилые дома с приусадебными земельными участками	Собственность
25	4205	38:25:010125:169	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Слюдянка, ул. 40 лет Октября, 13	3639,00	Нет данных	1852360,17	Земли населенных пунктов	Для использования полосы отвода ВСЖД – филиала ОАО «РЖД»	Собственность
26	4210	38:25:010125:174	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Слюдянка, ул. 40 лет Октября, 31А-2	1667,00	Нет данных	193188,63	Земли населенных пунктов	Для эксплуатации квартиры №2 двухквартирного жилого дома	Собственность
27	4219	38:25:010125:184	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Слюдянка, парк «Железнодорожник»	25404,00	Нет данных	2890721,16	Земли населенных пунктов	Под размещение объектов оздоровительного и рекреационного назначения, благоустройство и озеленение	Постоянное (бессрочное) пользование
28	4234	38:25:010125:200	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Слюдянка, ул. 40 лет Октября, 11	1712,00	1712,03	194808,48	Земли населенных пунктов	Для эксплуатации дома отдыха	Собственность
29	4284	38:25:010125:1115	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Слюдянка	642,00	642,12	74401,38	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
30	4285	38:25:010125:1116	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Слюдянка	808,00	807,74	93639,12	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
31	5107	38:25:010134:23	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Слюдянка, с 5304,6 км по 5308,9 км направления «Иркутск-Чита»	12993,00	12993,22	13390975,59	Земли населенных пунктов	Для временного размещения дробильно-сортировочного комплекса	Нет данных
32	5108	38:25:010134:24	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Слюдянка, с 5304,6 км по 5308,9 км направления «Иркутск-Чита2	18452,00	18452,08	9392621,56	Земли населенных пунктов	Для использования полосы отвода ВСЖД – филиала ОАО РЖД	Нет данных
33	5568	38:25:020101:273	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Байкальск, Промплощадка, пост №1	999,00	999,25	807032,16	Земли населенных пунктов	Для гидрометеорологической станции	Собственность

34	5572	38:25:020101:278	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Байкальск, мкр. Строитель, ул. Набережная, 22	13538,00	Нет данных	13712640,20	Земли населенных пунктов	Под размещение гаражного кооператива маломерного флота и водно-моторного транспорта «Харлахта»	Нет данных
35	5578	38:25:020101:285	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Байкальск, мкр. Строитель, ул. Речная, 14	1000,00	Нет данных	185390,00	Земли населенных пунктов	Под строительство индивидуального жилого дома	Собственность
36	5591	38:25:020101:316	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Байкальск, мкр. Строитель, ул. Набережная, 22А	16200,00	16199,92	13226652,00	Земли населенных пунктов	Под строительство производственной базы ГИМС Байкальского участка	Собственность
37	5621	38:25:020101:354	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Байкальск, мкр. Строитель, СНТ Виктория	946,00	945,98	105762,80	Земли населенных пунктов	Для ведения садоводства	Собственность
38	5990	38:25:020101:2400	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Байкальск	63,00	62,70	7043,40	Земли населенных пунктов	Для ведения огородничества	Собственность
39	6301	38:25:020102:320	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Байкальск, мкр. Гагарина, 227	138388,00	138387,99	26850039,76	Земли населенных пунктов	Для создания и эксплуатации объектов туристско-рекреационной особой экономической зоны	Собственность
40	6462	38:25:020102:3754	Иркутская обл., Слюдянский р-н, г. Байкальск	9835,00	9834,82	1908186,70	Земли населенных пунктов	Под особую экономическую зону туристско-рекреационного типа	Собственность
41	6792	38:25:020103:2	Иркутская обл., Слюдянский р-н, в северо-восточной части г. Байкальск в 1650 м. восточнее здания ст. Байкальск Пассажирский, граничит с северо-востока с оз. Байкал, с юго-запада и юга - с полосой отвода ВСЖД	1746172,00	1744421,72	1411954679,20	Земли населенных пунктов	Для производственной деятельности	Нет данных
42	6840	38:25:020103:440	Иркутская обл., Слюдянский р-н, в северо-восточной части г. Байкальск в 1650 м восточнее здания ст. Байкальск Пассажирский, граничит с северо-востока с оз. Байкал, с юго-запада и юга - с полосой отвода ВСЖД	17889,00	17888,89	14465045,40	Земли населенных пунктов	Для производственной деятельности	Собственность

43	6845	38:25:020103:445	Иркутская обл., Слюдянский р-н, в северо-восточной части г. Байкальск в 1650 м восточнее здания ст. Байкальск Пассажи́рский, граничит с северо-востока с оз. Байкал, с юго-запада и юга - с полосой отвода ВСЖД	16845,00	16844,71	13620867,00	Земли населенных пунктов	Для производственной деятельности	Собственность
44	6849	38:25:020103:449	Иркутская обл., Слюдянский р-н, в северо-восточной части г. Байкальск в 1650 м восточнее здания ст. Байкальск Пассажи́рский, граничит с северо-востока с оз. Байкал, с юго-запада и юга - с полосой отвода ВСЖД	4487,00	4486,81	3628188,20	Земли населенных пунктов	Для производственной деятельности	Собственность
45	9248	38:25:030105:102	Иркутская обл., Слюдянский р-н, р.п. Култук, ул. 2-ая Набережная, 6Б	1971,00	1970,89	2855545,38	Земли населенных пунктов	Для размещения аттракционов	Нет данных
46	9252	38:25:030105:111	Иркутская обл., Слюдянский р-н, р.п. Култук, ул. 2-ая Набережная, 5/2	674,00	673,84	120140,50	Земли населенных пунктов	Индивидуальные жилые дома	Собственность
47	9284	38:25:030106:49	Иркутская обл., Слюдянский р-н, р.п. Култук, в прибрежной зоне оз. Байкал	200000,00		180000000,00	Земли населенных пунктов	Для строительства завода по розливу воды	Собственность
48	9287	38:25:030106:52	Иркутская обл., Слюдянский р-н, р.п. Култук, ул. Прибайкальская, 5	146447,00	146422,45	22845732,00	Земли населенных пунктов	Предприятия и сооружения производственных объектов IV-V классов опасности, объекты коммунально-складского назначения IV-V классов опасности, объекты транспорта IV-V классов опасности	Нет данных
49	9311	38:25:030106:131	Иркутская обл., Слюдянский р-н, р.п. Култук, на берегу оз. Байкал, в р-не р. Култучной и КБЖД	152938,00	152938,12	137644200,00	Земли населенных пунктов	Для строительства завода по производству питьевой бутилированной воды	Собственность
50	9314	38:25:030106:136	Иркутская обл., Слюдянский р-н, рабочий п. Култук, ул. 2-ая Набережная, 8	868,00	867,92	686735,56	Земли населенных пунктов	Для размещения гаражно-лодочного кооператива	Нет данных

51	10148	38:25:030116:2	Иркутская обл., Слюдянский р-н, п. Култук, 156 км КБЖД, в 40 метрах южнее от оси ж.д. пути	35000,00	Нет данных	37566000,00	Земли населенных пунктов	Под строительство гостиничного комплекса	Нет данных
52	10688	38:25:040101:2	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, пер. Сосновый, 3	1000,00	Нет данных	141680,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
53	10689	38:25:040101:3	Иркутская обл., р-н Слюдянский, пос. Утулик, пер. Сосновый, 1	1000,00	Нет данных	141680,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
54	10743	38:25:040101:116	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Набережная, участок № 46	3071,00	Нет данных	435099,28	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
55	10763	38:25:040101:166	Жилой дом; Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озёрная	1500,00	Нет данных	212520,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
56	10778	38:25:040101:191	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, 5	1857,00	1857,29	263099,76	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
57	10779	38:25:040101:192	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озёрная, 3	1766,00	1765,62	250206,88	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
58	10789	38:25:040101:209	обл. Иркутская р. Слюдянский пос. Утулик ул. Набережная	1800,00	Нет данных	255024,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
59	10826	38:25:040101:287	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, в р-не устья р.Утулик	100680,00	Нет данных	115938054,00	Земли населенных пунктов	Для строительства зданий социально-культурного назначения (туристическая база)	Собственность
60	10857	38:25:040101:369	Иркутская обл., р-н Слюдянский, пос. Утулик, ул. Набережная, 38	1950,00	1949,95	276276,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
61	10860	38:25:040101:374	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Набережная, 42	3410,00	3409,97	483128,80	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Общая долевая собственность
62	10861	38:25:040101:375	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Набережная, 44	4823,00	4823,25	683322,64	Земли населенных пунктов	Для индивидуального жилищного строительства	Собственность
63	10923	38:25:040101:513	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, 3	1198,00	1198,05	169732,64	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
64	10924	38:25:040101:515	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, 7	3003,00	3003,21	425465,04	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность

65	10933	38:25:040101:532	Иркутская обл., р-н Слюдянский, пос. Утулик, ул. Озерная, 1	1053,00	Нет данных	149189,04	Земли населенных пунктов	Для эксплуатации индивидуального жилого дома	Собственность
66	10946	38:25:040101:545	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, 9	1500,00	Нет данных	212520,00	Земли населенных пунктов	Под строительство жилого дома	Нет данных
67	10972	38:25:040101:585	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, 9А	2000,00	2000,18	283360,00	Земли населенных пунктов	Под строительство индивидуального жилого дома	Нет данных
68	11004	38:25:040101:1069	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, 13	1800,00	1800,00	255024,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Нет данных
69	11006	38:25:040101:1071	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, 16	1500,00	1500,03	212520,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
70	11010	38:25:040101:1091	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Тракторная, 2В	1100,00	1100,24	155694,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
71	11019	38:25:040101:1105	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская, 9	1500,00	1500,02	212310,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Нет данных
72	11020	38:25:040101:1106	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская 3	876,00	875,84	123989,04	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
73	11021	38:25:040101:1107	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская, 7	1334,00	1334,09	188814,36	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
74	11024	38:25:040101:1110	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская, 2	1418,00	1418,21	200703,72	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
75	11025	38:25:040101:1111	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская, 4	1000,00	1000,32	141540,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
76	11031	38:25:040101:1119	Иркутская обл., Слюдянский р-он, пос. Утулик, пер. Заречный, 1	2000,00	1999,95	283080,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
77	11036	38:25:040101:1124	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, 12	2000,00	2000,00	283080,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
78	11045	38:25:040101:1141	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Привокзальная, 15Г	1108,00	1108,34	156826,32	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
79	11048	38:25:040101:1149	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская, 8	1474,00	1473,83	208629,96	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Нет данных

80	11056	38:25:040101:1172	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, 15	1789,00	1788,86	253215,06	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
81	11063	38:25:040101:1179	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, 17	1446,00	1445,91	204666,84	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Общая долевая собственность
82	11066	38:25:040101:1207	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, 18	1250,00	1249,82	176925,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Нет данных
83	11070	38:25:040101:1244	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озёрная, 1А	470,00	470,15	65113,80	Земли населенных пунктов	Под размещение туристической базы	Собственность
84	11071	38:25:040101:1245	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озёрная, 1В	1030,00	1029,70	142696,20	Земли населенных пунктов	Под размещение туристической базы	Собственность
85	11090	38:25:040101:1280	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Солнечная, 7	1200,00	1200,15	169848,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Нет данных
86	11093	38:25:040101:1290	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, 1Б	1215,00	1214,77	168326,10	Земли населенных пунктов	Под строительство туристической базы	Нет данных
87	11097	38:25:040101:1298	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Солнечная, 11	1200,00	1199,91	169848,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Нет данных
88	11100	38:25:040101:1305	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская, в р-не земельного участка № 4	1000,00	1000,22	141540,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Нет данных
89	11101	38:25:040101:1307	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Солнечная, 11А	1200,00	1199,91	169848,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Общая долевая собственность
90	11102	38:25:040101:1309	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская, в р-не земельного участка № 7	1000,00	1000,21	141540,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Нет данных
91	11103	38:25:040101:1310	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, пер. Заречный, в р-не земельного участка № 1	39930,00	39929,06	5531902,20	Земли населенных пунктов	Для рекреационной деятельности	Собственность
92	11109	38:25:040101:1319	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Солнечная, 10А	1200,00	1200,32	169848,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Нет данных
93	11112	38:25:040101:1324	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская 10	1513,00	1512,75	214150,02	Земли населенных пунктов	Индивидуальные жилые дома с приусадебными участками	Нет данных
94	11113	38:25:040101:1325	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская 11	1460,00	1460,08	206648,40	Земли населенных пунктов	Индивидуальные жилые дома с приусадебными участками	Нет данных

95	11114	38:25:040101:1326	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Тракторная 21 Г	1224,00	1223,85	173244,96	Земли населенных пунктов	Индивидуальные жилые дома с приусадебными участками	Нет данных
96	11129	38:25:040101:1355	Иркутская обл., Слюдянский р-н, п. Утулик, ул. Российская, участок № 13	13229,00	13228,91	1900478,14	Земли населенных пунктов	Для рекреационной деятельности	Собственность
97	11130	38:25:040101:1356	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская	16273,00	16272,88	2337779,18	Земли населенных пунктов	Для рекреационной деятельности	Собственность
98	11131	38:25:040101:1357	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, 1Г	5000,00	5000,16	692700,00	Земли населенных пунктов	Размещение базы отдыха	Нет данных
99	11133	38:25:040101:1363	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, пер. Заречный, в р-не земельного участка № 1	2626,00	2625,17	363806,04	Земли населенных пунктов	Для рекреационной деятельности	Собственность
100	11134	38:25:040101:1364	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Солнечная, в р-не земельного участка № 9	1214,00	1213,73	171829,56	Земли населенных пунктов	Индивидуальные жилые дома с приусадебными участками	Нет данных
101	11135	38:25:040101:1365	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Солнечная, 9	2400,00	2399,72	339696,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальные жилые дома с приусадебными земельными участками	Нет данных
102	11137	38:25:040101:1367	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Солнечная, участок № 15	1068,00	1068,31	151164,72	Земли населенных пунктов	Индивидуальные жилые дома с приусадебными участками	Нет данных
103	11138	38:25:040101:1371	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская	1267,00	1266,73	182017,22	Земли населенных пунктов	Для рекреационной деятельности	Нет данных
104	11139	38:25:040101:1372	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Российская	2767,00	2766,69	397507,22	Земли населенных пунктов	Для рекреационной деятельности	Нет данных
105	11142	38:25:040101:1376	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, пер. Заречный, в р-не земельного участка № 1, участок № 1	1100,00	1099,88	155694,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальные жилые дома с приусадебными участками	Собственность
106	11143	38:25:040101:1377	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, пер. Заречный, в р-не земельного участка № 1, участок № 2	1094,00	1094,03	154844,76	Земли населенных пунктов	Индивидуальные жилые дома с приусадебными участками	Собственность
107	11144	38:25:040101:1381	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул. Озерная, участок № 1 Г	879,00	879,02	1461689,10	Земли населенных пунктов	Объекты социального, гостиничного и коммунально-бытового назначения	Нет данных
108	11543	38:25:040201:176	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Буровщина, СНТ Локомотив, участок № 202	1591,00	1590,88	51643,86	Земли населенных пунктов	Для ведения садоводства СНТ Локомотив	Собственность
109	11544	38:25:040201:177	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Буровщина, СНТ Локомотив, участок № 203	1661,00	1661,37	53916,06	Земли населенных пунктов	Для ведения садоводства СНТ Локомотив	Собственность

110	11545	38:25:040201:178	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Буровщина, СНТ Локомотив, участок № 204	750,00	749,79	24345,00	Земли населенных пунктов	Для ведения садоводства СНТ Локомотив	Собственность
111	11549	38:25:040201:182	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Буровщина, СНТ Локомотив, участок № 201	1523,00	1523,09	49436,58	Земли населенных пунктов	Для ведения садоводства СНТ Локомотив	Собственность
112	12281	38:25:040401:48	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Мангутай, с 5326,1 км по 5326,2 км направления «Иркутск-Чита», участок № 16-1	5966,00	Нет данных	4122148,04	Земли населенных пунктов	Для использования полосы отвода ВСЖД - филиала ОАО «РЖД»	Собственность
113	12285	38:25:040401:54	Иркутская обл., р-н Слюдянский, пос. Мангутай, ул. Байкальская, 4В	1500,00	1500,13	265020,00	Земли населенных пунктов	Под строительство индивидуального жилого дома	Нет данных
114	12286	38:25:040401:55	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Мангутай, ул. Байкальская, 4Б	1500,00	1500,02	265020,00	Земли населенных пунктов	Под строительство индивидуального жилого дома	Собственность
115	12287	38:25:040401:56	Иркутская обл., р-н Слюдянский, пос. Мангутай, ул. Байкальская, 4Г	1500,00	1500,18	265020,00	Земли населенных пунктов	Под строительство индивидуального жилого дома	Нет данных
116	12288	38:25:040401:58	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Мангутай, ул. Байкальская, 1Д	22752,00	22752,18	35585493,12	Земли населенных пунктов	Объекты социального, гостиничного и коммунально-бытового назначения	Нет данных
117	12289	38:25:040401:60	Иркутская обл., Слюдянский р-н, п. Мангутай, ул. Байкальская, 4/1	2000,00	2000,00	353360,00	Земли населенных пунктов	Под строительство индивидуального жилого дома	Нет данных
118	12290	38:25:040401:61	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Мангутай, ул. Байкальская, 1Б	2000,00	1999,62	2395760,00	Земли населенных пунктов	Для эксплуатации многоквартирного жилого дома	Общая долевая собственность
119	12291	38:25:040401:62	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Мангутай, ул. Байкальская, 1В	10000,00	10000,06	1727700,00	Земли населенных пунктов	Для строительства туристической базы	Нет данных
120	12294	38:25:040401:65	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Мангутай, ул. Байкальская, 5В	4200,00	4200,09	3293640,00	Земли населенных пунктов	Объекты водного транспорта (размещение индивидуальных гаражей для хранения водного транспорта)	Нет данных
121	12295	38:25:040401:66	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Мангутай, ул. Байкальская, 5Г	8241,00	8241,02	6462592,20	Земли населенных пунктов	Объекты водного транспорта (размещение индивидуальных гаражей для хранения водного транспорта)	Нет данных

122	12310	38:25:040401:114	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Мангутай, ул. Байкальская, 1Г	1100,00	1099,95	194348,00	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
123	12312	38:25:040401:117	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Мангутай, ул. Байкальская, в р-не земельного участка 1Б	1670,00	1670,13	295055,60	Земли населенных пунктов	Индивидуальное жилищное строительство	Собственность
124	12819	38:25:040603:1	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Мурино, ул. Кедровая, участок № 8	1044,00	1043,51	163866,24	Земли населенных пунктов	Под индивидуальный жилой дом	Собственность
125	12820	38:25:040603:2	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Мурино, ул. Кедровая, 9	14977,00	14976,70	2298669,96	Земли населенных пунктов	База отдыха	Собственность
126	12821	38:25:040603:3	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Мурино	37557,00	Нет данных	5764248,36	Земли населенных пунктов	Под базу отдыха «Энергетик»	Собственность
127	12822	38:25:040603:5	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Мурино, база отдыха «Энергетик»	5927,00	Нет данных	909675,96	Земли населенных пунктов	Для эксплуатации базы отдыха «Энергетик»	Собственность
128	12987	38:25:040701:344	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Новоснежная, ул. Набережная, Б	12000,00	12000,00	872280,00	Земли населенных пунктов	Для строительства туристического комплекса	Нет данных
129	13053	38:25:040900:11	Нет данных	30003,00	Нет данных	8191119,03	Категория не установлена	Нет данных	Нет данных
130	13054	38:25:040900:12	Нет данных	22397,00	22397,22	6114604,97	Категория не установлена	Нет данных	Нет данных
131	13056	38:25:040900:15	Иркутская обл., Слюдянский р-н	30000,00	30000,90	11535600,00	Земли особо охраняемых территорий и объектов	Под размещение базы отдыха «Солнечный берег Байкала»	Собственность
132	13057	38:25:040900:17	Иркутская обл., Слюдянский р-н, Слюдянское лесничество Байкальское участковое лесничество Утуликская дача, квартал № 13 (выдел 23), квартал № 22 (выдел 7)	15000,00	14999,56	3831150,00	Земли лесного фонда	Осуществление рекреационной деятельности	Собственность
133	13058	38:25:040900:18	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик	1255,00	1255,17	482572,60	Земли особо охраняемых территорий и объектов	Для турбазы «Байкал» для развития туризма и спорта	Собственность
134	13059	38:25:040900:19	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик	125273,00	125272,76	30307300,00	Земли особо охраняемых территорий и объектов	Для турбазы «Байкал» для развития туризма и спорта	Собственность

