



## РОССИЙСКО-БЕЛОРУССКИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Биомедицина и фармакология

Генетика животных

Сельскохозяйственная генетика  
и биотехнология растений

Молекулярные биотехнологии

Биоинформатика

наука



И ТЕХНОЛОГИИ

Сибири

#### НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ СИБИРИ

Выпуск 7 — Российско-белорусские генетические технологии  
Ноябрь 2022 г.

#### Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Сибирское отделение Российской академии наук».  
630090, Россия, Новосибирск,  
проспект Академика Лаврентьева, дом 17.

#### Издатель:

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Сибирское отделение Российской академии наук».  
630090, Россия, Новосибирск,  
проспект Академика Лаврентьева, дом 17.

#### Главный редактор:

академик Валентин Николаевич Пармон.

#### Редакционный совет:

академики РАН Михаил Воевода, Николай Колчанов, Василий Фомин, Дмитрий Маркович, генеральный директор АО «Академпарк» Дмитрий Верховод, заместитель полномочного представителя Президента России в СФО Вадим Головкин, председатель Совета ректоров СФО профессор Николай Пустовой, заместитель председателя СО РАН д.ф.-м.н. Сергей Сверчков (ответственный за выпуск).

#### Редакционная группа:

Заместитель главного редактора Сергей Сверчков, Лариса Деева, Владимир Ларин, Андрей Соболевский, Татьяна Урбах, Любовь Батраева, Юлия Андреева.

#### Фото

авторов представленных материалов и из открытых источников.

#### Дизайн:

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова» ректор Багрова Наталья, арт-директор Чешева Татьяна, дизайнеры: Теряева Анна, Перегудова Вероника, Юнг Виктория, Кирпичникова Снежана.

#### Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-82311

от 03.12. 2021 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Адрес редакции: 630090, Россия, Новосибирск,  
проспект Лаврентьева, 17, каб. № 224, тел.: 8 (383) 217-45-78,  
e-mail: l.batraeva@sb-ras.ru

Отпечатано в ООО «Новосибирский издательский дом»  
630048, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 104  
Тел.: (383) 299-29-80, e-mail: knjigosibirsk@yandex.ru  
http://книгосибирск.рф/

Подписано в печать 14.11.2022

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Тираж 800 экз. Свободная цена.

Перепечатка материалов только с письменного разрешения редакции.  
Изданию присвоен номер ISSN: 2782-4969

© Сибирское отделение РАН, 2022





## обращение главного редактора

4

## экспертные статьи

6

## биомедицина и фармакология

18

# В номере

**стр. 4** Обращение главного редактора академика В. Н. Пармона

**стр. 6** Практическое использование генетических технологий в Беларуси. Опыт сотрудничества с Российской Федерацией

**стр. 11** Научное братство

**стр. 18** Метод выявления вероятности развития остеопороза с патологическими переломами

**стр. 24** Фармакогенетический подход в оценке риска лекарственных осложнений при терапии шизофрении

**стр. 28** Разработка способа количественной оценки генетической предрасположенности к развитию полигенных патологий

**стр. 31** Использование полноэкзомного секвенирования для диагностики сложных случаев в педиатрии

**стр. 35** Молекулярный тест для дооперационной диагностики узловых образований щитовидной железы

**стр. 39** Углеродминеральные сорбенты на основе оксида алюминия СУМС-1

**стр. 41** Прорывные разработки Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН в области биофармацевтики и биомедицины

**стр. 46** Способ выявления мутаций 2282del4, R501X, R2447X в гене филаггрина (FLG) при вульгарном ихтиозе и атопическом дерматите

**стр. 48** Технология молекулярно-генетической диагностики семейной гиперхолестеринемии методом таргетного высокопроизводительного секвенирования

**стр. 51** Способ выявления мутации p.L265P в гене MYD88

**стр. 53** Технология диагностики и персонализированной терапии моногенных форм сахарного диабета

**стр. 56** Технология лечения злокачественных новообразований «Каранакан»

**стр. 64** Персонализированные технологии прогноза социально значимых заболеваний человека на основе молекулярно-генетических маркеров