135	13085	38:25:040902:13	Иркутская обл., Слюдянский р-н, Слюдянское лесничество, Байкальское участковое лесничество, Байкальская дача кв. 1 выд. 7, 8	40000,00	40000,06	10061200,00	Земли лесного фонда	Осуществление рекреационной деятельности	Собственность
136	13101	38:25:040902:32	Иркутская обл., Слюдянский р-н, Слюдянское лесничество, Байкальское участковое лесничество, Байкальская дача, квартал 1, выдел 15, 19, 26	20223,00	20223,01	5141091,06	Земли лесного фонда	Осуществление рекреационной деятельности	Нет данных
137	13108	38:25:040902:39	Иркутская обл., Слюдянский р-н, пос. Утулик, ул.Тракторная, 2 Б	18580,00	18580,12	2595626,00	Земли населенных пунктов	Для строительства туристической базы	Нет данных
138	13111	38:25:040902:42	Иркутская обл., Слюдянский р-н, Слюдянское лесничество, Байкальское участковое лесничество, Байкальская дача, квартал № 1, выделы 1, 2, 4, 6	9270,00	9270,41	2385541,80	Земли лесного фонда	Осуществление рекреационной деятельности	Нет данных
139	13127	38:25:040902:76	Иркутская обл., Слюдянский р-н, Слюдянское лесничество, Байкальское участковое лесничество, Утуликская дача, защитные леса, квартал № 23 (в. 1 ч, 2 ч)	9916,00	9916,25	4958,00	Земли лесного фонда	Для осуществления рекреационной деятельности	Собственность
140	14853	38:25:070107:1	Иркутская обл., Слюдянский р-н, р.п. Байкал, ул. Вокзальная, 2	187,00	186,77	197846,00	Земли населенных пунктов	Для служебных целей под пожарную часть	Собственность
141	14855	38:25:070107:11	Иркутская обл., Слюдянский р-н, р.п. Байкал, ул. Вокзальная, 2	13553,00	13558,67	10200529,92	Земли населенных пунктов	Для производственных целей	Нет данных
142	14856	38:25:070107:12	Нет данных	16917,00	Нет данных	12732410,88	Категория не установлена	Нет данных	Нет данных
143	14857	38:25:070107:13	Нет данных	683,00	Нет данных	514053,12		Нет данных	Нет данных
144	14858	38:25:070107:15	Иркутская обл., р-н Слюдянский, р.п. Байкал, ул. Вокзальная, 4	5395,00	5396,65	2746378,70	Земли населенных пунктов	Для эксплуатации причала, зданий и сооружений	Собственность
145	14859	38:25:070107:108	Иркутская обл., Слюдянский р-н, р.п. Байкал (порт)	567,00	567,49	288637,02	Земли населенных пунктов	Для объектов инженерной инфраструктуры	Нет данных
146	14860	38:25:070107:109	Иркутская обл., Слюдянский р-н, р.п. Байкал, ул. Вокзальная, 2/2	205,00	204,68	154291,20	Земли населенных пунктов	Для производственных целей	Собственность

147	14861	38:25:070107:110	Иркутская обл., Слюдянский р-н, р.п. Байкал, ул. Вокзальная, 2/1	237,00	237,34	178375,68	Земли населенных пунктов	Для производственных целей	Собственность
148	14862	38:25:070107:112	Иркутская обл., Слюдянский р-н, р.п. Байкал	1478,00	1477,56	752390,68	Земли населенных пунктов	Для эксплуатации причала, зданий и сооружений	Собственность

Примечание: (данные 2018 г., по материалам Кадастрового плана территории, предоставленным администрацией Слюдянского района)

Сведения о причальных, гидротехнических сооружениях, расположенных на оз. Байкал

(данные Восточно-Сибирского управления государственного речного надзора)

№ п/п	Наименование сооружения	Расстояние от устья реки, км.	Эксплуатирующая организация (Наименование)	Характеристика уровня безопасности
1	Причал, состоящий из причальной площадки и соединительной дамбы	76,0 км от истока р. Ангары	АО «Иркутскнефтепродукт»	Нет данных
2	Причал из металлического шпунта пристани Култук	76,0 км от истока р. Ангары	ПАО «Восточно-Сибирское речное пароходство»	Нормальный, работоспособное (свидетельство, заключение ИЦГТС ФГБОУ ВО «ГУМРФ» от 01. 10. 2015)
3	Причал (пирс)	Озеро Байкал, устье р. Шаражалгай	ОАО «Российские железные дороги»	Пониженный, ограниченно-работоспособное состояние (свидетельство о годности ПГТС к эксплуатации ФГБОУ ВО «СГУВТ» от 10. 12. 2015)
4	Причал (пирс № 1)	Озеро Байкал, устье р. Шаражалгай	ОАО «Российские железные дороги»	Пониженный, ограниченно-работоспособное состояние (свидетельство о годности ПГТС к эксплуатации ФГБОУ ВО «СГУВТ» от 10. 12. 2015)
5	Причал (пирс № 2)	Устье р. Шаражалгай	ОАО «Российские железные дороги»	Пониженный, ограниченно-работоспособное состояние (свидетельство о годности ПГТС к эксплуатации ФГБОУ ВО «СГУВТ» от 10. 12. 2015)
6	Причальный пассажирский пирс	Озеро Байкал, местность «Серебряный ключ»	ОАО «Российские железные дороги»	Нормальный, работоспособное состояние (заключение ФГБОУ ВО «СГУВТ» о тех. состоянии от 10. 12. 2015)
7	Причал	Озеро Байкал, 1,0 км от истока р. Ангары	ОАО «Российские железные дороги»	Пониженный, ограниченно-работоспособное состояние (свидетельство о годности ПГТС к эксплуатации ФГБОУ ВО «СГУВТ» от 10. 12. 2015)
8	Причал и мол для плавсредств в устье р. Солзан	56,0 км от истока р. Ангары	ФГБУ «Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»	Нет данных
9	Пирс № 1	56,0 км от истока р. Ангары	Нет данных	Опасный, аварийное состояние (научно-технический отчет ФБОУ ВПО «НГАВТ» от 02. 08. 2013, тема № 38/13)
10	Причал	2,0 км от истока р. Ангары, порт Байкал	Нет данных	Нет данных

11	Волнолом «Ряжевый»	2,0 км от истока р. Ангары, порт Байкал	Нет данных	Нет данных
12	Подпорная берегоукрепительная стенка	0,0 км исток р. Ангары	ФГУ санаторий «Байкал» ФСБ России	Удовлетворительное, за исключением верховой части стенки (15 м). Верховая часть берегоукрепительной стенки в аварийном состоянии (ограничение нагрузки до $q=0$ кН/м ²)
13	Причал Рогатка с подъездной автодорогой	1,0 км от истока р. Ангары	Государственное предприятие «Консультационно-методический центр приватизации»	Нет данных
14	Причал Листвянка	6,2 км от истока р. Ангары, пос Листвянка	ФГУП «АГАТ»	Опасный, предельное (аварийное) состояние (Заключение о тех. состоянии 15. 12. 2015 ЭЦ БиНС ФГБОУ ВО «СГУВТ»)
15	Волнолом	6,2 км от истока р. Ангары, пос Листвянка	Нет данных	Неудовлетворительное (аварийное) состояние, функцию оградительного сооружения не выполняет (акт водолазного обследования ООО фирмы «АКВА-ЭКО» от 07. 09. 2012)
16	Набережная из металлического шпунта	2,0 км от истока р. Ангары, порт Байкал	ЗАО «ВосткБайкалИнвест»	Нет данных
17	Причал «Новая Листвянка»	5,0 км от истока р. Ангары	ПАО «Восточно-Сибирское речное пароходство»	Нормальный, работоспособное состояние (Заключение о тех. состоянии ГТС от 24. 09. 2015, ИЦГТС ФГБОУ ВО ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова)
18	Пирс Листвянского лесничества	6,0 км от истока р. Ангары	ФГБУ «Заповедное прибайкалье»	Опасный, аварийное состояние
19	Причал	6,2 км от истока р. Ангары, пос Листвянка	ФГУ «Востсибрегионводхоз»	Нормальный, работоспособное состояние, заключение ЦГТС ФГБОУ ВО ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова о тех. состоянии ГТС от 09. 09. 2015
20	Причал для швартовки судов (пирс)	6,5 км от истока р. Ангары	Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук	Пониженный, 15,0 м торцевой части III-го участка (L-43,3 м), в аварийном состоянии (акт ФБОУ ВПО «НГАВТ» освидетельствования ПГТС от 01. 08. 2013)
21	Пирс	24,4 км от истока р. Ангары	Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук	Годное к эксплуатации (акт ФБОУ ВПО «НГАВТ» освидетельствования ПГТС от 01. 08. 2013)

22	Сооружение Причальная набережная (пирс)	6,7 км от истока р. Ангары	ФГУБОУ ВО «Иркутский государственный университет»	Пониженный, ограниченно-работоспособное состояние(научно-технический отчет ФБОУ ВПО «НГАВТ» от 04. 02. 2013, тема № 119/12)
23	Сооружение (Причальный пассажирский пирс)	24,4 км от истока р. Ангары	ФГУБОУ ВО «Иркутский государственный университет»	Пониженный, ограниченно-работоспособное состояние (Свид-во о годности ПГТС ЭЦ БиНС ФГБОУ ВО «СГУВТ» от 24. 11. 2016, № 44/16/ЭЦ)
24	Пирс базы отдыха в пос. Большие Коты	24,0 км от истока р. Ангары	ЗАО «Артель «Витим»	Нормальный, работоспособное состояние (заключение ЭЦ БиНС ФГБОУ ВПО «НГАВТ» о тех. состоянии сооружения от 31. 10. 2013)
25	Береговой причал	24,0 км от истока р. Ангары	Нет данных	Нет данных
26	Причальное сооружение пирс	50,0 км от истока р. Ангары	Нет данных	Нет данных
27	Причал (Пирс) «Байкальские Дюны»	86,0 км от истока р. Ангары	Акционерное общество «ТСМ2» (Байкальские Дюны)	Нормальный, работоспособное состояние (заключение о тех. состоянии ИЦГТС ФГБОУ ВО ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова от 18. 09. 2015)
28	Грузопассажирские причальные сооружения паромного комплекса «Ольхон» (о. Ольхон-бухта Перевозная)	217,0 км от истока реки Ангары, Бухта Перевозная	ООО «Восточно-Сибирское речное пароходство»	Нормальный, работоспособное состояние (свидетельство о годности ПГТС к эксплуатации ФГБОУ ВО «СГУВТ» от 25. 04. 2015)
29	Грузопассажирские причальные сооружения паромного комплекса «Ольхон» (материковая сторона-с. Сахюрта)	217,0 км от истока р. Ангары, бухта Базарная	ООО «Восточно-Сибирское речное пароходство»	Освидетельствование ГТС не проводилось, свидетельство о годности ПГТС выданное ФГБОУ ВО «СГУВТ» 28. 12. 2015, утратило действие с 31. 12. 2016
30	Причал	220,0 км от истока р. Ангары	Нет данных	Нет данных
31	Причальное сооружение для отстоя судов	217,0 км от истока р. Ангары, бухта Базарная	Нет данных	Нет данных
32	Причал РПП, Хужир	245,0 км от истока р. Ангары	Нет данных	Нет данных

ПРИЛОЖЕНИЕ В.1

Поверхностный приток, осадки на поверхность, испарение с поверхности и полезный приток в оз. Байкал

Таблица 1 – Поверхностный приток в оз. Байкал, км³

Год	Месяц												Сумма за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1960	1.26	0.84	0.77	1.62	5.83	13.50	13.06	12.55	11.23	4.03	-0.53	-0.46	63.70
1961	1.20	1	0.67	2.79	6.51	9.80	12.81	14.65	10.14	2.99	0.03	-0.47	62.12
1962	1.23	1.01	0.92	1.65	9.08	13.39	20.39	11.93	9.30	3.58	-0.79	-0.43	71.26
1963	1.22	0.83	0.77	1.51	6.57	12.30	14.89	10.78	8.14	3.75	0.29	-0.80	60.25
1964	1.36	0.96	0.79	1.86	10.65	10.93	12.71	9.43	9.61	2.85	0.09	-0.85	60.39
1965	1.41	1.06	0.82	1.84	7.72	10.70	9.21	14.27	7.21	4.36	-0.26	-1.02	57.32
1966	1.48	1.32	0.90	1.43	9.96	12.81	19.12	12.67	7.29	3.60	-0.12	0.31	70.77
1967	1.19	0.86	0.86	2.75	10.14	9.76	15.83	13.92	9.18	5.09	0.76	0	70.34
1968	1.37	1.12	0.84	3.77	12.05	13.15	12.08	10.23	6.45	3.32	0.39	-0.74	64.03
1969	1.12	0.76	0.61	1.96	6.19	9.07	8.57	11.38	10.67	3.73	0.08	-0.86	53.28
1970	1.22	0.88	0.75	1.70	12.41	15.04	11.33	8.60	9.15	3.49	0.24	-0.43	64.38
1971	1.13	0.83	0.91	3.19	7.15	14.40	20.50	17.42	7.32	2.11	-0.35	-1.89	72.72
1972	1.23	0.81	0.69	2.38	4.87	6.10	11.97	6.50	4.65	0.71	-0.28	-0.93	38.70
1973	0.33	0.81	0.66	1.73	7.91	16.07	24.84	23.62	14.92	4.25	1.29	-0.51	95.92
1974	1.06	1.09	1.01	2.52	6.66	15.84	11.48	8.49	6.96	2.25	-0.95	-1.25	55.16
1975	1.13	0.83	0.77	2.29	11.83	16.86	13.41	12.45	7.23	2.31	-0.52	-1.57	67.02
1976	0.44	0.93	0.66	0.92	6.49	10.91	12.95	11.84	6.86	1.37	-0.82	-1.43	51.12
1977	0.54	0.85	0.84	2.42	6.99	18.05	9.88	5.77	4.85	1.36	-0.94	-1.29	49.32
1978	-0.37	0.76	0.75	2.04	4.97	13.49	15.02	8.45	5.30	1.82	-0.31	-1.54	50.38
1979	0.90	1.03	0.98	1.28	10.03	10.31	5.69	5.82	4.08	1.43	-1.75	-1.19	38.61
1980	1.14	0.80	0.63	1.23	7.28	16.03	12.49	7.68	4.53	1.43	-0.51	-0.71	52.03
1981	1.05	1.03	1.01	2.57	7.71	7.93	9.68	7.19	7.11	1.35	-1.26	-1.43	43.94
1982	0.96	0.68	0.88	2.03	6.09	14.32	16.57	14.04	7.74	2.81	-0.30	-1.29	64.54
1983	1.24	0.96	0.88	1.48	7.52	13.20	19.34	14.81	10.73	4.47	-0.20	-1.00	73.42
1984	0.70	0.95	0.94	1.75	11.30	13.71	11.60	10.99	11.10	4.72	-0.16	-0.44	67.14
1985	1.51	0.98	0.71	2.48	9.28	21.57	15.50	17.27	10.58	4.80	0.05	-0.20	84.55
1986	1.56	1.11	1.01	1.96	9.33	18.90	13.70	8.72	6.60	2.72	-0.52	-1.22	63.88
1987	1.20	1.02	0.73	1.88	5.61	11.57	7.49	7.90	7.90	1.61	-1.40	-0.95	44.55
1988	1.25	0.99	0.79	1.82	7.53	16.53	24.59	15.73	14.86	4.36	0.05	-0.50	88.01
1989	0.74	1.09	1.23	2.59	5.94	10.65	11.95	9.95	4.65	2.32	-0.86	-0.86	49.38
1990	-0.05	1.34	0.79	1.94	6.63	9.27	16.28	17.70	12.66	6.66	-0.48	-0.85	71.90
1991	0.50	1.19	1.03	1.96	9.38	12.51	17.81	11.87	9.89	3.87	-0.38	-0.05	69.58
1992	1.59	1.19	1.09	3.27	10.45	11.89	8.15	9.99	12.43	3.58	-0.02	-0.08	63.52
1993	0.94	1.05	1.23	2.80	6.54	9.05	9.69	21.29	12.60	5.18	0.64	0.51	71.50
1994	1.13	1.22	1.31	3.54	6.60	15.55	16.48	16.27	13.82	5.97	0.98	-0.74	82.14
1995	-0.03	1.47	1.54	4.17	9.36	18.28	14.16	10.64	5.37	2.86	-0.21	-1.11	66.49
1996	0.59	1.16	1.03	1.98	7.29	11.51	10.47	8.71	3.91	1.40	-1.25	-1.51	45.29

Год	Месяц												Сумма за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1997	0.94	1.03	1.05	3.29	7.52	11.29	11.45	14.48	6.29	2.91	-0.88	-1.58	57.80
1998	0.49	0.89	0.80	2.51	5.52	13.36	14.90	19.22	9.45	4.83	0.61	-0.79	71.79
1999	1.30	1.03	0.99	3.23	9.31	7.99	10.15	10.26	5.65	2.73	0.44	-0.81	52.27
2000	0.57	1.06	0.96	2.42	7.46	10.66	11.51	12.44	7.96	2.21	-0.55	-0.11	56.57
2001	1.36	0.95	1.52	2.47	10.44	11.92	13.79	12.31	7.56	2.74	-0.03	-0.77	64.26
2002	0.38	1.07	1.34	2.33	9.68	12.93	12.35	6.21	2.91	1.14	-1.24	-0.91	48.19
2003	1.24	1.00	0.92	1.76	5.15	6.10	5.33	15.27	7.95	4.02	-0.43	-0.17	48.13
2004	0.39	1.28	1.53	2.84	9.10	16.10	10.92	8.74	6.97	4.17	-0.28	-0.81	60.95
2005	0.83	0.94	0.72	2.74	8.30	14.48	10.11	8.13	4.24	2.64	-0.23	-0.74	52.16
2006	0.15	1.06	0.83	1.52	7.40	17.41	14.79	9.45	4.86	2.76	-0.08	-0.56	59.61
2007	0.99	1.09	1.17	2.46	7.84	15.44	11.16	5.27	5.29	1.80	-0.60	-0.94	50.97
2008	-0.54	1.06	0.92	2.03	6.20	17.10	14.59	12.04	7.29	3.58	0.12	-1.15	63.24
2009	1.21	1.07	0.90	2.95	6.97	14.55	10.72	9.51	7.11	3.70	-0.23	-0.40	58.09
2010	1.63	1.12	1.15	1.28	9.73	12.18	8.95	9.29	5.54	2.45	0.08	-0.11	53.29
2011	1.08	0.92	0.87	2.85	7.78	10.50	10.38	8.13	4.39	2.37	-0.40	-0.79	48.07
2012	1.12	0.90	0.49	2.49	8.91	14.86	12.85	11.49	5.90	2.77	-0.24	0.90	62.46
2013	1.40	1.04	0.95	1.58	8.44	9.13	9.78	9.54	7.52	3.81	0.68	-0.54	53.33
2014	0.50	0.93	1.10	4.59	7.02	9.40	7.85	6.17	3.14	0.99	-0.60	-1.10	39.99
2015	0.87	0.89	0.81	2.45	6.78	9.04	6.04	4.26	4.50	1.42	0.31	-0.46	36.92
2016	1.16	0.95	0.64	2.62	6.48	9.68	6.78	11.42	5.40	0.82	-0.14	-0.48	45.33
2017	1.15	0.97	1.03	3.05	7.35	7.18	5.56	4.50	5.31	2.27	-0.48	0.00	37.90
2018	1.25	0.92	1.05	3.52	8.60	13.03	13.20	11.32	9.46	7.26	1.04	0.58	71.22
2019	1.66	1.09	0.92	2.30	6.33	14.93	11.54	9.47	6.75	2.42	-0.29	0.81	57.92
2020	1.57	1.22	1.00	3.39	8.84	11.56	9.01	16.04	13.48	4.94	2.12	0.80	73.96
Средн.	0.97	1.01	0.93	2.36	7.95	12.72	12.55	11.25	7.74	3.10	-0.19	-0.65	59.72

Таблица 2 – Осадки на поверхность оз. Байкал, км³

Год	Месяц												Сумма за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1960	0.24	0.17	0.10	0.36	0.12	1.34	1.93	2.57	1.21	0.49	0.37	0.64	9.54
1961	0.21	0.15	0.06	0.33	0.68	0.87	2.69	1.91	1.04	0.54	0.72	0.76	9.96
1962	0.12	0.17	0.23	0.22	0.62	0.88	2.64	1.04	0.53	0.35	0.68	0.47	7.95
1963	0.14	0.10	0.11	0.31	0.46	2.09	1.69	2.29	0.83	0.23	0.35	0.36	8.96
1964	0.15	0.05	0.20	0.63	0.60	0.78	1.17	1.40	0.94	0.39	0.32	0.42	7.05
1965	0.22	0.19	0.15	0.18	0.75	0.88	1.45	3.18	0.66	0.81	0.78	0.71	9.96
1966	0.29	0.45	0.23	0.29	0.72	0.92	3.30	1.51	1.29	0.62	0.68	0.62	10.92
1967	0.16	0.14	0.26	0.43	1.03	1.80	2.63	3.26	1.16	0.74	0.78	0.58	12.97
1968	0.15	0.21	0.21	0.37	0.32	1.47	1.68	1.67	1.17	0.30	0.59	0.72	8.86
1969	0.19	0.10	0.11	0.49	0.54	0.74	1.82	2.10	1.49	0.41	0.58	0.51	9.08
1970	0.18	0.15	0.05	0.17	1.36	1.59	1.40	1.84	1.66	0.43	0.48	0.39	9.70
1971	0.29	0.17	0.23	0.33	0.75	1.81	5.95	1.67	0.98	0.24	0.40	1.03	13.85
1972	0.32	0.14	0.22	0.68	0.73	0.55	3.28	0.86	1.04	0.99	1.14	0.95	10.90
1973	0.15	0.26	0.22	0.79	0.41	1.67	4.85	3.18	1.61	0.36	0.65	0.51	14.66
1974	0.54	0.38	0.25	0.41	0.98	1.32	1.51	1.67	1.86	1.61	0.85	0.98	12.36
1975	0.23	0.15	0.25	0.42	1.14	0.93	1.48	2.90	1.52	0.59	0.54	0.95	11.10
1976	0.26	0.24	0.10	0.19	0.94	0.68	2.31	2.12	1.43	0.79	0.74	1.01	10.81
1977	0.25	0.20	0.32	0.59	0.29	1.30	1.82	0.69	1.31	0.44	0.69	0.79	8.69
1978	0.35	0.12	0.25	0.71	0.60	2.34	1.58	2.73	0.94	0.81	0.41	0.86	11.70
1979	0.47	0.35	0.37	0.38	1.19	0.62	1.22	1.60	0.86	0.67	1.09	0.85	9.68
1980	0.30	0.09	0.09	0.40	0.92	2.08	1.46	1.02	1.12	1.04	0.63	1.16	10.29
1981	0.18	0.32	0.36	0.43	0.66	0.84	2.39	0.91	1.50	1.09	1.04	0.42	10.14
1982	0.33	0.04	0.31	0.30	1.56	1.65	3.37	2.06	1.02	0.61	0.58	0.57	12.42
1983	0.39	0.11	0.17	0.64	1.23	1.19	3.72	1.58	2.88	0.71	0.40	0.43	13.47
1984	0.51	0.17	0.20	0.79	1.29	0.91	2.21	1.21	1.71	0.92	1.21	0.94	12.05
1985	0.43	0.17	0.12	0.63	0.85	2.87	1.76	3.28	1.41	0.86	0.99	0.88	14.25
1986	0.27	0.14	0.26	0.33	0.78	2.26	2.25	2.33	0.88	0.58	0.88	0.64	11.60
1987	0.48	0.21	0.10	0.40	0.94	1.72	1.29	1.64	1.97	0.80	1.25	0.64	11.43
1988	0.27	0.20	0.23	0.44	0.68	2.58	5.06	1.92	2.54	0.47	0.45	0.92	15.74
1989	0.41	0.04	0.40	0.53	0.82	1.19	1.94	2.11	0.64	0.54	0.74	0.89	10.24
1990	0.23	0.47	0.14	0.73	0.34	1.86	3.46	2.86	1.86	0.41	0.98	0.87	14.22
1991	0.33	0.20	0.21	0.51	1.64	1.58	3.50	2.38	2.11	0.89	0.89	1.48	15.73
1992	0.27	0.24	0.09	1.07	0.47	2.84	0.83	1.96	2.72	0.12	1.38	0.90	12.88
1993	0.26	0.13	0.27	0.51	0.44	0.31	1.07	4.14	2.49	0.18	1.21	0.79	11.80
1994	0.45	0.14	0.22	0.93	0.72	1.39	1.63	3.25	1.71	0.42	0.94	0.95	12.74
1995	0.34	0.19	0.21	0.96	0.68	2.27	0.96	2.28	0.73	0.60	0.59	0.61	10.39
1996	0.98	0.22	0.22	0.43	0.45	1.96	2.30	2.10	1.07	0.80	1.04	1.08	12.65
1997	0.34	0.20	0.28	0.38	1.23	0.89	2.45	3.50	1.06	0.86	0.66	0.57	12.42
1998	0.30	0.12	0.16	0.55	0.99	2.43	2.97	1.76	1.61	0.72	1.73	0.83	14.16
1999	0.38	0.17	0.12	0.43	0.94	0.73	2.87	2.31	0.73	0.64	0.87	0.72	10.90
2000	0.30	0.20	0.22	0.41	0.67	1.12	3.87	2.83	0.73	0.88	1.22	0.97	13.40
2001	0.23	0.14	0.76	0.50	0.87	0.87	4.45	2.05	1.45	0.47	0.58	1.32	13.70
2002	0.47	0.17	0.46	0.91	0.57	1.57	2.44	1.60	0.70	1.08	0.75	0.55	11.27

Год	Месяц												Сумма за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2003	0.35	0.19	0.05	0.23	0.36	0.68	1.53	3.86	1.19	1.02	1.16	0.90	11.53
2004	0.50	0.36	0.64	0.47	1.08	1.76	2.36	2.61	2.08	0.90	0.36	0.80	13.91
2005	0.32	0.07	0.12	1.04	0.96	1.60	1.84	2.25	0.78	0.66	0.67	1.47	11.78
2006	0.51	0.29	0.25	0.51	1.19	1.33	1.98	1.69	0.91	0.77	1.21	0.51	11.14
2007	0.32	0.29	0.31	0.60	1.57	3.08	1.22	0.99	1.89	0.54	0.62	0.58	12.01
2008	0.32	0.18	0.27	0.50	1.68	3.16	3.38	2.00	1.46	0.92	0.95	1.35	16.18
2009	0.34	0.26	0.17	0.48	1.23	2.33	1.42	2.44	1.71	0.73	1.09	1.14	13.32
2010	0.40	0.27	0.34	0.34	0.88	1.68	2.14	2.28	1.04	0.52	1.00	1.72	12.61
2011	0.26	0.18	0.32	0.57	1.21	0.91	3.20	2.06	0.89	0.47	0.88	0.66	11.60
2012	0.61	0.21	0.12	1.16	0.84	1.57	1.97	2.16	0.51	1.02	1.21	1.67	13.04
2013	0.38	0.35	0.41	0.38	0.80	1.08	1.63	1.16	1.29	0.66	0.62	0.61	9.35
2014	0.59	0.15	0.28	0.85	1.46	1.39	1.73	1.59	0.69	0.44	0.58	0.70	10.45
2015	0.40	0.19	0.20	0.52	0.92	1.08	1.58	0.97	1.47	0.30	1.59	0.60	9.82
2016	0.46	0.27	0.22	0.55	0.95	0.76	1.41	3.81	0.68	0.80	1.35	0.40	11.66
2017	0.29	0.16	0.22	0.64	1.18	0.68	1.80	1.22	1.39	0.44	1.37	1.35	10.74
2018	0.49	0.26	0.36	0.45	1.36	1.33	2.99	1.40	2.64	0.80	0.89	1.37	14.35
2019	0.24	0.05	0.34	0.39	0.58	1.81	2.40	1.39	2.01	0.96	1.13	0.85	12.17
2020	0.25	0.26	0.39	0.22	1.37	0.88	2.12	3.94	2.90	0.74	0.79	0.98	14.82
Средн.	0.33	0.20	0.24	0.51	0.88	1.46	2.32	2.12	1.37	0.66	0.84	0.83	11.76

Таблица 3 – Испарение с поверхности оз. Байкал, км³

Год	Месяц												Сумма за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1960	-0.04	0.10	0.14	0.91	0.77	-0.26	-0.38	0.34	0.93	2.21	2.89	2.54	10.15
1961	0.10	0.01	0.33	0.98	0.71	0.29	0.15	0.54	1.17	2.88	2.89	2.90	12.95
1962	0.03	0.02	0.20	0.83	0.59	-0.03	-0.32	0.53	1.27	2.17	3.16	2.28	10.73
1963	0.02	0.09	0.29	0.92	0.71	0.06	-0.07	0.50	1.40	2.13	2.32	2.72	11.09
1964	0.06	-0.02	0.20	0.58	0.41	0.06	-0.08	0.48	1.31	2.91	2.33	2.76	11
1965	0.10	0.03	0.27	0.87	0.54	-0.15	0.01	0.37	1.25	1.66	3.01	3.17	11.13
1966	-0.02	-0.06	0.16	0.64	0.46	0.25	-0.18	0.18	0.81	1.79	2.76	1.70	8.49
1967	-0.06	0.01	0.23	0.94	0.63	0.09	-0.36	0.47	1.13	1.91	2.48	2.28	9.75
1968	-0.01	-0.01	0.27	0.53	0.45	0.56	-0.11	0.50	1.84	1.52	2.39	2.78	10.71
1969	-0.01	-0.02	0.18	0.88	0.64	0.16	0.22	0.43	1.42	2.01	2.58	2.87	11.36
1970	0	0.02	0.10	0.97	0.55	0.08	-0.07	0.72	1.29	2.76	2.49	2.17	11.08
1971	0.10	0.02	0.07	0.10	0.48	-0.16	-0.15	0.29	1.70	3.42	2.94	4.32	13.13
1972	0.08	0.05	0.30	0.97	0.85	0.39	0.09	1.30	1.18	3.69	3.18	3.06	15.14
1973	0.66	0.03	0.21	0.79	0.67	0.13	-0.58	0.37	1.11	2.90	2.49	2.75	11.53
1974	0.69	0.09	0.13	0.82	0.60	0.41	-0.13	1.39	1.61	4.10	3.53	3.46	16.70
1975	0	0.02	0.25	0.89	1.09	-0.02	-0.36	1.09	1.17	3.01	3.38	3.83	14.35
1976	0.79	0.02	0.18	0.77	0.65	0.55	0.20	1.94	1.27	3.82	3.52	3.72	17.43
1977	0.63	0	0.18	0.57	0.44	0.05	0.18	1.01	1.07	2.12	3.26	3.28	12.79
1978	1.58	-0.01	0.27	0.83	0.72	0.10	0.20	1.24	1.46	2.97	2.37	3.55	15.28
1979	0.61	0.06	0.20	0.53	0.32	-0.08	0.45	1.60	1.76	2.69	4.40	3.13	15.68
1980	0.03	0.02	0.24	0.51	0.65	-0.10	-0.39	0.70	1.57	3.15	2.74	3.05	12.15
1981	-0.01	-0.01	0.13	0.61	0.59	0.21	0.31	1.81	1.72	3.59	3.93	3.11	16.00
1982	0.26	0.03	0.16	0.80	0.46	-0.12	-0.22	0.87	1.75	2.77	3.08	3.32	13.16
1983	0.33	0.02	0.21	0.72	0.64	0.32	-0.03	0.53	1.48	2.31	2.88	2.93	12.34
1984	0.89	0.06	0.15	0.66	0.72	0.09	0.56	1.05	2.26	2.94	4.05	2.96	16.39
1985	0.00	0.00	0.28	0.74	0.56	-0.25	0.05	0.82	1.68	2.49	3.37	2.75	12.50
1986	0.00	0.01	0.21	0.85	0.42	-0.25	0.63	1.73	2.07	2.84	3.73	3.57	15.81
1987	0.42	-0.01	0.18	0.63	0.61	0.33	0.22	1.03	1.53	3.61	4.28	2.85	15.69
1988	0.03	0.03	0.26	0.91	0.56	0.03	-0.17	0.57	1.35	2.94	2.90	3.28	12.69
1989	1.21	0.08	0.32	0.93	0.52	0.42	0.35	1.48	2.90	2.94	3.76	3.24	18.15
1990	1.40	0.03	0.41	1.09	0.65	0.30	-0.06	1.27	2.76	2.03	4.17	3.69	17.76
1991	1.36	0.08	0.17	1.00	0.61	0.03	-0.03	1.47	2.25	3.76	3.70	3.37	17.77
1992	0.03	0.12	0.19	0.87	0.26	0.52	0.34	1.19	2.66	2.91	3.68	2.88	15.65
1993	0.73	0.09	0.31	0.74	0.74	0.39	0.43	0.94	2.18	3.01	3.61	2.30	15.47
1994	0.84	0.09	0.21	0.88	0.77	-0.09	0.13	0.70	1.78	2.50	3.16	3.36	14.33
1995	1.84	0.03	0.23	0.70	0.67	-0.12	0.68	1.29	2.94	3.17	3.20	3.26	17.89
1996	1.67	0.05	0.26	0.62	0.57	0.25	0.85	1.42	2.49	3.19	4.04	4	19.40
1997	0.48	0.02	0.26	0.72	0.56	0.35	0.78	1.05	2.12	2.78	3.86	3.56	16.56
1998	0.83	0.06	0.35	0.97	0.43	0.31	0.35	0.73	2.01	2.32	3.60	3.33	15.29
1999	0.26	0.07	0.11	0.74	0.29	0.38	0.48	1.26	2.21	3.04	2.99	3.01	14.85
2000	0.85	0.02	0.26	0.81	0.52	0.06	0.43	0.60	1.79	3.62	3.80	2.65	15.43
2001	-0.03	-0.03	0.17	0.96	0.34	-0.19	0.17	0.45	1.80	2.94	3.10	3.85	13.53
2002	1.42	0.17	0.40	0.83	0.25	-0.20	0.87	1.40	2.11	3.06	3.60	2.73	16.62

Год	Месяц												Сумма за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2003	0.18	0.03	0.10	0.83	0.72	0.34	0.45	-0.10	2.04	2.58	3.84	2.57	13.57
2004	1.35	0.09	0.21	0.80	0.46	-0.12	0.17	1.08	1.42	2.05	2.94	3.22	13.67
2005	0.70	-0.01	0.33	0.82	0.45	0.04	0.89	1.68	2.26	2.76	3.28	3.65	16.84
2006	1.49	0.03	0.31	0.68	0.53	0.02	0.04	0.98	1.50	2.25	3.44	2.53	13.79
2007	0.43	0.10	0.07	0.60	0.29	0.26	0.80	1.85	2.16	2.96	3.19	3.04	15.75
2008	1.99	-0.02	0.33	0.89	0.48	-0.04	0.06	1.20	2.03	2.81	3.13	4.03	16.90
2009	0.23	0.01	0.18	0.67	0.51	0.60	1.30	2.04	2.43	3.25	3.79	3.40	18.41
2010	0.05	0	0.10	0.61	0.22	-0.03	0.11	0.78	1.74	2.53	2.88	3.21	12.19
2011	0.26	0.04	0.30	0.69	0.58	0.26	0.92	1.09	1.99	1.98	3.44	2.85	14.40
2012	0.48	0.04	0.36	0.95	0.54	0.20	0.97	1.73	2.06	3.29	3.35	2.17	16.14
2013	-0.01	0.01	0.18	0.65	0.44	0.05	0.45	1.19	2.27	2.40	2.47	2.84	12.95
2014	1.33	0.07	0.17	0.69	0.54	0.35	0.88	2.05	2.35	3.05	3.01	3.08	17.55
2015	0.57	0.06	0.28	0.59	0.48	0.37	0.63	1.70	2.26	2.99	3.13	2.45	15.51
2016	0.40	0.14	0.50	0.71	0.63	0.39	1.41	1.40	1.88	4.42	3.84	2.38	18.11
2017	0.23	0.03	0.17	0.86	0.34	0.38	1.24	1.95	2.56	2.90	4.05	2.84	17.55
2018	0.27	0.06	0.17	0.82	0.49	0.01	0.92	1.03	2.35	2.17	3.82	2.99	15.11
2019	0.08	-0.05	0.47	0.97	0.62	-0.05	1.19	1.80	2.16	3.54	3.92	1.83	16.48
2020	-0.03	-0.03	0.35	0.74	0.48	0.28	2.02	1.66	2.24	3.79	3.02	2.88	17.41
Средн.	0.49	0.03	0.23	0.77	0.55	0.14	0.33	1.06	1.82	2.82	3.28	3.02	14.56

Таблица 4 – Полезный приток в оз. Байкал, км³

Год	Месяц												Сумма за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1960	1.26	0.84	0.77	1.62	5.83	13.50	13.06	12.55	11.23	4.03	-0.53	-0.46	63.70
1961	1.20	1	0.67	2.79	6.51	9.80	12.81	14.65	10.14	2.99	0.03	-0.47	62.12
1962	1.23	1.01	0.92	1.65	9.08	13.39	20.39	11.93	9.30	3.58	-0.79	-0.43	71.26
1963	1.22	0.83	0.77	1.51	6.57	12.30	14.89	10.78	8.14	3.75	0.29	-0.80	60.25
1964	1.36	0.96	0.79	1.86	10.65	10.93	12.71	9.43	9.61	2.85	0.09	-0.85	60.39
1965	1.41	1.06	0.82	1.84	7.72	10.70	9.21	14.27	7.21	4.36	-0.26	-1.02	57.32
1966	1.48	1.32	0.90	1.43	9.96	12.81	19.12	12.67	7.29	3.60	-0.12	0.31	70.77
1967	1.19	0.86	0.86	2.75	10.14	9.76	15.83	13.92	9.18	5.09	0.76	0	70.34
1968	1.37	1.12	0.84	3.77	12.05	13.15	12.08	10.23	6.45	3.32	0.39	-0.74	64.03
1969	1.12	0.76	0.61	1.96	6.19	9.07	8.57	11.38	10.67	3.73	0.08	-0.86	53.28
1970	1.22	0.88	0.75	1.70	12.41	15.04	11.33	8.60	9.15	3.49	0.24	-0.43	64.38
1971	1.13	0.83	0.91	3.19	7.15	14.40	20.50	17.42	7.32	2.11	-0.35	-1.89	72.72
1972	1.23	0.81	0.69	2.38	4.87	6.10	11.97	6.50	4.65	0.71	-0.28	-0.93	38.70
1973	0.33	0.81	0.66	1.73	7.91	16.07	24.84	23.62	14.92	4.25	1.29	-0.51	95.92
1974	1.06	1.09	1.01	2.52	6.66	15.84	11.48	8.49	6.96	2.25	-0.95	-1.25	55.16
1975	1.13	0.83	0.77	2.29	11.83	16.86	13.41	12.45	7.23	2.31	-0.52	-1.57	67.02
1976	0.44	0.93	0.66	0.92	6.49	10.91	12.95	11.84	6.86	1.37	-0.82	-1.43	51.12
1977	0.54	0.85	0.84	2.42	6.99	18.05	9.88	5.77	4.85	1.36	-0.94	-1.29	49.32
1978	-0.37	0.76	0.75	2.04	4.97	13.49	15.02	8.45	5.30	1.82	-0.31	-1.54	50.38
1979	0.90	1.03	0.98	1.28	10.03	10.31	5.69	5.82	4.08	1.43	-1.75	-1.19	38.61
1980	1.14	0.80	0.63	1.23	7.28	16.03	12.49	7.68	4.53	1.43	-0.51	-0.71	52.03
1981	1.05	1.03	1.01	2.57	7.71	7.93	9.68	7.19	7.11	1.35	-1.26	-1.43	43.94
1982	0.96	0.68	0.88	2.03	6.09	14.32	16.57	14.04	7.74	2.81	-0.30	-1.29	64.54
1983	1.24	0.96	0.88	1.48	7.52	13.20	19.34	14.81	10.73	4.47	-0.20	-1.00	73.42
1984	0.70	0.95	0.94	1.75	11.30	13.71	11.60	10.99	11.10	4.72	-0.16	-0.44	67.14
1985	1.51	0.98	0.71	2.48	9.28	21.57	15.50	17.27	10.58	4.80	0.05	-0.20	84.55
1986	1.56	1.11	1.01	1.96	9.33	18.90	13.70	8.72	6.60	2.72	-0.52	-1.22	63.88
1987	1.20	1.02	0.73	1.88	5.61	11.57	7.49	7.90	7.90	1.61	-1.40	-0.95	44.55
1988	1.25	0.99	0.79	1.82	7.53	16.53	24.59	15.73	14.86	4.36	0.05	-0.50	88.01
1989	0.74	1.09	1.23	2.59	5.94	10.65	11.95	9.95	4.65	2.32	-0.86	-0.86	49.38
1990	-0.05	1.34	0.79	1.94	6.63	9.27	16.28	17.70	12.66	6.66	-0.48	-0.85	71.90
1991	0.50	1.19	1.03	1.96	9.38	12.51	17.81	11.87	9.89	3.87	-0.38	-0.05	69.58
1992	1.59	1.19	1.09	3.27	10.45	11.89	8.15	9.99	12.43	3.58	-0.02	-0.08	63.52
1993	0.94	1.05	1.23	2.80	6.54	9.05	9.69	21.29	12.60	5.18	0.64	0.51	71.50
1994	1.13	1.22	1.31	3.54	6.60	15.55	16.48	16.27	13.82	5.97	0.98	-0.74	82.14
1995	-0.03	1.47	1.54	4.17	9.36	18.28	14.16	10.64	5.37	2.86	-0.21	-1.11	66.49
1996	0.59	1.16	1.03	1.98	7.29	11.51	10.47	8.71	3.91	1.40	-1.25	-1.51	45.29
1997	0.94	1.03	1.05	3.29	7.52	11.29	11.45	14.48	6.29	2.91	-0.88	-1.58	57.80
1998	0.49	0.89	0.80	2.51	5.52	13.36	14.90	19.22	9.45	4.83	0.61	-0.79	71.79
1999	1.30	1.03	0.99	3.23	9.31	7.99	10.15	10.26	5.65	2.73	0.44	-0.81	52.27
2000	0.57	1.06	0.96	2.42	7.46	10.66	11.51	12.44	7.96	2.21	-0.55	-0.11	56.57
2001	1.36	0.95	1.52	2.47	10.44	11.92	13.79	12.31	7.56	2.74	-0.03	-0.77	64.26
2002	0.38	1.07	1.34	2.33	9.68	12.93	12.35	6.21	2.91	1.14	-1.24	-0.91	48.19