## генетика животных

68

**стр. 68** Центр генетических ресурсов лабораторных животных — ключевая инфраструктура в импортозамещении модельных организмов для биоиспытаний

**стр. 70** Использование генетических маркёров в животноводстве



## сельскохозяйственная генетика и биотехнология растений

78

**стр. 78** Молекулярно-цитогенетические методы, направленные на создание эффективной технологии получения гибридов тритикале и секалотритикум

**стр. 83** Молекулярная генетика злаковых и плодовых культур для решения практических вопросов в сельском хозяйстве

**стр. 87** Тест-система для экспресс-диагностики смешанных инфекций лесных древесных растений

**стр. 96** Разработка и внедрение комплекса селекционно-генетических технологий и создание на их основе сортов зерновых культур, адаптированных к различным экологическим зонам

**стр. 99** Применение биотехнологии соматического эмбриогенеза в качестве основы для программы MVF в России

**стр. 103** Биотехнология получения посадочного материала перспективных для сибирского региона сортов голубики топяной и ее гибридов



## молекулярные биотехнологии

110

**стр. 110** Производство ферментных препаратов для нужд биотехнологии

**стр. 114** Геномные биотехнологии для животноводства в Беларуси



## биоинформатика

122

**стр. 122** ANDSsystem: когнитивная система для реконструкции и анализа графа знаний (генных сетей) на основе автоматического извлечения знаний из текстов научных публикаций, патентов и фактографических баз данных

**стр. 126** ANDDigest — система семантического поиска информации в научных статьях и патентах на основе методов автоматического анализа текстов и машинного обучения

## Дорогие друзья!

Мое обращение с позиции главного редактора журнала «Наука и технологии Сибири» в этом его выпуске будет кратким. Нет смысла развернуто повторять тезисы, ставшие особенно актуальными в последние месяцы — о важности технологического суверенитета и сотрудничества в этом направлении союзных государств, России и Беларуси. Именно поэтому очередной номер нашего издания построен на материалах российско-белорусского рабочего совещания по генетическим технологиям, прошедшего в новосибирском Академгородке 9 июля сего года.

Совещание проходило в гибридном формате (с физическим и дистанционным участием) под эгидой Президиума СО РАН и Президиума НАН Республики Беларусь под председательством академика В. Н. Пармона и академика А. В. Кильчевского. На совещании были представлены сообщения по результатам исследований и разработок, относящихся к генетическим технологиям, ориентированным на сельское хозяйство, медицину, фармакологию и биотехнологии, выполненных российскими и белорусскими учеными.

Генетические исследования выдвигаются сегодня на первый план как локомотив развития всех наук о жизни (и не только!) и их практических приложений. Медицина и лекарственные средства, агро- и биотехнологии, экология и многое другое — всё это принципиально важно для человечества. Но нельзя не отметить

и другое: успехи генетики стимулируют появление новых фундаментальных направлений, таких как геномика и биоинформатика, о которых еще 15–20 лет назад говорили только как о вероятном будущем науки.

Тематика российско-белорусского рабочего совещания и, соответственно, текущего номера журнала несколько сужена и ориентирована прежде всего на скорейшее внедрение практических разработок. В докладах и статьях наших авторов — в основном то, что в горизонте нескольких лет может появиться на полях и в больницах, на лесных делянках и в аптеках, и тем самым практически содействовать укреплению технологического и экономического суверенитета России и Беларуси, долгой и полноценной жизни наших граждан.

У прошедшего недавнего совещания глубокие корни. Ученые Республики Беларусь и России долгие десятилетия сотрудничают по всему фронту фундаментальных и прикладных исследований. Общая работа координируется совместным органом — очень близко мне знакомым Межакадемическим советом РАН и Национальной академии наук Беларуси по проблемам развития Союзного государства.

Желаю читателям в Беларуси, России и других странах продуктивного знакомства с предлагаемыми материалами, профессиональных успехов и благополучия!