Год	Месяц												Сумма за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2003	1.24	1.00	0.92	1.76	5.15	6.10	5.33	15.27	7.95	4.02	-0.43	-0.17	48.13
2004	0.39	1.28	1.53	2.84	9.10	16.10	10.92	8.74	6.97	4.17	-0.28	-0.81	60.95
2005	0.83	0.94	0.72	2.74	8.30	14.48	10.11	8.13	4.24	2.64	-0.23	-0.74	52.16
2006	0.15	1.06	0.83	1.52	7.40	17.41	14.79	9.45	4.86	2.76	-0.08	-0.56	59.61
2007	0.99	1.09	1.17	2.46	7.84	15.44	11.16	5.27	5.29	1.80	-0.60	-0.94	50.97
2008	-0.54	1.06	0.92	2.03	6.20	17.10	14.59	12.04	7.29	3.58	0.12	-1.15	63.24
2009	1.21	1.07	0.90	2.95	6.97	14.55	10.72	9.51	7.11	3.70	-0.23	-0.40	58.09
2010	1.63	1.12	1.15	1.28	9.73	12.18	8.95	9.29	5.54	2.45	0.08	-0.11	53.29
2011	1.08	0.92	0.87	2.85	7.78	10.50	10.38	8.13	4.39	2.37	-0.40	-0.79	48.07
2012	1.12	0.90	0.49	2.49	8.91	14.86	12.85	11.49	5.90	2.77	-0.24	0.90	62.46
2013	1.40	1.04	0.95	1.58	8.44	9.13	9.78	9.54	7.52	3.81	0.68	-0.54	53.33
2014	0.50	0.93	1.10	4.59	7.02	9.40	7.85	6.17	3.14	0.99	-0.60	-1.10	39.99
2015	0.87	0.89	0.81	2.45	6.78	9.04	6.04	4.26	4.50	1.42	0.31	-0.46	36.92
2016	1.16	0.95	0.64	2.62	6.48	9.68	6.78	11.42	5.40	0.82	-0.14	-0.48	45.33
2017	1.15	0.97	1.03	3.05	7.35	7.18	5.56	4.50	5.31	2.27	-0.48	0.00	37.90
2018	1.25	0.92	1.05	3.52	8.60	13.03	13.20	11.32	9.46	7.26	1.04	0.58	71.22
2019	1.66	1.09	0.92	2.30	6.33	14.93	11.54	9.47	6.75	2.42	-0.29	0.81	57.92
2020	1.57	1.22	1.00	3.39	8.84	11.56	9.01	16.04	13.48	4.94	2.12	0.80	73.96
Средн.	0.97	1.01	0.93	2.36	7.95	12.72	12.55	11.25	7.74	3.10	-0.19	-0.65	59.72

Расходы воды через Иркутскую ГЭС

Таблица – Расходы воды через Иркутскую ГЭС, км³

Год	Месяц												Сумма за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1960	4.82	4.54	4.72	4.17	4.26	4.71	4.66	4.15	4.71	5.12	5.18	5.63	56.67
1961	5.39	4.28	4.34	4.66	4.56	4.56	4.26	4.58	6.60	7.48	5.54	6.11	62.36
1962	4.31	4.09	5.06	4.28	4.47	4.10	3.88	4.44	5.73	6.67	6.14	6	59.20
1963	6.18	5.58	5.50	4.55	5.31	5.52	4.38	4.24	3.85	3.86	4.78	4.52	58.27
1964	5.54	3.91	4.53	4.59	4.34	4.15	4.42	5.60	6.69	7.10	5.88	6	62.75
1965	6.11	5.64	6.67	6.79	5.95	4.10	4.12	4.15	4.04	4.50	6.71	5.31	64.09
1966	6	4.45	5.12	5.39	5.38	4.89	4.63	6.99	5.26	5.49	6.35	5.81	65.76
1967	5.41	4.09	6.08	5.57	5.30	5.44	4.90	4.55	5.16	4.79	5.34	6.54	63.18
1968	4.53	4.30	6.45	6.48	6.16	5.57	5.28	5.87	5.39	4.45	4.74	5.41	64.63
1969	4.82	3.99	4.85	5.70	5.47	4.97	4.15	4.21	4.01	4.15	6.45	6	58.77
1970	4.98	4.45	4.85	4.04	4.15	4.45	4.56	4.21	3.78	4.74	4.95	5.36	54.52
1971	5.33	4.60	5.09	4.48	5.71	5.10	5.17	9.25	6.99	7.08	7.12	6.57	72.49
1972	4.80	4.22	5.20	5	5.20	4.90	4.13	4.05	3.91	4.10	3.99	3.91	53.41
1973	4.21	3.90	4.48	3.91	4.02	3.89	4.13	7.85	9.32	8.04	7.28	7.37	68.40
1974	6.78	4.58	6.16	6.74	5.52	5.62	7.40	6.32	6.74	6.03	6.24	6.33	74.46
1975	4.85	4.11	4.45	4.45	4.34	4.27	5.79	5.98	5.21	5.68	6.22	6.32	61.67
1976	5.58	4.64	5.09	4.48	4.26	4.09	4.16	4.24	3.99	4.61	5.62	5.82	56.58
1977	4.69	4.26	4.31	4.09	4.21	4.07	4.23	4.13	3.91	4.05	3.52	3.73	49.20
1978	3.67	3.46	3.75	3.81	4.23	3.99	4.07	4.02	3.88	4.07	3.78	4.02	46.80
1979	4.18	4.28	5.04	4.32	4.02	3.91	4.05	4.02	3.60	3.64	3.29	3.38	47.70
1980	3.32	3.89	4.18	3.63	3.43	3.57	5.20	3.67	3.63	4.07	3.60	3.91	46.10
1981	4.06	3.80	4.13	3.70	3.89	4.33	4.42	3.97	3.55	3.56	4.20	3.91	47.51
1982	3.46	2.95	3.11	3.16	3.40	3.39	3.54	3.54	3.42	3.56	3.50	3.94	40.97
1983	4.05	3.68	3.94	3.89	3.75	3.89	4.07	5.12	5.96	6.75	6.19	5.25	56.54
1984	4.80	4.29	4.90	4.97	4.02	4.87	4.37	3.89	4.79	6.57	6.92	7.26	61.65
1985	6.32	5.16	6.06	4.48	4.15	5.23	8.76	8.17	8.39	7.05	6.79	7.34	77.90
1986	6.27	6.49	6.57	6.68	5.49	4.92	4.77	4.56	4.35	4.82	5.46	5.31	65.69
1987	5.55	4.57	5.31	5.72	5.25	4.84	4.13	3.94	3.68	3.86	4.04	3.97	54.86
1988	3.67	3.54	3.89	3.81	4.07	3.99	6.35	7.29	7.85	7.26	6.86	7.29	65.87
1989	6.83	6	7.26	6.29	5.52	5	4.69	4.29	4.17	4.34	4.12	4.15	62.66
1990	4.13	3.65	4.18	4.01	4.07	3.91	4.06	4.26	6.22	7.02	6.81	7.29	59.60
1991	5.74	5.24	7.37	5.93	4.29	4.17	6.49	7.08	7.02	7.18	6.97	4.80	71.23
1992	4.09	5.02	6	5.26	4.48	4.97	6.14	4.02	5.39	6.38	6.42	7.45	66.22
1993	4.50	4.04	5.49	5.59	4.88	4.65	4.10	5.04	7.07	7.08	6.99	8.78	66.22
1994	4.85	4.21	5.98	5.88	4.85	4.84	4.80	5.25	7.49	7.53	6.73	6.78	69.19
1995	6.19	5.76	6.54	6.35	6.75	6.97	9.27	9.57	5.52	5.54	4.61	4.66	77.23
1996	4.64	4.24	4.42	4.25	4.50	4.25	4.18	4.10	3.91	4.13	3.96	5.36	51.94
1997	4.82	4.48	4.90	4.58	4.18	4.01	4.10	4.05	3.91	4.10	4.12	5.90	53.15
1998	4.90	4.40	6.06	4.82	4.07	3.91	4.07	5.90	7.17	6.57	6.50	6.24	64.61

Год	Месяц												Сумма за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1999	5.09	5.13	5.79	5.47	4.93	4.61	4.21	4.05	3.91	4.05	4.69	4.93	56.86
2000	4.58	4.02	4.61	4.27	4.40	4.40	4.05	4.07	4.40	4.82	4.74	5.76	54.12
2001	4.55	4.14	6.21	5.08	4.29	4.38	6.11	6.08	5	4.61	6.64	5.44	62.53
2002	5.84	3.68	4.29	5.83	4.53	4.64	5.73	5.06	3.91	4.85	3.78	3.88	56.02
2003	3.75	3.27	3.80	4.20	4.02	3.89	4.02	3.67	3.50	3.67	3.78	4.02	45.59
2004	4.02	3.76	4.12	4.28	4.50	5.11	7.02	4.96	4.02	5.36	5.70	5.60	58.45
2005	4.55	3.97	4.93	4.10	4.02	3.89	4.34	4.02	3.89	4.18	4.15	4.02	50.06
2006	4.02	3.63	4.02	4.07	3.86	3.81	6.24	6.78	3.94	4.42	4.41	4.50	53.70
2007	4.39	4.28	4.82	4.87	4.71	4.15	4.82	4.07	3.89	4.02	3.89	3.88	51.79
2008	3.75	3.43	3.75	3.66	3.88	3.89	4.02	7.42	6.77	4.55	4.93	5.04	55.09
2009	4.70	3.70	5.36	5.37	4.55	4.41	4.58	4.12	4.17	4.63	5.11	5.22	55.99
2010	4.18	4.09	6.19	5.75	4.55	4.67	4.21	4.02	3.89	4.02	3.73	3.75	53.05
2011	3.75	3.39	4.47	5.13	4.55	3.89	4.02	4.02	3.89	4.02	3.89	4.02	49.04
2012	4.02	3.76	3.91	3.63	3.94	3.91	5.79	6.19	4.67	5.01	5.39	5.36	55.58
2013	4.55	3.99	4.82	4.64	3.88	4.15	4.21	4.02	3.89	4.02	3.89	4.34	50.43
2014	5.06	4.19	5.09	5.75	5.33	4.04	4.04	4.02	3.68	3.51	3.37	3.48	51.56
2015	3.48	3.07	3.37	3.37	3.48	3.40	3.48	3.48	3.40	3.48	3.37	3.48	40.86
2016	3.48	3.13	3.43	3.37	3.48	3.42	3.48	3.48	3.42	3.48	3.40	3.48	41.05
2017	3.48	3.02	3.38	3.37	3.54	3.40	3.56	3.48	3.40	3.48	3.42	3.48	41.01
2018	3.46	3.02	3.35	3.37	3.64	3.45	3.48	3.48	3.42	3.48	4.48	5.79	44.42
2019	5.22	3.60	5.14	4.67	4.82	4.35	5.65	6.24	5.55	4.93	4.90	4.77	59.84
2020	3.83	3.31	5.01	4.17	4.02	4.35	4.69	5.46	6.90	7.50	6.43	6.62	62.29
Средн	4.72	4.17	4.95	4.74	4.51	4.40	4.78	4.96	4.91	5.07	5.11	5.26	57.53

Уровни оз. Байкал

Таблица 1 – Уровни оз. Байкал (на первое число месяца), м ТО

Год	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1960	456.10	456.00	455.88	455.77	455.72	455.79	456.06	456.34	456.61	456.80	456.75	456.62
1961	456.37	456.25	456.16	456.03	455.99	456.08	456.26	456.53	456.81	456.90	456.76	456.59
1962	456.42	456.30	456.19	456.06	455.99	456.13	456.46	456.98	457.21	457.28	457.19	457.00
1963	456.82	456.63	456.50	456.36	456.28	456.32	456.52	456.86	457.02	457.13	457.11	456.96
1964	456.80	456.66	456.57	456.45	456.40	456.56	456.79	457.05	457.12	457.19	457.12	456.93
1965	456.75	456.59	456.45	456.29	456.14	456.19	456.39	456.56	456.86	456.91	456.88	456.65
1966	456.45	456.31	456.22	456.06	455.95	456.07	456.37	456.81	456.97	457.01	456.93	456.69
1967	456.51	456.39	456.28	456.11	456.04	456.17	456.31	456.61	456.87	456.98	456.96	456.77
1968	456.57	456.48	456.38	456.19	456.10	456.27	456.50	456.71	456.83	456.82	456.77	456.61
1969	456.39	456.29	456.19	456.07	455.95	455.99	456.14	456.30	456.49	456.69	456.65	456.42
1970	456.20	456.12	455.99	455.86	455.81	456.03	456.36	456.57	456.71	456.84	456.79	456.64
1971	456.43	456.32	456.19	456.05	455.98	456.05	456.35	456.82	457.10	457.09	456.97	456.72
1972	456.49	456.34	456.26	456.11	456.02	456.01	456.11	456.35	456.44	456.46	456.36	456.21
1973	456.06	455.96	455.84	455.73	455.67	455.81	456.20	456.75	457.22	457.35	457.25	457.02
1974	456.79	456.62	456.49	456.35	456.21	456.26	456.51	456.61	456.69	456.65	456.51	456.30
1975	456.12	455.99	455.89	455.77	455.70	455.94	456.25	456.48	456.68	456.72	456.63	456.39
1976	456.19	456.05	455.91	455.78	455.67	455.76	455.97	456.22	456.46	456.56	456.45	456.24
1977	456.02	455.94	455.82	455.71	455.66	455.77	456.13	456.31	456.38	456.38	456.28	456.14
1978	456.01	455.89	455.80	455.70	455.64	455.69	455.93	456.23	456.37	456.39	456.33	456.19
1979	456.03	455.93	455.82	455.68	455.58	455.75	455.96	456.02	456.08	456.12	456.02	455.87
1980	455.75	455.66	455.56	455.45	455.36	455.46	455.77	455.99	456.10	456.09	455.99	455.85
1981	455.70	455.63	455.52	455.43	455.40	455.55	455.65	455.78	455.86	455.97	455.88	455.71
1982	455.56	455.49	455.42	455.34	455.31	455.43	455.72	456.09	456.38	456.50	456.48	456.36
1983	456.21	456.12	456.05	455.94	455.86	455.98	456.26	456.70	456.97	457.07	456.99	456.81
1984	456.62	456.44	456.33	456.22	456.12	456.34	456.59	456.80	456.99	457.17	457.10	456.88
1985	456.64	456.51	456.37	456.21	456.14	456.33	456.78	456.99	457.25	457.30	457.23	457.02
1986	456.80	456.63	456.47	456.28	456.16	456.29	456.65	456.92	457.03	457.10	456.99	456.80
1987	456.63	456.48	456.36	456.21	456.10	456.12	456.30	456.40	456.53	456.63	456.56	456.39
1988	456.27	456.16	456.07	455.97	455.93	456.08	456.43	456.95	457.22	457.39	457.27	457.06
1989	456.85	456.66	456.49	456.31	456.20	456.20	456.38	456.57	456.76	456.80	456.74	456.58
1990	456.43	456.31	456.24	456.13	456.04	456.18	456.33	456.67	457.05	457.22	457.17	456.94
1991	456.71	456.57	456.48	456.24	456.09	456.25	456.54	456.89	457.07	457.09	456.99	456.77
1992	456.63	456.53	456.42	456.25	456.20	456.38	456.62	456.75	456.93	457.06	456.97	456.82
1993	456.54	456.48	456.35	456.20	456.14	456.20	456.35	456.56	456.99	457.13	457.09	456.82
1994	456.62	456.47	456.38	456.25	456.15	456.21	456.49	456.83	457.11	457.29	457.24	457.06
1995	456.86	456.68	456.55	456.38	456.30	456.37	456.70	456.88	456.93	456.90	456.85	456.72
1996	456.54	456.41	456.30	456.19	456.09	456.18	456.41	456.62	456.77	456.75	456.68	456.53
1997	456.32	456.19	456.05	455.96	455.90	456.02	456.23	456.47	456.77	456.83	456.79	456.68
1998	456.44	456.29	456.18	456.03	455.95	456.02	456.28	456.58	456.98	456.98	456.95	456.77
1999	456.55	456.45	456.34	456.17	456.08	456.23	456.35	456.53	456.75	456.80	456.74	456.61

Год	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2000	456.44	456.29	456.20	456.09	456.00	456.13	456.30	456.55	456.81	456.90	456.82	456.65
2001	456.46	456.36	456.27	456.10	456.01	456.22	456.48	456.72	456.89	456.94	456.87	456.68
2002	456.49	456.31	456.24	456.14	456.03	456.20	456.48	456.68	456.74	456.70	456.63	456.48
2003	456.36	456.26	456.19	456.11	456.03	456.09	456.19	456.22	456.54	456.67	456.67	456.54
2004	456.44	456.32	456.24	456.16	456.10	456.26	456.59	456.74	456.82	456.91	456.86	456.69
2005	456.49	456.37	456.27	456.15	456.10	456.19	456.54	456.70	456.83	456.82	456.74	456.60
2006	456.46	456.34	456.26	456.15	456.05	456.15	456.56	456.78	456.85	456.89	456.82	456.68
2007	456.51	456.41	456.31	456.19	456.13	456.21	456.54	456.71	456.74	456.73	456.70	456.55
2008	456.40	456.27	456.20	456.11	456.05	456.11	456.46	456.76	456.90	456.88	456.85	456.71
2009	456.51	456.37	456.29	456.16	456.07	456.16	456.45	456.66	456.84	456.90	456.88	456.72
2010	456.54	456.48	456.38	456.22	456.07	456.20	456.46	456.59	456.72	456.78	456.71	456.57
2011	456.44	456.35	456.28	456.17	456.10	456.19	456.40	456.63	456.76	456.75	456.70	456.55
2012	456.39	456.29	456.20	456.10	456.04	456.18	456.50	456.71	456.87	456.90	456.83	456.66
2013	456.46	456.35	456.26	456.13	456.04	456.20	456.38	456.56	456.71	456.80	456.78	456.69
2014	456.55	456.39	456.29	456.17	456.13	456.15	456.36	456.50	456.57	456.52	456.42	456.29
2015	456.15	456.06	455.98	455.91	455.87	455.96	456.15	456.26	456.29	456.30	456.22	456.10
2016	455.99	455.90	455.83	455.74	455.71	455.79	456.01	456.16	456.41	456.49	456.39	456.28
2017	456.15	456.07	456.01	455.93	455.93	456.03	456.13	456.22	456.25	456.26	456.24	456.11
2018	455.98	455.90	455.82	455.74	455.75	455.90	456.17	456.45	456.68	456.84	456.95	456.86
2019	456.64	456.51	456.44	456.31	456.23	456.28	456.57	456.76	456.86	456.86	456.79	456.64
2020	456.48	456.40	456.34	456.23	456.18	456.29	456.49	456.64	456.91	457.12	457.02	456.87

Таблица 2 – Минимальные и максимальные средние уровни оз. Байкал, м ТО

Год	Мин	Макс	dH	Год	Мин	Макс	dH
1960	455.72	456.78	1.06	1991	456.11	457.09	0.98
1961	455.98	456.90	0.92	1992	456.16	457.03	0.87
1962	456.01	457.29	1.28	1993	456.13	457.09	0.96
1963	456.28	457.15	0.87	1994	456.15	457.30	1.15
1964	456.39	457.27	0.88	1995	456.29	456.94	0.65
1965	456.15	456.91	0.76	1996	456.09	456.75	0.66
1966	455.94	457.01	1.07	1997	455.92	456.85	0.93
1967	456.03	456.99	0.96	1998	455.94	457.01	1.07
1968	456.13	456.85	0.72	1999	456.08	456.78	0.70
1969	455.95	456.68	0.73	2000	456.01	456.88	0.87
1970	455.78	456.85	1.07	2001	456.04	456.92	0.88
1971	455.97	457.11	1.14	2002	456.04	456.73	0.69
1972	456.01	456.45	0.44	2003	456.03	456.67	0.64
1973	455.67	457.36	1.69	2004	456.11	456.90	0.79
1974	456.22	456.68	0.46	2005	456.08	456.82	0.74
1975	455.71	456.73	1.02	2006	456.04	456.88	0.84
1976	455.68	456.55	0.87	2007	456.13	456.74	0.61
1977	455.66	456.38	0.72	2008	456.05	456.90	0.85
1978	455.64	456.38	0.74	2009	456.08	456.89	0.81
1979	455.59	456.10	0.51	2010	456.05	456.75	0.70
1980	455.36	456.10	0.74	2011	456.10	456.75	0.65
1981	455.40	455.97	0.57	2012	456.06	456.89	0.83
1982	455.32	456.50	1.18	2013	456.05	456.81	0.76
1983	455.87	457.07	1.20	2014	456.12	456.56	0.44
1984	456.11	457.17	1.06	2015	455.87	456.29	0.42
1985	456.14	457.27	1.13	2016	455.71	456.47	0.76
1986	456.15	457.09	0.94	2017	455.91	456.29	0.38
1987	456.10	456.63	0.53	2018	455.75	456.84	1.09
1988	455.92	457.38	1.46	2019	456.23	456.86	0.63
1989	456.18	456.78	0.60	2020	456.18	457.12	0.94
1990	456.05	457.20	1.15	2021	456.20	457.23	1.03

Уровни приведены на 1-е число месяца, dH – амплитуда (м).

Цветом выделены:

- Минимальные уровни менее 456.0 м,
- Максимальные выше 457.0 м,
- Амплитуда (dH) выше средней 0.85 м.

Динамика изменения объемов полезного притока в оз.Байкал по кварталам
(для вариантов полезный-1 и полезный-2)

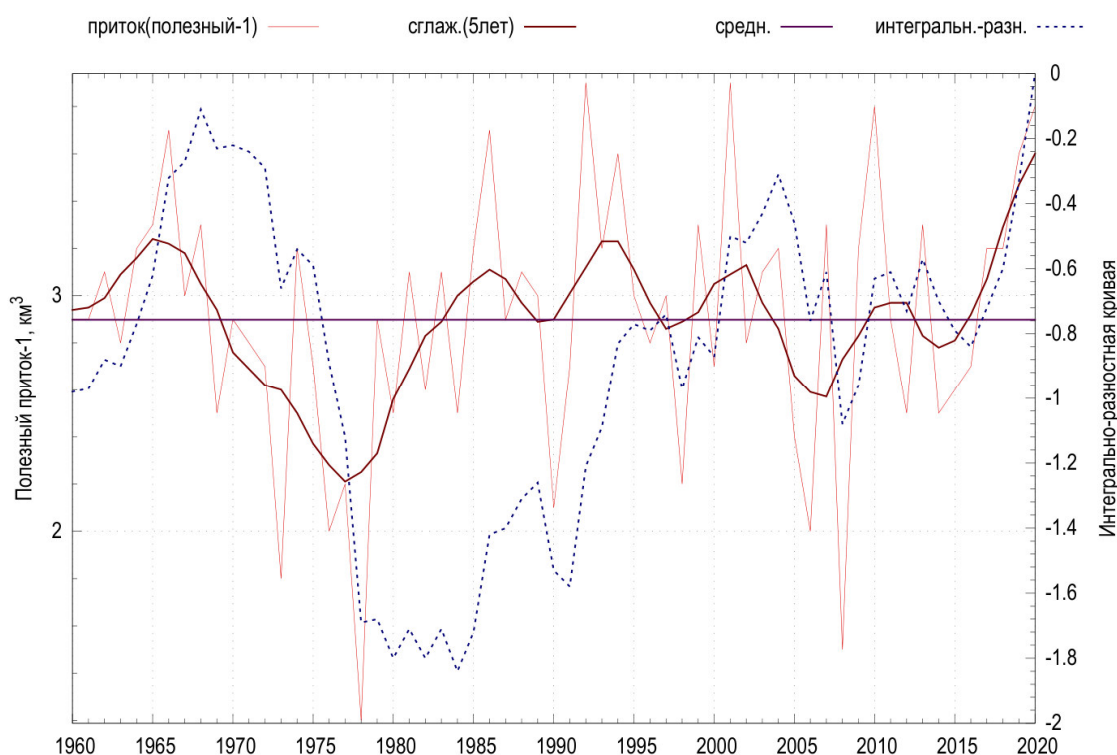


Рисунок 1а – Динамика изменения объемов полезного притока («полезный-1») за первый квартал

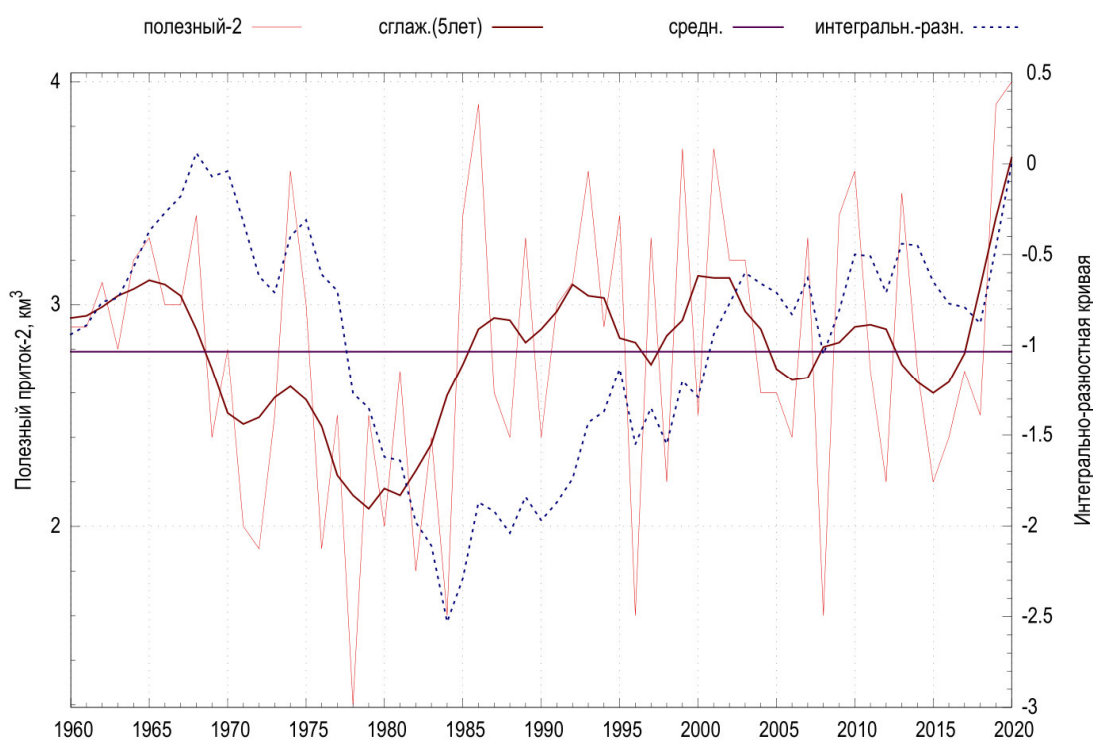


Рисунок 1б – Динамика изменения объемов полезного притока («полезный-2») за первый квартал

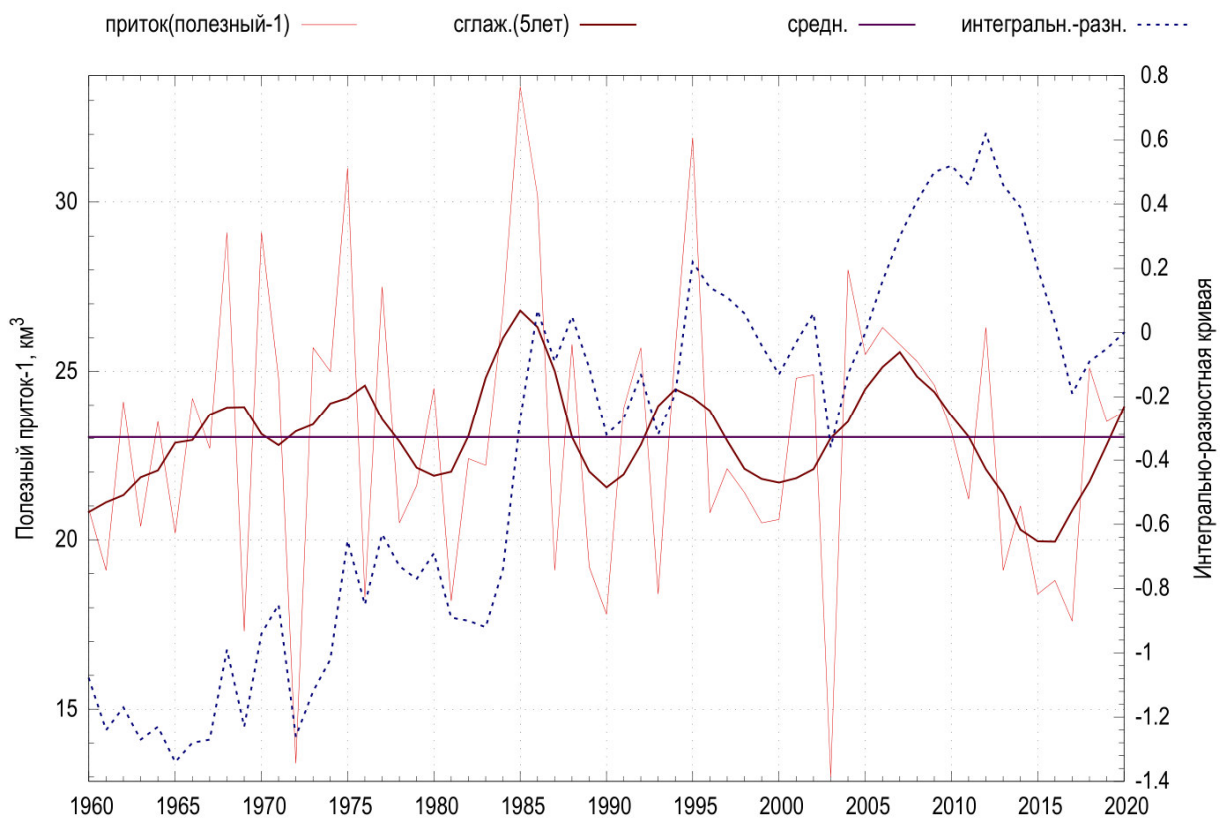


Рисунок 2а – Динамика изменения объемов полезного притока («полезный-1») за второй квартал

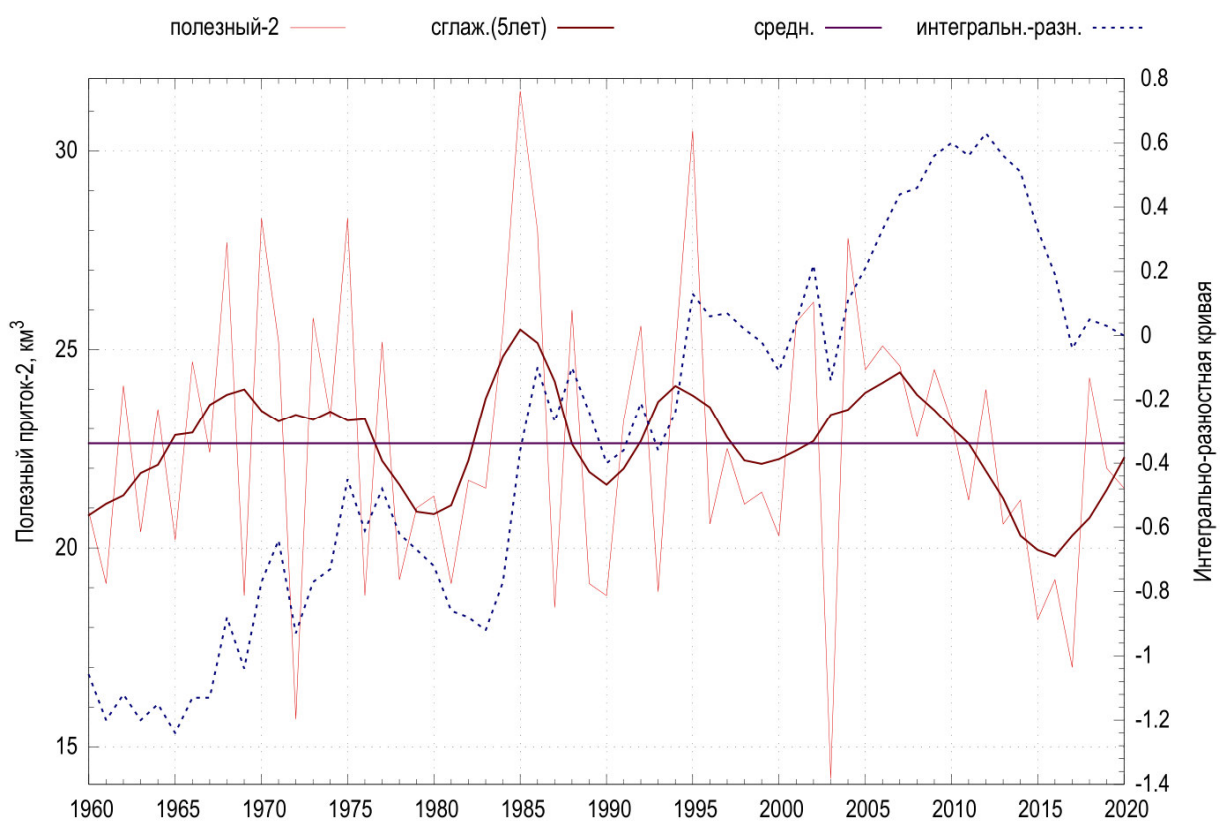


Рисунок 2б – Динамика изменения объемов полезного притока («полезный-2») за второй квартал

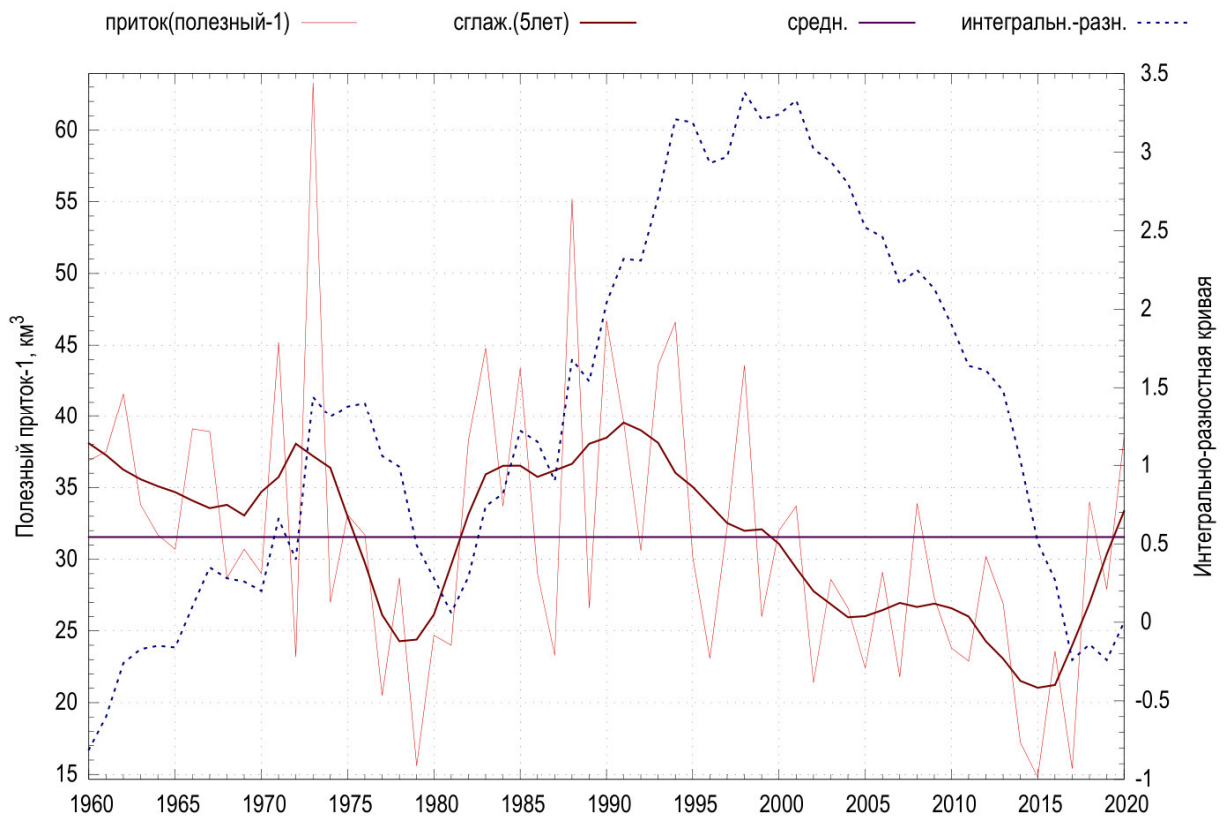


Рисунок 3а – Динамика изменения объемов полезного притока («полезный-1») за третий квартал