**С уважением,  
академик Валентин Пармон**

главный редактор издания  
«Наука и технологии Сибири»,  
Председатель Сибирского отделения РАН,  
вице-президент РАН

*С искренним уважением,  
В.Пармон*

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В БЕЛАРУСИ. ОПЫТ СОТРУДНИЧЕСТВА С РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИЕЙ



**Кильчевский  
Александр Владимирович**

заместитель Председателя  
Президиума НАН Беларуси,  
доктор биологических наук,  
профессор, академик

Генетические исследования в Беларуси входят в ряд приоритетных и выполняются в учреждениях Национальной академии наук Беларуси, Министерства здравоохранения, организациях образования. Сформированы программы для выполнения фундаментальных и прикладных генетических исследований. Достижения в области генетики позволили коренным образом изменить существующие подходы к созданию и производству сельскохозяйственной, фармацевтической и иной продукции, к решению проблем, связанных с охраной здоровья и использованием природных ресурсов.

## Сельское хозяйство

В Институте генетики и цитологии НАНБ при взаимодействии с селекционерами разработан пакет ДНК-маркеров для маркер-сопутствующей селекции (МАС) сортов целевого назначения 15 сельскохозяйственных культур (пшеница, тритикале, рожь, картофель, томат, люпин, перец, капуста, рапс, подсолнечник, соя, кукуруза, яблоня, груша, лисохвост луговой), что позволило

перейти к комплексному анализу генов хозяйственно ценных признаков (таблица 1, рисунок 1).

В практику сельского хозяйства внедрена технология генетической паспортизации племенных сельскохозяйственных животных с целью подтверждения их происхождения, выявления носительства неблагоприятных аллелей генов, детерминирующих хозяйственно полезные признаки. Разработаны техноло-



## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОИСКУ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ДЕТЕРМИНАНТ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ

С/х культура	Хозяйственно полезный признак
Картофель	устойчивость к болезням (фитофтора, X-, Y-, L- вирусы) и вредителям (нематода)
Томат	содержание каротиноидов, длительность хранения плодов, устойчивость к кладоспориозу, фузариозу, нематоде, окраска плодов
Перец сладкий	содержание каротиноидов, длительность хранения плодов, окраска плодов
Пшеница	твердозерность, хлебопекарные качества, устойчивость к бурой ржавчине, короткостебельность, устойчивость к предуборочному прорастанию, масса зерна и др.
Тритикале	короткостебельность, устойчивость к предуборочному прорастанию, хлебопекарные качества
Яблоня, груша	сроки созревания и хранения плодов; устойчивость к парше, мучнистой росе, красногалловой яблонной тле
Рапс	содержание жирных кислот в семенах, устойчивость к альтернариозу
Соя	фотопериодическая реакция
Ячмень	пивоваренность
Лен	низколиноленовость
Капуста	самонесовместимость, устойчивость к болезням (сосудистый бактериоз, кила)
Люпин	нерастрескиваемость бобов, проницаемость оболочки семян, пониженное содержание алкалоидов, устойчивость к антракнозу

гии выявления предпочтительных генотипов свиньи домашней для повышения плодовитости, мясных и откормочных качеств, генотипов КРС для селекции на молочную продуктивность, содержание жира и белка в молоке. Разрабатываются и используются ДНК-маркеры для идентификации различных видов рыб, в частности осетровых, лососевых и угревых.

### Лесное хозяйство

В области генетики лесных видов проводятся исследования по сохранению и воспроизводству лесных генетических ресурсов, генетическим основам селекции и семеноводства, а также изучению генетики болезней и вредителей лесных культур для разработки эффективных мер борьбы.

### Охрана природы

В области природоохранной деятельности развиваются методы баркодинга для генетической идентификации редких и исчезающих видов растений и животных, а также инвазивных видов, представляющих угрозу для экосистемы. В Научно-практическом центре по биоресурсам создан генетический банк дикой фауны, включающий более 8700 биопроб от диких животных 300 видов. В Центральном ботаническом саду разработана маркерная система паспортизации таксонов, ассоциированная с кодирующими регионами генома.