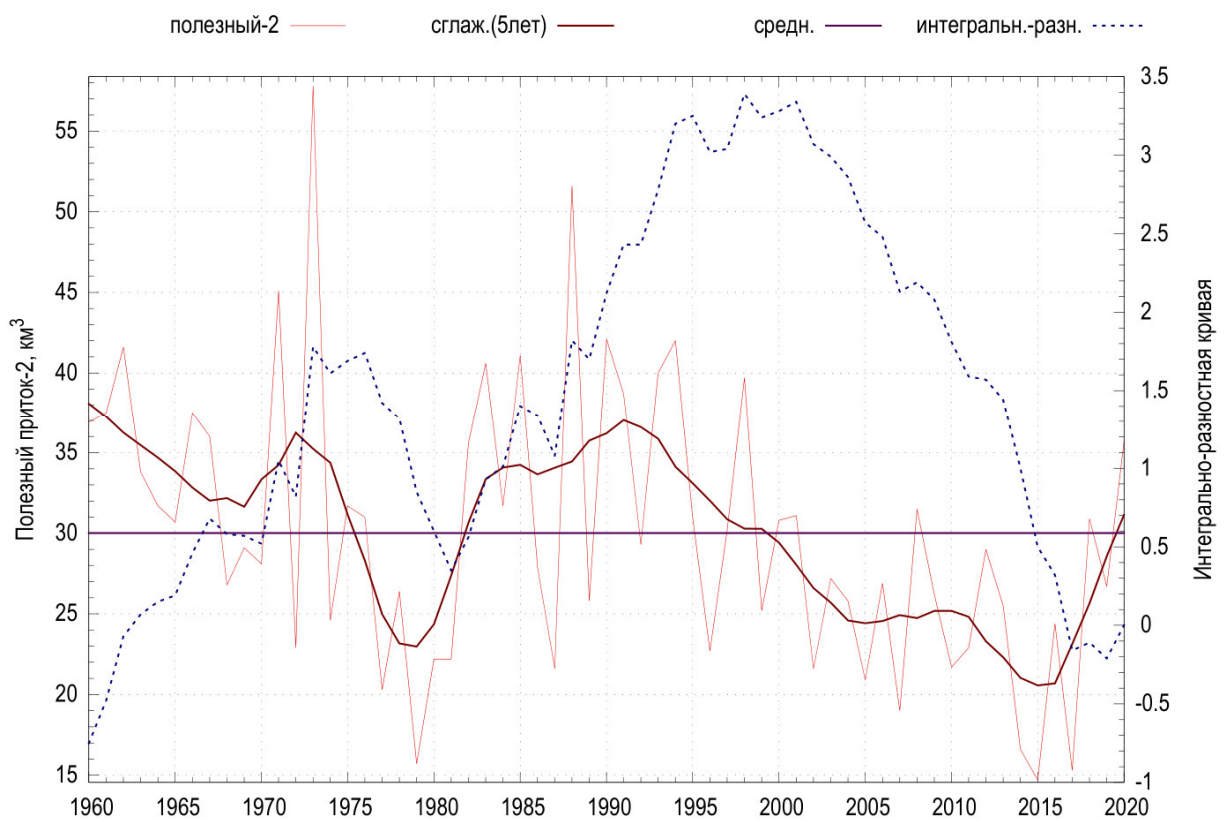


Рисунок 3б – Динамика изменения объемов полезного притока («полезный-2») за третий квартал

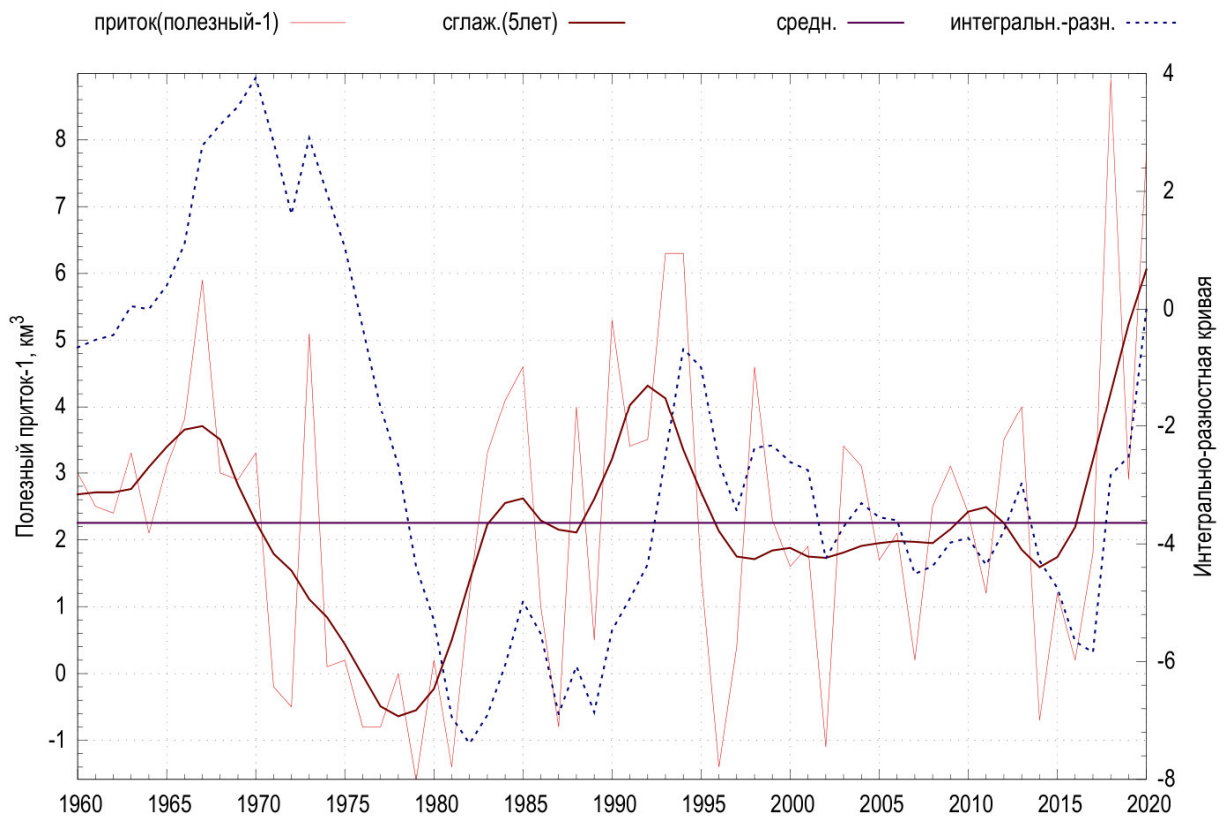


Рисунок 4а – Динамика изменения объемов полезного притока («полезный-1») за четвертый квартал

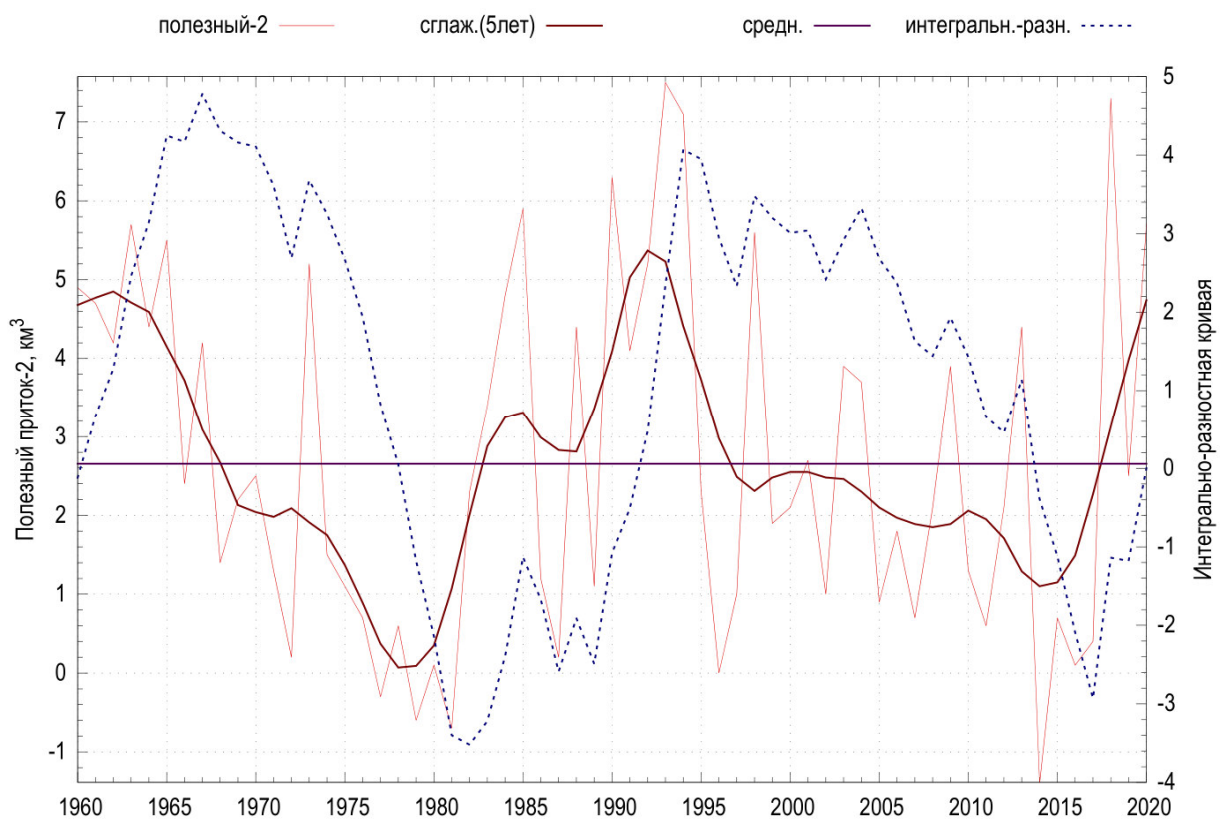


Рисунок 4б – Динамика изменения объемов полезного притока («полезный-2») за четвертый квартал

Динамика изменения объемов поверхностного притока в оз.Байкал по кварталам

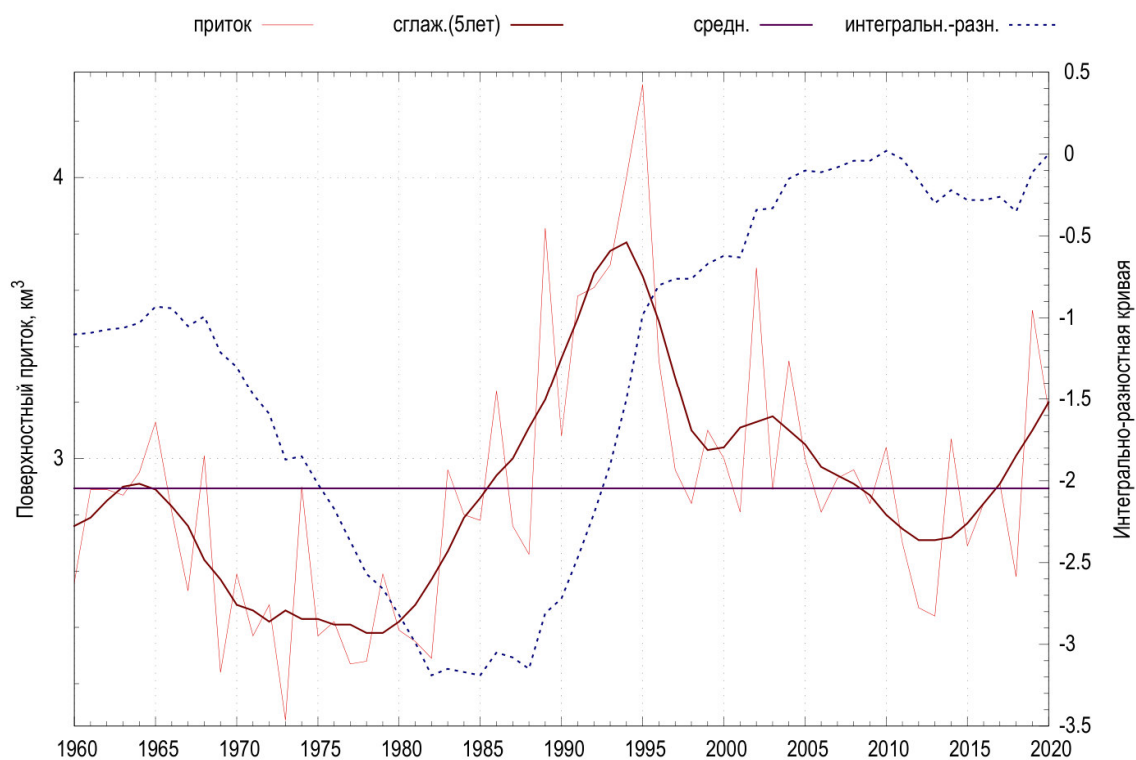


Рисунок 1 – Динамика изменения объемов поверхностного притока за первый квартал

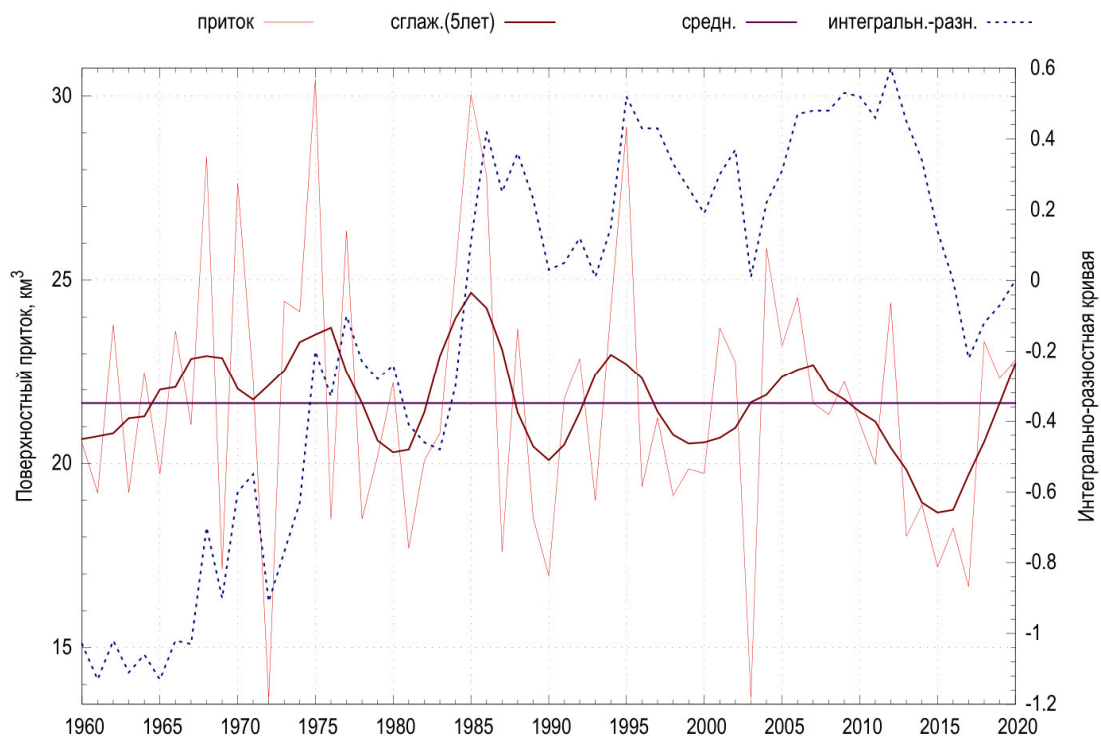


Рисунок 2 – Динамика изменения объемов поверхностного притока за второй квартал

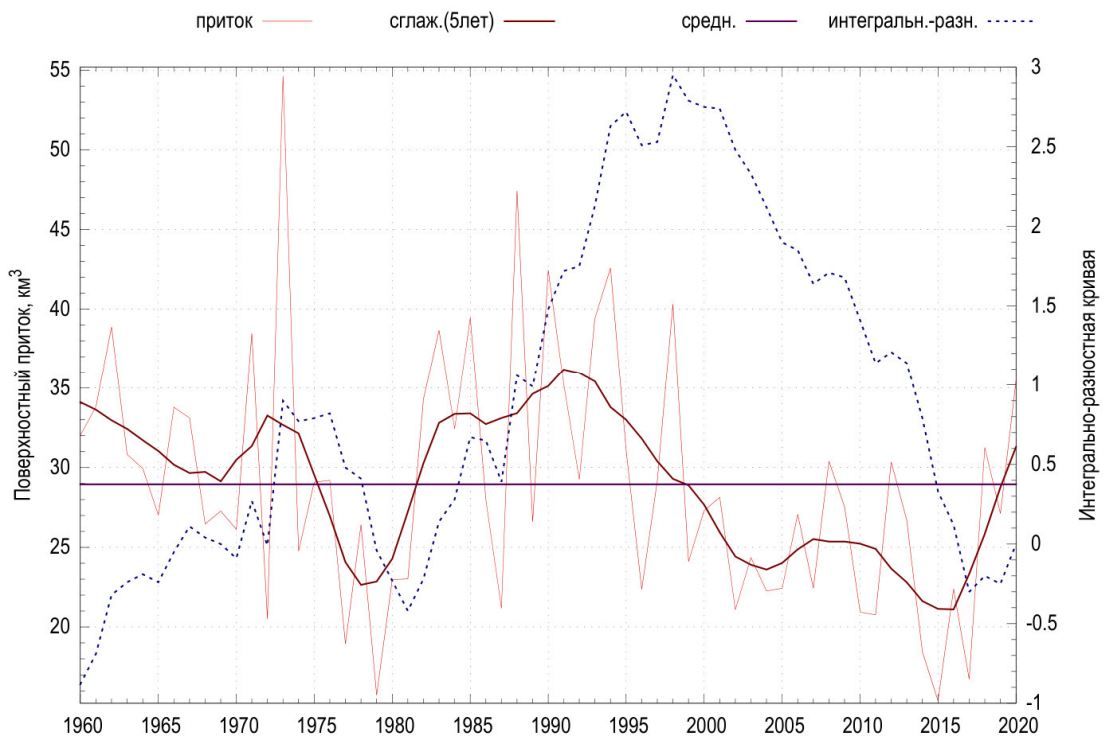


Рисунок 3 – Динамика изменения объемов поверхностного притока за третий квартал

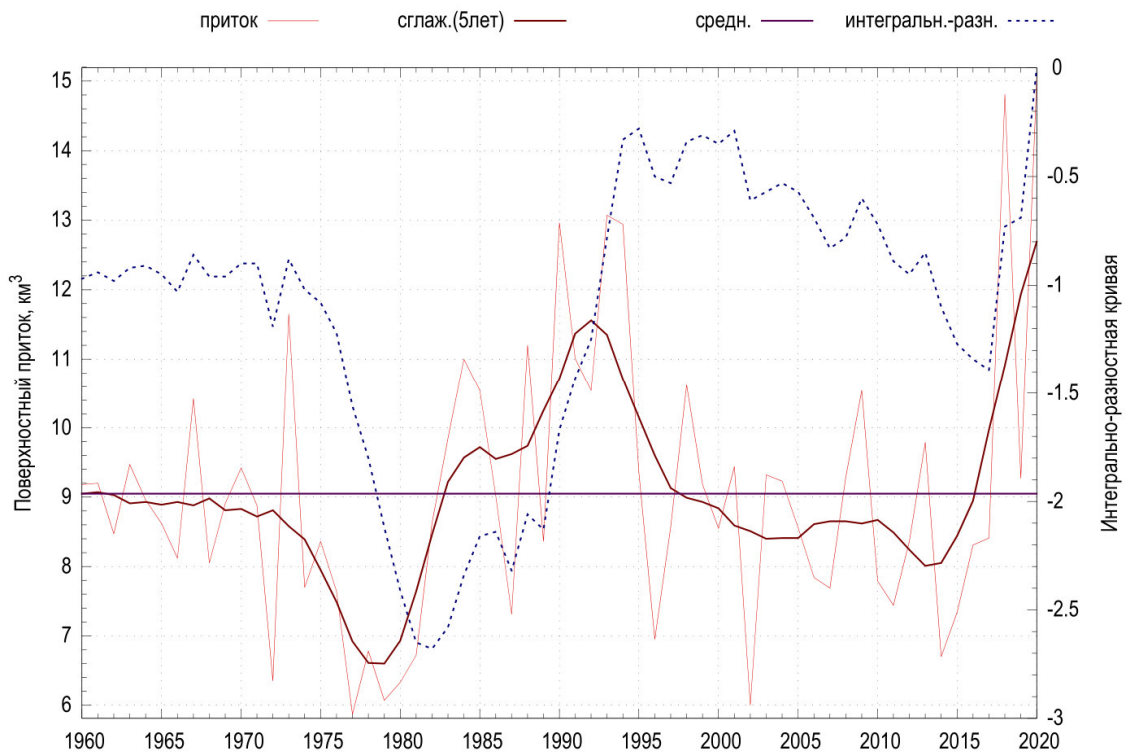


Рисунок 4 – Динамика изменения объемов поверхностного притока за четвертый квартал