### Микробные биотехнологии

В Институте микробиологии секвенированы и аннотированы геномы ряда грибов, бактерий

и вирусов. С помощью техники рекомбинантных ДНК созданы бактериальные штаммы-суперпродуценты нуклеозид-фосфорилаз, которые использованы при производстве лекарств для лечения лейкозов (Лейкладин, Флударабел) и рассеянного склероза (Лейковир).

### Генетика человека

В Институте генетики и цитологии совместно с учреждениями Минздрава разработаны методы генетического тестирования предрасположенности к различным заболеваниям. Генетические паспорта получили более 20 тысяч жителей Беларуси и 22 других стран. Такая услуга является основой для развития персонифицированной медицины. Выполняются исследования по фармакогенетике человека, разработаны и внедрены методики оценки устойчивости/чувствительности к ряду лекарств (клопидогрел и варфарин при лечении тромбозов, интерферон и рибавирин при лечении гепатита С и др.).

Разработаны программы генетического тестирования в спорте для отбора и профилизации перспективных спортсменов, оценки риска профпатологии. Протестировано более 500 представителей 32 олимпийских и национальных команд Беларуси.

Проводятся исследования особенностей генома и микробиома долгожителей Беларуси.

Таким образом, фундаментальные исследования в области генетики (геномики) позволяют выстроить инновационный цикл геномных биотехнологий от постановки научной задачи до решения производственной или социальной проблемы. Области применения геномных технологий в Беларуси представлены на рисунке 2.

Для обеспечения эффективности инновационного цикла в Институте генетики и цитологии созданы следующие структуры:

На основе изучения генетики хозяйственно-ценных признаков томата разработаны и апробированы молекулярные маркеры ценных аллелей хозяйственно-ценных признаков у томата для повышения эффективности селекционного процесса:

- 17 маркеров, связанных с накоплением флавоноидов и каротиноидов, а также окраской плода (rin, nor, norA, at, t, og, og<sup>c</sup>, B, gf-3, gf-5, hp-1, hp-2<sup>dg</sup>, u/U, gs, Y/y, Ant1/ant1);
- 4 маркера формирования габитуса Sp/sp, d, bl, ls;
- 16 маркеров устойчивости к патогенам I-2, I-3, Mi 1.2, Cf-2, Cf-4, Cf-5, Cf-9, Ph-2, Ph-3, Ve, Tm1, Tm2, Tm2<sup>2</sup>, Ty-3;
- Маркер к аллелю функциональной мужской стерильности ps2.



Гибриды с высоким накоплением различных форм ликопина (транс- и цис-формы) и антоциана:



Бурштын



Беларуски малинавы



Блэк бриллиант



Дзівосны  
(год включения в реестр – 2020)

Ген ps2 (positional sterile) детерминирует нерастрескиваемость пыльников – функциональную мужскую стерильность пыльцы, в результате не происходит самоопыления (Б), что удобно при гибридизации (А).

Рис. 1. Маркер-сопутствующая селекция томата.

- Республиканский Банк ДНК человека, животных, растений и микроорганизмов (более 15 тысяч образцов, присвоен статус Национального достояния);
- Республиканский центр геномных биотехнологий (имеет широкую область аккредитации в анализе генов организмов).

### Республиканский центр изучения микробиома

Примером успешного сотрудничества генетиков Российской Федерации и Беларуси является выполнение программы Союзного государства «Разработка инновационных геногеографических и геномных технологий идентификации личности и индивидуальных особенностей человека на основе изучения генофондов регионов Союзного государства (ДНК-идентификация)». Срок исполнения — 2017–2021 годы. Ответственный исполнитель российской части программы — Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН, белорусской части — Институт генетики и цитологии НАН Беларуси.

Цель программы — разработка для применения в криминалистике и медицине инновационных ДНК-технологий мирового уровня, позволяющих повысить эффективность обеспечения безопасности граждан Союзного государства. В рамках белорусской части программы выполнялись 10 мероприятий.