Динамика изменения объемов осадков на поверхность в оз.Байкал по кварталам

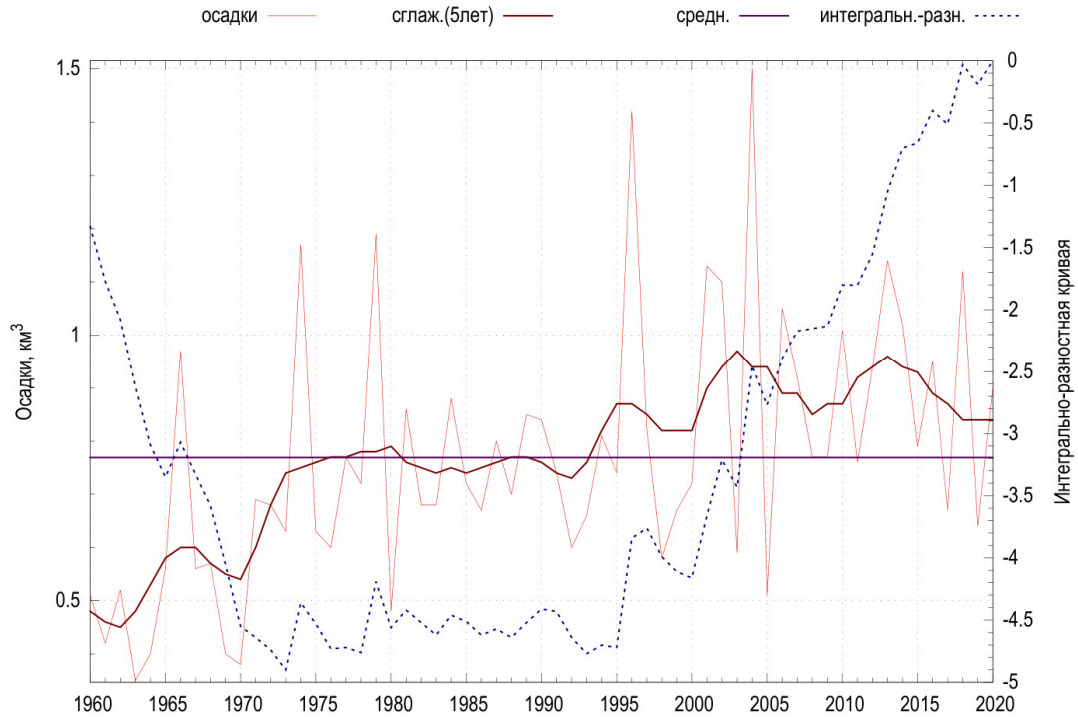


Рисунок 1 – Динамика изменения объемов осадков на поверхность озера за первый квартал

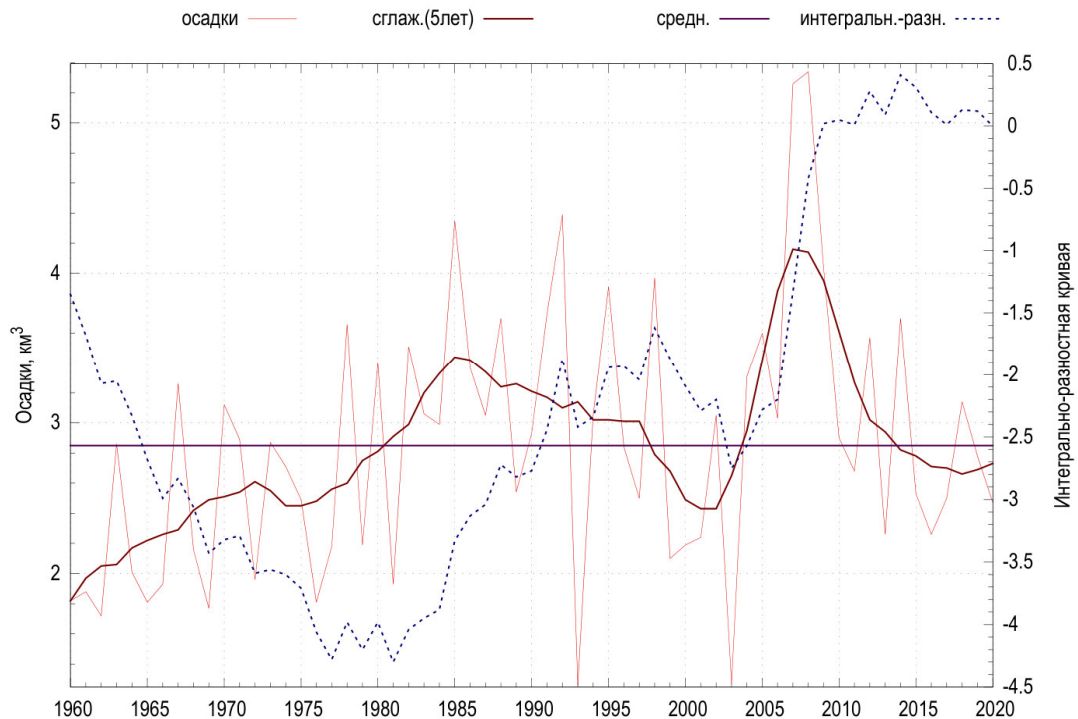


Рисунок 2 – Динамика изменения объемов осадков на поверхность озера за второй квартал

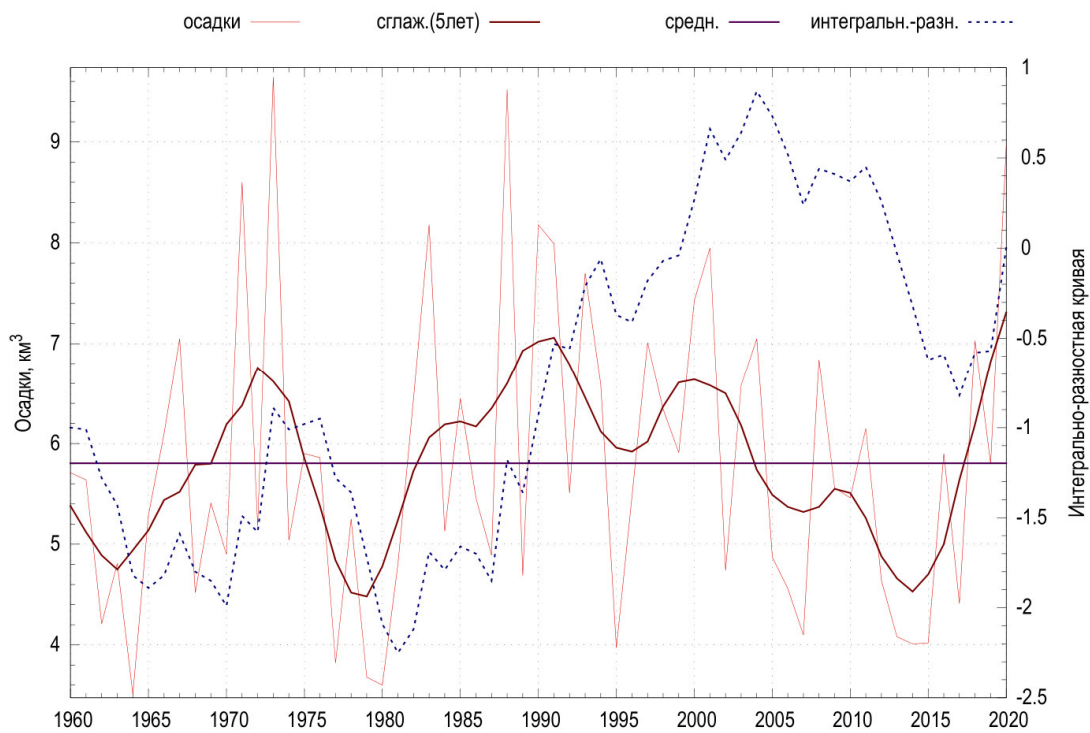


Рисунок 3 – Динамика изменения объемов осадков на поверхность озера за третий квартал

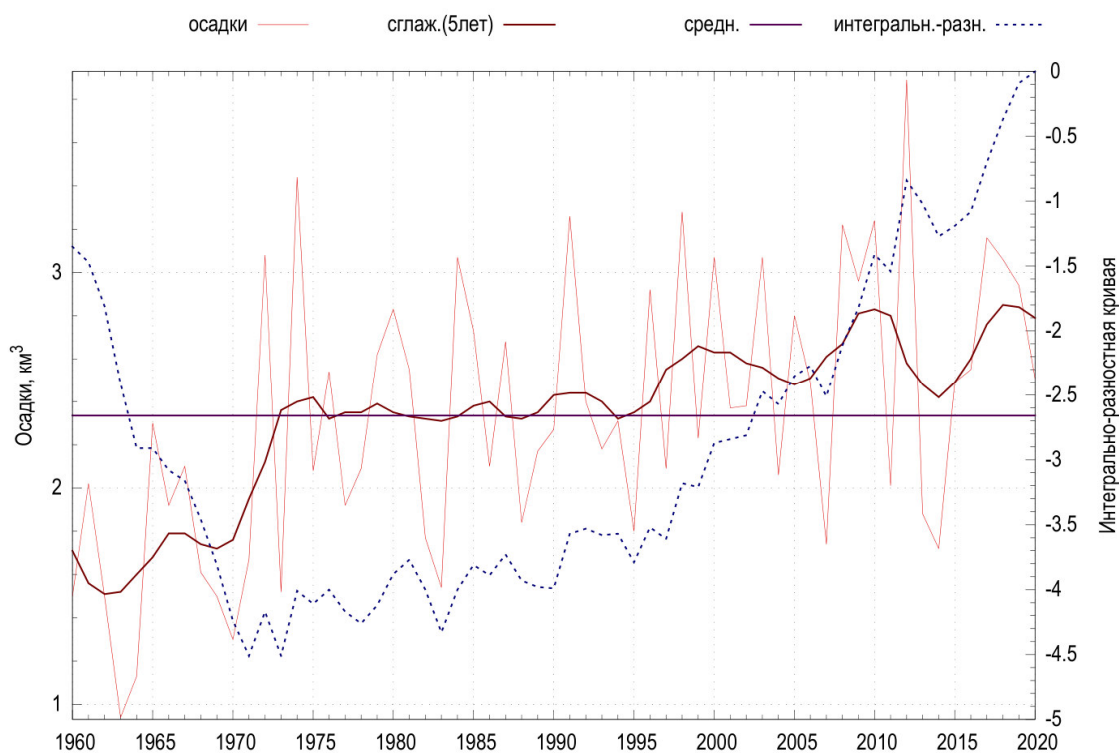


Рисунок 4 – Динамика изменения объемов осадков на поверхность озера за четвертый квартал

Динамика изменения объемов испарения с поверхности в оз.Байкал по
кварталам

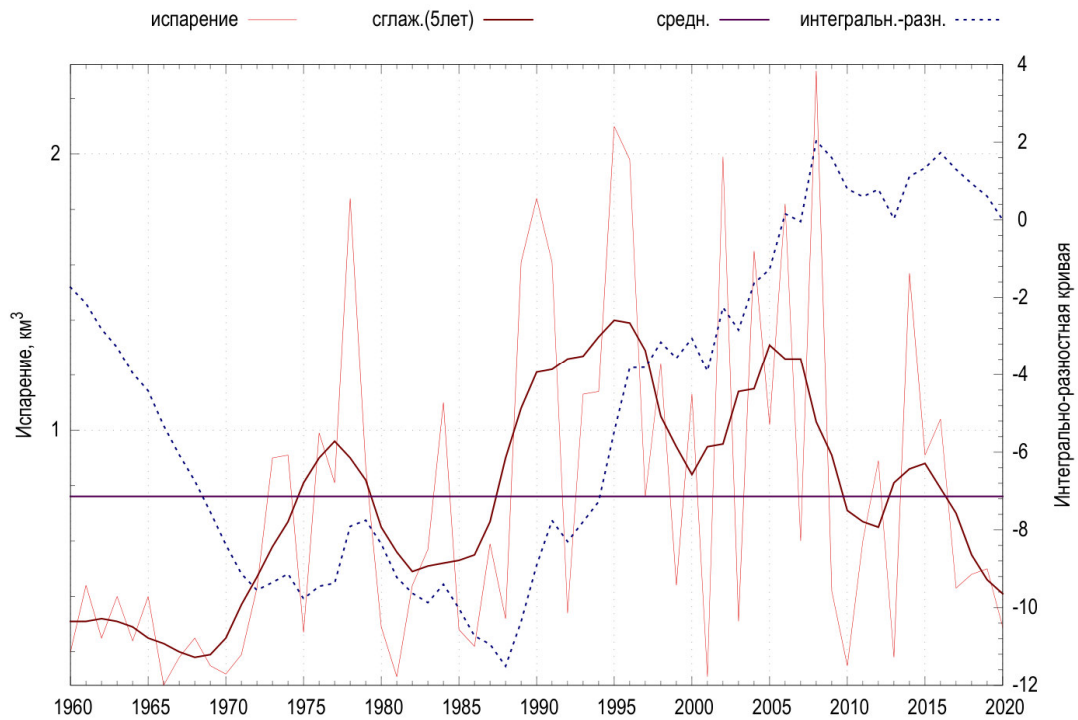


Рисунок 1 – Динамика изменения объемов испарения с поверхности озера за первый квартал

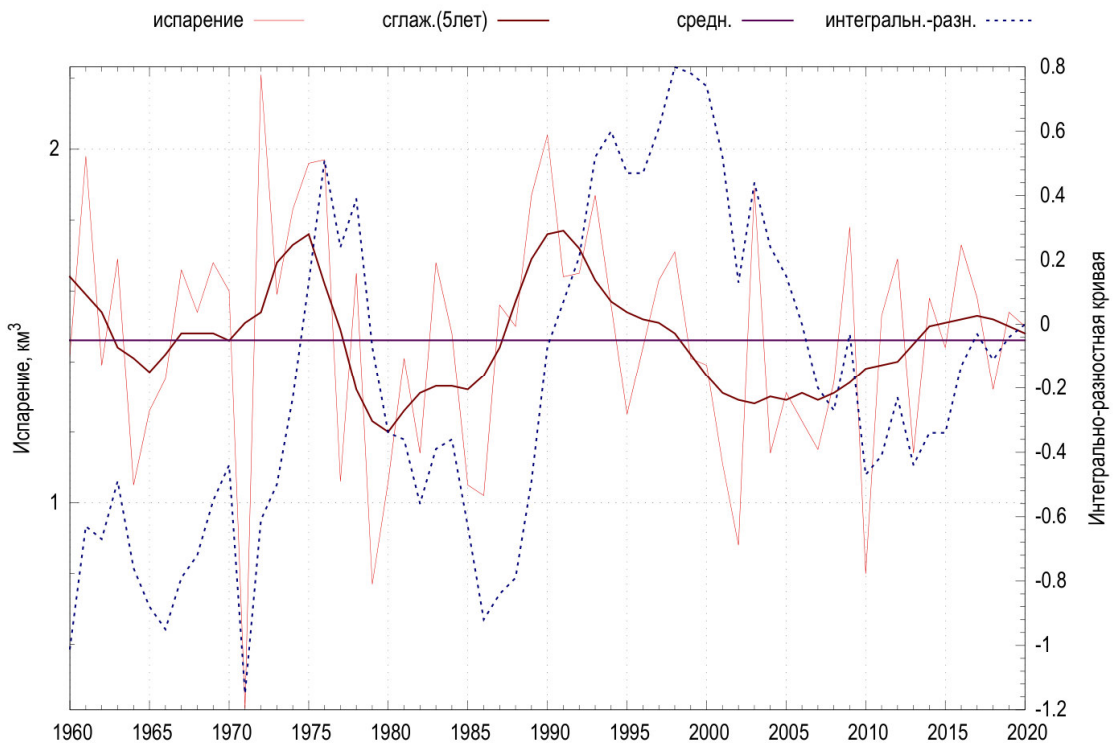


Рисунок 2 – Динамика изменения объемов испарения с поверхности озера за второй квартал

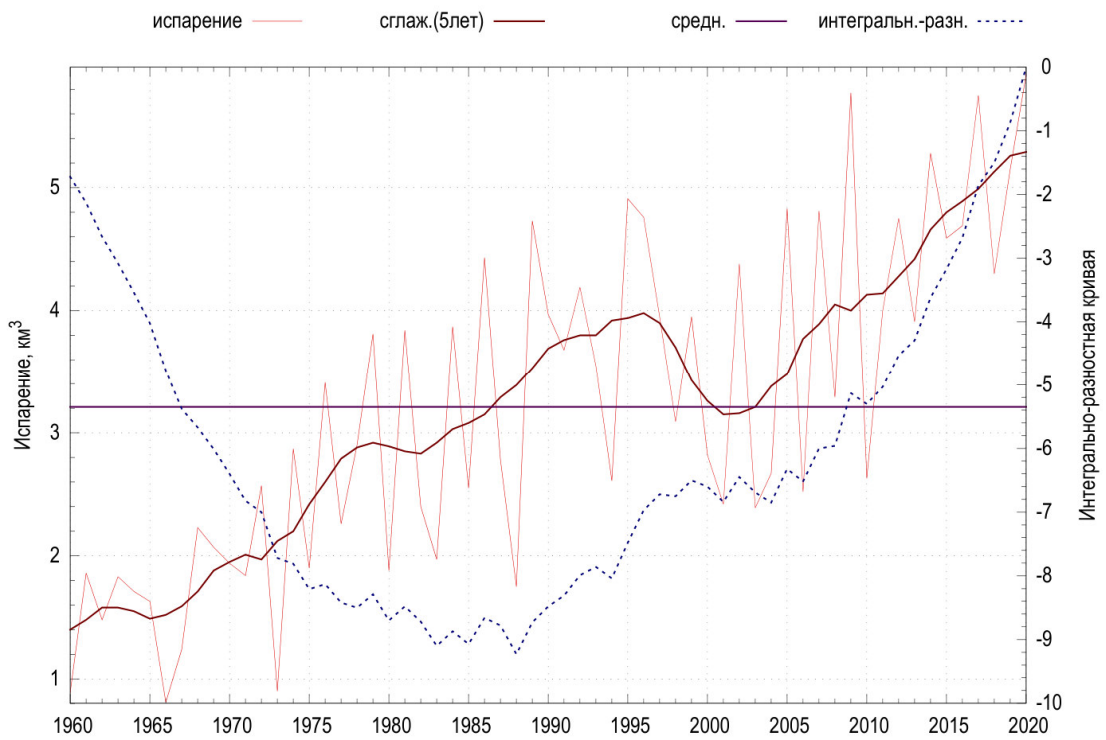


Рисунок 3 – Динамика изменения объемов испарения с поверхности озера за третий квартал

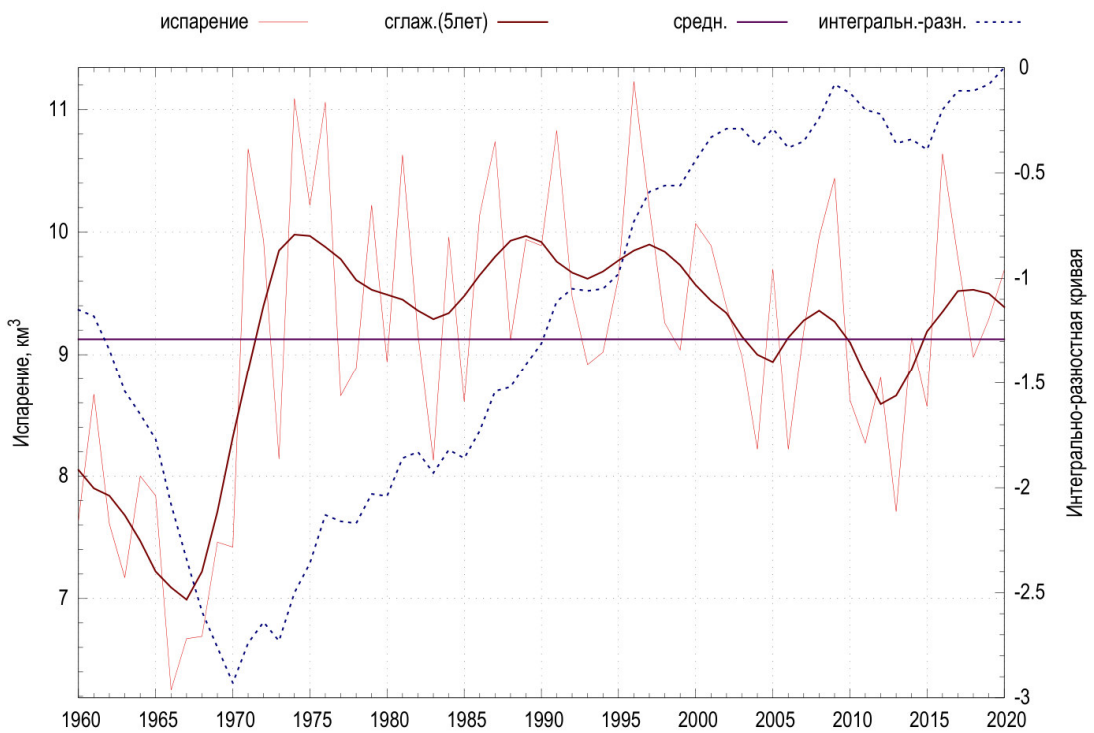


Рисунок 4 – Динамика изменения объемов испарения с поверхности озера за четвертый квартал

Сравнение статистических показателей водного баланса оз.Байкал между периодами 1971-1995 и 1996-2020гг. по кварталам

Таблица 1 - Сравнение статистических годовых показателей (км3) составляющих водного баланса между выборками I(1971-1995гг.) и II(1996-2020гг.)