Разработана технология определения вероятной внешности (цвет глаз, цвет волос) неизвестного индивида по характеристикам его ДНК, превосходящая западноевропейскую систему Hiris Plex. Создана методика определения вероятного возраста индивида по образцу его ДНК из биологического следа с точностью 3–4 года. Сотрудниками Института генетики и цитологии разработана технология характеристики психоэмоционального статуса личности индивида по его ДНК. Создана база данных по ДНК-маркерам широко распространенных заболеваний (сердечно-сосудистых, эндокринных, аутоиммунных, костно-мышечных, онкологических и некоронарогенных заболеваний сердца).

Сотрудниками Комитета судебных экспертиз разработаны ДНК-технологии определения



Рис. 2. Области применения геномных технологий в Беларуси.

наиболее вероятного этногеографического происхождения и популяционной принадлежности неизвестного индивида. Изучены генетические и демографические параметры населения г. Минска, разработана методика формирования криминалистических баз данных для целей ДНК-идентификации, выполнен прогноз динамики генофонда мегаполиса с учетом его полиэтнического состава.

Результаты исследований белорусских генетиков нашли применение в криминалистической и медицинской практике.

В настоящее время ведется разработка новой программы Союзного государства «Разработка инновационных технологий генетической идентификации криминалистически значимых биологических объектов для повышения эффективности раскрытия преступлений (ДНК-идентификация-2)». Цель программы – разработка и проверка на практике инновационных технологий генетической идентификации криминалистически значимых биологических объектов для повышения эффективности раскрытия преступлений, а также разработка и выпуск (импортозамещение) наборов реагентов, применяемых в криминалистике.

#### Задачи программы:

1. Разработка инновационных геномных технологий и наборов реагентов для идентификации индивида на основании эпигеномного определения его образа жизни (алкоголизм, курение, наркомания).

2. Разработка технологий генетической идентификации происхождения древесины и лесного растительного материала с целью определения незаконной вырубki и продажи леса.
3. Разработка методик и технологий ДНК-идентификации видов рыбы и водных беспозвоночных для борьбы с незаконной добычей и фальсификацией пищевой продукции.
4. Разработка методик и технологий видовой ДНК-идентификации животных с целью борьбы с браконьерством и фальсификацией пищевой продукции.
5. Разработка методик и технологий ДНК-идентификации растений и грибов, в том числе содержащих наркотические, психотропные и ядовитые вещества, по фрагментам растительной ткани и пыльце для решения задач криминалистического характера.
6. Разработка метагеномной технологии определения микробиомов человека и почвы для решения задач судебной экспертизы.

Выполнение союзных программ позволяет повысить уровень генетических исследований, укрепить научные связи между нашими странами, обеспечить творческий рост научной молодежи, в конечном итоге решить важные народнохозяйственные задачи Союзного государства ■



# НАУЧНОЕ БРАТСТВО



**Пармон  
Валентин Николаевич**

вице-президент РАН,  
председатель СО РАН,  
академик РАН

**Взаимодействие академий, исследовательских институтов, отдельных коллективов и ученых России и Беларуси можно формально лишь назвать международным: речь идет об очень плотном, открытом и продуктивном сотрудничестве, продолжающемся уже многие десятилетия. Его потенциал сегодня раскрыт далеко не полностью, тем более что геополитическая обстановка требует новых подходов к реализации совместных программ и проектов на благо наших стран.**

Научный мост «Сибирь - Беларусь» непредставим без моста исторического, культурного, личностного. История и культура белорусов в Сибири стали тематикой ряда гуманитарных исследований. Ссылные и переселенцы царских времен, романтики и жертвы советской эпохи с белорусскими корнями вливались в сибирский «плавильный котел». Этническими белорусами являются многие известные ученые, включая председателя Сибирского отделения АН СССР/РАН с 1980 по 1997 годы академика Валентина Николаевича Коптюга, знаменитого геолога Андрея Алексеевича Трофимука, ныне здравствующего академика Геннадия Викторовича Саковича, автора этих строк и многих других.