показатель	Приток		Сток через ИГЭС		Полезный-1		Полезный-2		Осадки		Испарение	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
m ₁	65.93	58.19	60.9	52.8	63.03	54.79	61.04	52.9	12.13	12.4	15	15.8
Cv	0.2	0.15	0.18	0.13	0.25	0.18	0.24	0.17	0.16	0.13	0.14	0.12
Cs/Cv	0.67	2.25	-0.2	-1	1.21	1.04	1.21	-0.33	2.56	2.8	0.2	0.54
r ₁	-0.03	0.16	0.57	0.42	-0.13	0.13	-0.07	0.14	0.07	0.08	-0.2	-0.1
Обеспеченность, %	Значение, км3											
1	99.8	81.5	84.9	68.6	105.9	80.1	100.4	74	17	17.2	19.5	20.4
5	90.5	75	79.1	64.5	94.5	73.5	90	68.3	15.7	15.8	18.4	19.1
10	85.1	70.9	75.7	61.9	87.6	69.3	83.7	65	14.9	15	17.8	18.4
25	76	64.2	69.3	57.5	75.6	61.9	73.2	59.2	13.4	13.7	16.6	17.1
50	65.7	57.5	61.2	53	63.3	54.3	61.9	52.7	11.8	12.3	15.1	15.7
75	54.9	51.2	52	48.3	51.4	47	50.4	46	10.5	11.1	13.3	14.2
90	47.1	46.2	45.3	43.6	42.9	41.1	42.3	39.9	9.5	10.1	12.1	13
95	43.8	43.7	42.4	41.5	39.2	38.2	39	36.6	9	9.6	11.6	12.5
99	40.2	41	39.2	39.6	35.3	35.2	35.6	32.7	8.3	8.9	11.2	11.9
Критерии	Нарушение однородности (+) с уровнем статистической значимости 0.05											
Стьюдента	+		+		+		+		-		-	
Фишера	+		+		+		+		-		-	
Манна-Уитни	+		+		+		+		-		-	

Таблица 2 - Сравнение статистических показателей за первый квартал (км3) составляющих водного баланса между выборками I(1971-1995гг.) и II(1996-2020гг.)

показатель	Приток		Сток через ИГЭС		Полезный-1		Полезный-2		Осадки		Испарение	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
m ₁	2.88	2.96	14.43	12.72	2.79	2.94	2.62	2.87	0.75	0.9	0.84	0.91
Cv	0.21	0.12	0.2	0.15	0.22	0.2	0.27	0.24	0.21	0.28	0.73	0.72
Cs/Cv	5.27	5.22	2.25	-0.17	-1.14	-0.74	0.22	0.21	8.89	2.65	1.16	1.12
r ₁	0.73	0.02	0.06	0.36	0.21	-0.1	0.21	-0.18	-0.4	-0.41	0.33	-0.33
Обеспеченность, %	Значение, км3											
1	4.8	3.9	21.8	16.9	4.3	4.3	4.3	4.4	1.4	1.7	2.5	2.8
5	4.3	3.6	19.9	15.8	3.8	3.9	3.9	4.1	1.2	1.5	2.2	2.4
10	4	3.4	18.8	15.2	3.6	3.7	3.6	3.8	1	1.3	1.9	2.1
25	3.5	3.2	16.5	14.1	3.2	3.3	3.2	3.4	0.9	1.1	1.4	1.5
50	2.9	2.9	14	12.9	2.7	2.9	2.6	2.8	0.8	0.9	0.8	0.9
75	2.5	2.7	12	11.3	2.2	2.4	2	2.3	0.6	0.7	0.4	0.5
90	2.2	2.6	10.5	10.3	1.8	2	1.6	1.9	0.6	0.6	0.2	0.2
95	2.1	2.5	9.8	9.9	1.5	1.7	1.4	1.7	0.5	0.5	0	0.1
99	1.9	2.4	9	9.5	1.1	1.4	1.1	1.4	0.5	0.5	-0.1	-0.1
Критерии	Нарушение однородности (+) с уровнем статистической значимости 0.05											
Стьюдента	-		+		-		-		+		-	
Фишера	+		+		-		-		+		-	
Манна-Уитни	-		+		-		-		+		-	

Таблица 3 - Сравнение статистических показателей за второй квартал (км³) составляющих водного баланса между выборками I(1971-1995гг.) и II(1996-2020гг.)

показатель	Приток		Сток через ИГЭС		Полезный-1		Полезный-2		Осадки		Испарение	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
m ₁	22.24	20.85	13.9	12.8	23.72	22.46	23.07	22.15	2.96	3.02	1.49	1.41
Cv	0.2	0.14	0.18	0.13	0.21	0.16	0.18	0.14	0.27	0.31	0.29	0.2
Cs/Cv	1.57	-1.2	4.29	-0.4	0.8	-1.51	1.94	-1.35	0.07	3.78	-0.7	-0.7
г ₁	0.03	-0.03	0.23	0.18	-0.04	0.03	-0.07	-0.09	-0.11	0.31	0.05	-0.2
Обеспеченность, %	Значение, км ³											
1	33.5	27.5	21.9	16.2	36.6	29.7	33.9	29.5	4.9	6.1	2.5	2
5	30.7	25.6	19.5	15.4	33.2	27.7	30.9	27.3	4.4	5.2	2.2	1.9
10	28.8	24.5	18.2	14.9	31	26.5	29.1	26.2	4.1	4.6	2.1	1.8
25	25.3	22.7	16.2	14	27.4	24.4	26.2	24.1	3.5	3.7	1.8	1.6
50	21.6	20.5	14.1	12.8	23.4	21.7	22.7	21.8	2.9	2.9	1.5	1.4
75	18.3	18.1	12.2	11.6	19.3	18.9	19.5	19.3	2.3	2.3	1.1	1.2
90	15.8	16	10.9	10.6	16.2	16.4	17.2	17.1	1.7	1.8	0.8	1
95	14.5	14.8	10.2	10.2	14.6	14.9	16.2	15.7	1.4	1.5	0.6	0.9
99	12.8	13	9.5	9.8	12.6	12.8	14.9	13.9	1.1	1.1	0.3	0.8
Критерии	Нарушение однородности (+) с уровнем статистической значимости 0.05											
Стьюдента	-		-		-		-		-		-	
Фишера	+		+		+		-		-		+	
Манна-Уитни	-		-		-		-		-		-	

Таблица 4 - Сравнение статистических показателей за третий квартал (км³) составляющих водного баланса между выборками I(1971-1995гг.) и II(1996-2020гг.)

показатель	Приток		Сток через ИГЭС		Полезный-1		Полезный-2		Осадки		Испарение	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
m ₁	31.68	25.38	15.9	13.6	34.74	27.08	32.76	25.69	6.08	5.79	3.02	4.1
Cv	0.3	0.23	0.27	0.2	0.33	0.25	0.32	0.24	0.3	0.24	0.35	0.27
Cs/Cv	1.84	3.17	3.17	2.93	2.16	1.42	2.02	0.95	2.09	2.24	0.38	0.06
г ₁	-0.12	0.15	0.03	0.01	-0.18	0.11	-0.16	0.1	-0.1	0.21	-0.1	0.01
Обеспеченность, %	Значение, км ³											
1	60.6	44.1	28.6	19.9	70.5	48	64.6	43.5	10.9	9.9	5.6	6.6
5	51.9	38.1	25.6	18.7	59.7	41.6	55.2	38	9.8	8.7	5	6
10	47	34.7	23.7	17.9	53.5	38	49.6	35	9.1	8.1	4.6	5.7
25	39.4	30	20.1	16.3	44.1	32.6	41	30.5	7.6	7	3.8	5
50	31.3	25.3	15.7	13.2	34.1	27.1	32.3	25.8	5.9	5.9	2.9	4.2
75	24	21	12.9	11.6	25.6	21.9	24.6	21.2	4.8	4.9	2.1	3.3
90	18.8	17.6	11.1	10.7	19.5	17.6	19	17.3	4	4.2	1.4	2.6
95	16.4	16	10.4	10.3	16.6	15.4	16.3	15.4	3.6	3.9	1.1	2.4
99	13.6	13.9	9.6	9.9	12.9	12.7	12.9	13.1	3.2	3.6	0.7	2.2
Критерии	Нарушение однородности (+) с уровнем статистической значимости 0.05											
Стьюдента	+		+		+		+		-		+	
Фишера	+		+		+		+		-		-	
Манна-Уитни	+		+		+		+		-		+	

Таблица 5 - Сравнение статистических показателей за четвертый квартал (км3) составляющих водного баланса между выборками I(1971-1995гг.) и II(1996-2020гг.)

показатель	Приток		Сток через ИГЭС		Полезный-1		Полезный-2		Осадки		Испарение	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
m ₁	9.13	9	16.7	13.7	3.38	3.7	3.3	3.6	2.34	2.65	9.68	9.33
C _v	0.26	0.23	0.27	0.19	0.78	0.65	0.83	0.58	0.23	0.21	0.1	0.1
Cs/C _v	1.42	10.5	0.05	5.7	0.67	2.01	0.76	1.54	1.82	0.79	0.6	2.94
r ₁	0.45	0.05	0.29	0.24	0.39	0.07	0.45	-0.06	-0.37	-0.3	-0.2	0.23
Обеспеченность, %	Значение, км3											
1	14.5	17.7	25.3	23.2	8.1	11	9.2	8.7	3.8	4.2	11.7	11.7
5	13.3	15.1	23.5	20.4	6.7	8.2	7.8	6.9	3.4	3.7	11.2	11
10	12.5	13.1	22.5	18.8	5.8	6.5	6.9	5.7	3.2	3.5	10.9	10.6
25	10.9	11	20.5	16.4	4.1	4.3	5	3.8	2.8	3.1	10.4	9.9
50	8.9	9.4	17.3	14.2	1.6	2.5	2.4	2	2.3	2.7	9.7	9.3
75	7.2	8	12.9	12.4	-0.2	0.9	0.6	0.6	1.9	2.2	9	8.6
90	6.2	6.9	10.9	11	-1.2	-0.4	-0.4	-0.5	1.6	1.9	8.5	8.1
95	5.8	6.3	10.2	10.4	-1.6	-1.1	-0.8	-1.1	1.5	1.8	8.2	7.8
99	5.3	5.6	9.4	9.7	-2.1	-1.9	-1.3	-1.8	1.4	1.6	8	7.5
Критерии	Нарушение однородности (+) с уровнем статистической значимости 0.05											
Стьюдента	-		+		-		-		-		-	
Фишера	-		+		-		-		-		-	
Манна-Уитни	-		+		-		-		+		-	

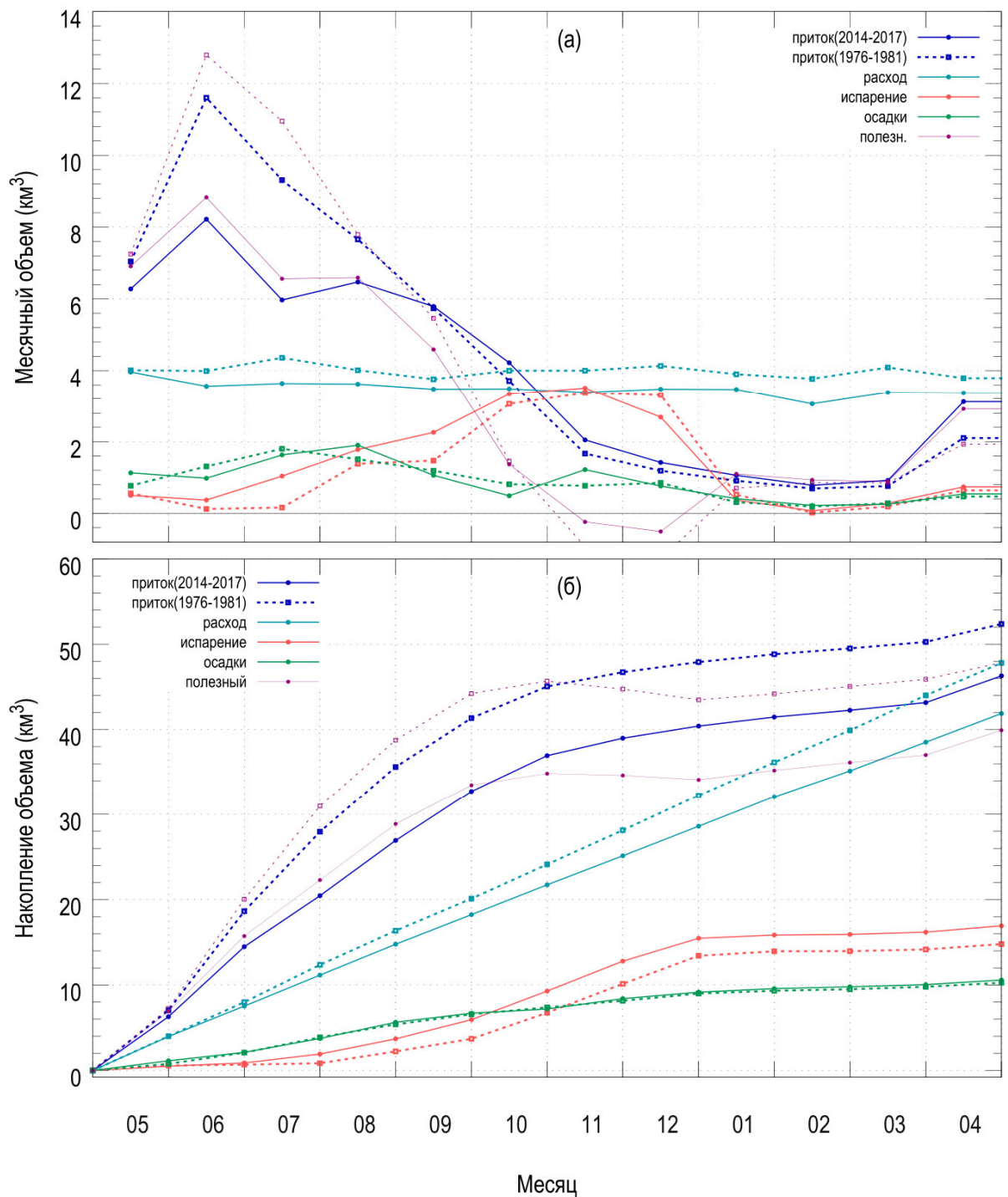


Рисунок 1 – Графики распределения составляющих водного баланса для маловодных периодов 2014-2017 гг. (сплошные линии) и 1976-1981 гг. (пунктирные линии):
 (а) Внутригодовое распределение составляющих водного баланса (для водохозяйственного года с мая по апрель за период 1976-1981 гг. и 2014-2017 гг.);
 (б) Интегральные кривые составляющих водного баланса (для водохозяйственного года с мая по апрель следующего) за период 1976-1981 гг. и 2014-2017 гг.

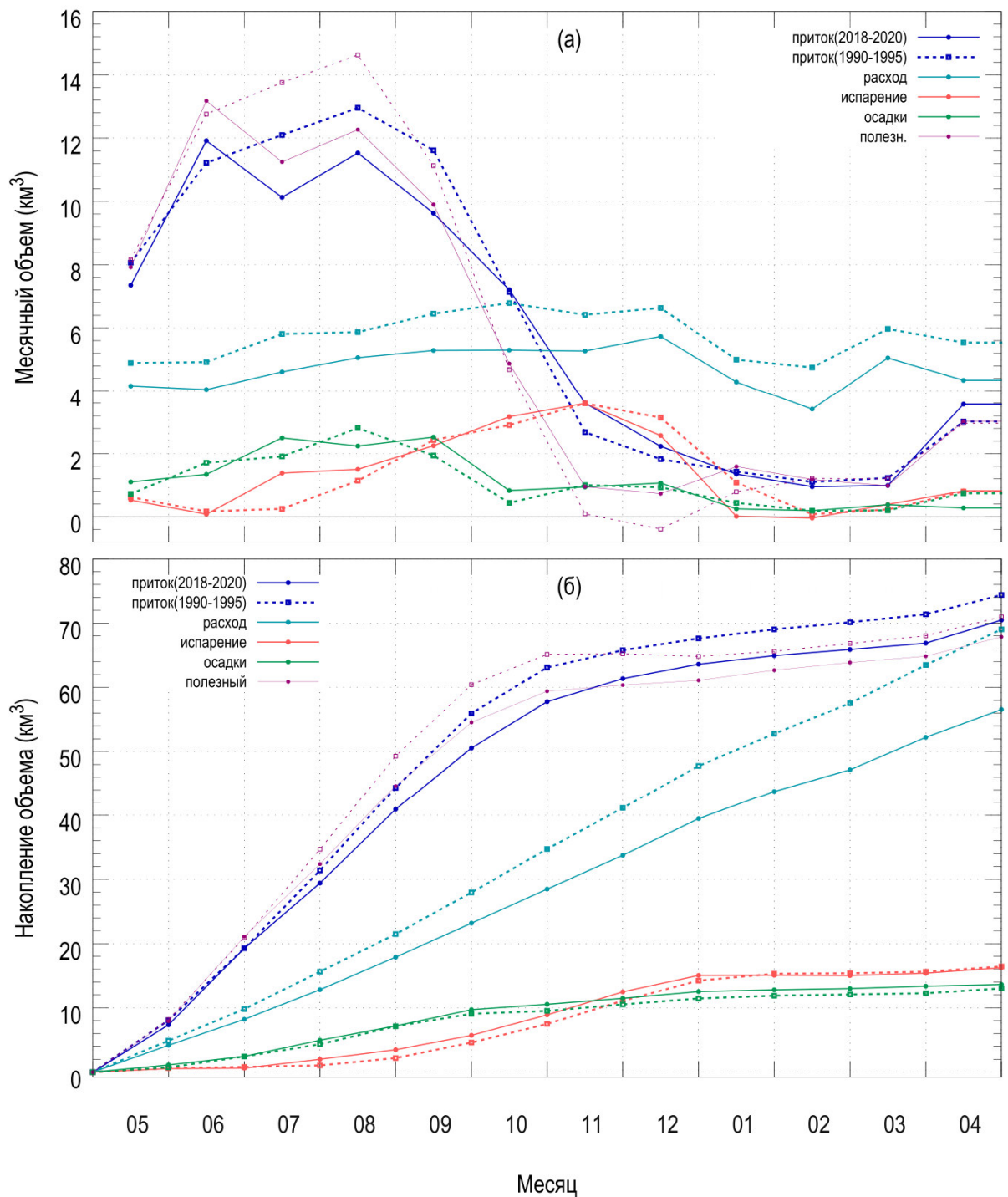


Рисунок 2 – Графики распределения составляющих водного баланса для многолетних периодов 2018-2020 гг. (сплошные линии) и 1990-1995 гг. (пунктирные линии):
 (а) Внутригодовое распределение составляющих водного баланса (для водохозяйственного года с мая по апрель за период 1990-1995 гг. и 2018-2020 гг.);
 (б) Интегральные кривые составляющих водного баланса (для водохозяйственного года с мая по апрель следующего) за период 1990-1995 гг. и 2018-2020 гг.