Сегодня сотрудничество Сибирского отделения РАН с Нацио-

нальной академией наук Беларуси активно осуществляется в рамках совместных интеграционных проектов, обмена учеными и специалистами, участия в двухсторонних и многосторонних научных мероприятиях. Важной формой научного взаимодействия является ежегодная Премия имени академика В. А. Коптюга, утвержденная 25 июня 1998 года, которая вручается поочередно НАН Беларуси и СО РАН смешанным научным коллективам за выдающиеся достижения в области науки и техники. Так, в 2022 году эта премия была присуждена за цикл работ «Мощные сверхвысокочастотные фотодиоды на основе полупроводниковых гетероструктур АЗВ5 для систем радиофотоники», выполненных в Институте физики полупроводников им. А. В. Ржанова

СО РАН и Научно-производственном объединении «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника» в структуре НАНБ.

Анализ тематики премиальных работ за почти четверть века без труда обозначает основные направления сотрудничества сибирских и белорусских ученых. И у нас, и в союзной стране развиты практически все отрасли фундаментальных и прикладных исследований, но есть зоны особого сближения. Это исследования полярных регионов по проблематике экологии и изменения климата (кстати, для научного сообщества Беларуси традиционен интерес и к Арктике, и к Антарктиде); развитие агробιοтехнологий и современной медицины на основе достижений генетического направления; технологии электротранспорта (транспортные средства, накопители энергии, инфраструктура зарядных станций); IT-технологии и искусственный интеллект; высокие технологии химии, нефтехимии и лесохимии; использование минерально-сырьевых ресурсов для создания наукоемких производств (особо выделяю новые материалы для микро- и наноэлектроники). Вызовы последних лет актуализировали совместные исследования и разработки в области вирусологии и систем прогнозирования распространения инфекций, а также усилия по отработке и международной сертификации приемлемых для России и Беларуси

стандартов мониторинга, оценки и секвестра карбонового следа.

Есть совместные начинания, в которых сказывается «эффект рукопожатия». В первую очередь назову стратегически важный проект по созданию новых обрабатывающих инструментов на основе абразивных материалов из поликристаллических алмазов Попигайского кратера в сибирском Заполярье. Эти алмазы являются уникальным последствием соударения Земли и упавшего на нее крупного астероида и известны уже несколько десятилетий. В распоряжении россиян оказалось сырье с уникальными же режущими и абразивными свойствами — такого нет нигде в мире. Но от сырья до материала и тем более до инструмента лежит неблизкий и нелегкий путь. Сибирские геологи знают всё о месторождении, но техническое использование попигайских алмазов, дающее кратное увеличение производительности и стойкости инструмента, — это разработки наших белорусских коллег. Необходимость развития сотрудничества СО РАН и НАНБ в этом проекте совершенно очевидна, и она должна будет только нарастать по мере приближения к взаимодействию с промышленностью.

Другой также изначально сибирский проект — источник синхротронного излучения поколения 4+ СКИФ, строительство которого уже ведется в наукограде Кольцово вблизи Новоси-



Бульба — визитная карточка белорусского агропрома

бирского Академгородка. Если говорить простыми словами, создается гигантский мультимикроскоп, позволяющий изучать объекты не только с молекулярным, но и с атомным разрешением. «Предметные стекла» этого «микроскопа» — рабочие станции, одна из которых должна быть предназначена для совместных исследований российских и белорусских ученых. Будем надеяться, что уже с 2025 года эти работы стартуют и в перспективе принесут весомые научные плоды.

С другой стороны, в Беларуси под руководством Национальной академии наук инициированы проекты, в которые по мере их реализации включаются компетенции сибирских ученых. Это уже упоминавшийся электротранспорт: недавно на российско-белорусском форуме в Гродно продемонстрировали самосвал БелАЗ с гибридной силовой установкой. По белорусским городам ездят электробусы, которые даже экспортируются в другие страны, разработана линейка малых электротранспортных средств. В институтах Сибирского отделения РАН есть продвижение по литий-ионным и другим системам запаса энергии, поэтому можно говорить о перспективах создания новых образцов такой техники с принципиально большей, чем сегодня, энергоэффективностью. Белорусские ученые принимают активное участие в разработке

и создании новых лекарственных субстанций для медицинских препаратов. Благодаря их трудам получено множество лекарственных средств, которые служат не только эффективной альтернативой зарубежным аналогам, но и представляют собой уникальные продукты. В Сибири тоже ведутся работы по достаточно широкой линейке лекарств и медицинских препаратов — в условиях жестких санкций следовало бы договориться о четком разделении труда, чтобы как можно скорее российской и белорусской номенклатурой закрыть дефицит некоторых импортных позиций.

Я осознанно почти не останавливаюсь на возможностях объединения усилий ученых двух стран в области молекулярной биологии и генетики (в самом широком ее понимании), поскольку ниже вы ознакомитесь с конкретным материалом, представленным на июльском российско-белорусском рабочем совещании. Отрадно, что на нем прозвучал совместный доклад о молекулярно-цитогенетических методах создания гибридов злаковых культур: его подготовила команда специалистов из Института генетики и цитологии НАНБ и Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН. Но ни одна, ни несколько отдельных «ласточек» в этом направлении еще не делают погоды на научно-технологическом ландшафте. Полностью поддерживаю предложение недавно



Выставка технологических достижений под эгидой Союзного государства России и Беларуси, Минск

избранного академиком директора ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» Алексея Владимировича Кочетова о создании единого российско-белорусского банка генетических данных. Перспективной видится и другая ниша для сотрудничества: расширение расположенного в Якутске в толще вечной мерзлоты подземного криохранилища для размещения там коллекций биологического материала двух стран — прежде всего семян. За вполне обозримое время там может быть создана уникальная коллекция, дублирующая, а затем и превосходящая ту, что находится в более рискованных для хранения биоматериала условиях вавилонского ВИРа.

К сожалению, вынужден констатировать, что потенциал синергии от объединения усилий ученых России и Беларуси используется далеко не в полной мере. Это констатировалось обеими сторонами неоднократно — в частности, на заседании Межакадемического совета (МАС) по проблемам развития Союзного государства в августе прошлого года. Первопричина — многолетний «недострой» самого СГ как руководящего и координирующего органа межгосударственной интеграции, следствием которой должна была бы стать реальная межакадемическая и технологическая интеграция. Да, есть осознанное намерение строить единое научно-технологическое пространство, но пока что это «стройка без реальной проектной документации». Как верно заметил член Постоянного комитета Союзного государства Алексей Александрович Кубрин, концепции такого пространства у нас до сих пор нет: в лучшем случае мы пытаемся поддержать ранее инициированные отдельные программы и проекты.

Их инициирование и тем более реализацию тормозят как минимум два фактора. И оба относятся к нормативной базе. Даже если бы бюджет Союзного государства был в разы больше сегодняшнего, в регламентах этого образования не прописаны (помимо участия в ограниченном списке общих программ) механизмы межгосударственной и межведомственной бюджетной консолидации. А именно она необходима для воплощения в реальность таких масштабных и структурно сложных проектов, как тот же попигайский. Его невозможно «поднять» без привлечения государственных и частных инвестиций с российской и белорусской сторон, причем в разных пропорциях на различных этапах развития — доразведки, доисследования свойств наноалмазов, получения опытных образ-

цов и так далее, вплоть до выхода на мировые рынки. Если не будут найдены и легализованы инструменты привлечения ресурсов различной принадлежности для таких прорывных мегапроектов, они так и останутся в области мечтаний. Не столь глобальные, но стратегически важные проекты также могли бы стартовать быстрее и в большем количестве. К примеру, объединение «Белнефтехим» изредка контактирует с ФИЦ «Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН» по ряду актуальных направлений, но перейти от информационного обмена к совместным исследованиям можно только на основе легитимного финансирования работ заинтересованным партнером.

Единая эффективная нормативная база в рамках Союзного государства требуется для решения не только основополагающих финансовых вопросов, но и всех остальных, не менее важных. Например, требуется унифицировать технологические ГОСТы, другие стандарты и регламенты. К сожалению, мы до сих пор сначала пишем нормативную базу на уровне каждой из наших стран, а потом пытаемся гармонизировать уже принятое. Правда, частичный прогресс достигнут во взаимодействии НАНБ и «Роскосмоса»: утверждено несколько десятков нормативных документов по общей стандартизации, выполняется совместная программа работ.

РАН и ее Сибирское отделение, Национальная академия наук Беларуси не ждут, сложа руки, пока кто-то доведет до совершенства нормативную базу Союзного государства в сфере науки и технологий. Двухсторонняя рабочая группа приступила к составлению проекта документа стратегического планирования «Основы политики Союзного государства в области формирования единого научно-технологического пространства» с последующим внесением на рассмотрение Постоянного комитета СГ.

Работа по достройке нормативной базы Союзного государства, тем более стратегического уровня — процесс длительный и многоступенчатый, поэтому параллельно могут быть реализованы другие инициативы по углублению интеграции. В 2020 году Российский фонд фундаментальных исследований обратился в секретариат Союзного государства с предложением сформировать программу СГ по фундаментальным исследованиям. Это предложение поддержано НАНБ, РАН, Министерством образования и науки РФ, в настоящее время идет работа над подготовкой концепции такой программы. Параллельно с этим рассма-



тривается возможность участия НАНБ и ее институтов в российских комплексных научно-технологических проектах (КНТП) по семи приоритетным направлениям Стратегии научно-технологического развития России.

Помимо сессий МАС площадкой для обсуждения и отработки управленческих решений в сфере научно-технологического сотрудничества двух стран стали форумы регионов Беларуси и России. В июне-июле 2022 года в Гродно прошел уже девятый по счету, с широким представительством РАН. Впервые такое мероприятие проводится в обстановке беспрецедентного экономического давления на Россию и Беларусь, что еще плотнее сблизило наши государства. Накануне премьер-министр Белоруссии Роман Александрович Головченко сообщил, что Минск и Москва согласовали взаимные шаги по импортозамещению, формированию новой логистики и комплексных мер поддержки всех отраслей экономики, и назвал обновленное количество союзных программ — 28. Но даже если бы все они относились к науке и высоким технологиям, этого было бы мало! Внешний прессинг требует срочной интенсификации нашего сотрудничества и одновременно его переформатирования, быстрого удаления бюрократических ограничений и перегородок. Причем эта реконструкция должна коснуться не только Союзного государства как особой институции, но и всего контура возможных прямых взаимодействий на всех горизонталях.

Проще говоря, тот же Институт катализа СО РАН должен работать с белорусскими научными и промышленными партнерами ровно на таких же основаниях, что и с российскими.

В заключение хотел бы вспомнить, как совсем недавно, в 2019 году, мы с белорусскими коллегами планировали провести очередную сессию МАС в культовом, можно сказать, для сибирских ученых месте — на алтайском стационаре «Денисова пещера». Здесь были обнаружены останки нашего предка, принадлежавшего к ранее неизвестному виду, который получил название *Homo sapiens altaiensis* или Денисовский человек. Это открытие, произведшее революцию в представлениях о становлении нынешней человеческой цивилизации, было непредставимо без двух важнейших предпосылок: секвенирования ДНК и международного сотрудничества.

Пандемия ковида, а затем резкое обострение военно-политической обстановки отсрочили проведение сессии МАС на Алтае. Однако генетические науки в фокусе объединения российско-белорусских компетенций не прекратили движения вперед и, в частности, стали темой номера журнала «Наука и технологии Сибири», который вы держите перед собой. Что же касается встречи ученых двух стран в точке глобального для истории человечества открытия — уверен, она обязательно состоится ■



Здание президиума  
Национальной академии наук  
Беларуси в Минске