



**Институт математики  
им. С.Л. Соболева СО РАН**



*Соболев*

Институт основан в 1957 г. выдающимся ученым XX столетия **Сергеем Львовичем Соболевым** (1908-1989), внесшим фундаментальный вклад в развитие современной теории уравнений с частными производными и математической физики, функционального анализа, теории функций и вычислительной математики.

# ИМ СО РАН



В Институте математики им. С.Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук работает около 300 научных сотрудников.

Среди них 6 академиков и 3 члена-корреспондента РАН, 114 докторов и 149 кандидатов наук.

# Директора ИМ СО РАН

1957–1983 – академик **С.Л. Соболев**, награжден Золотой медалью АН СССР им. М.В. Ломоносова и Звездой Героя Социалистического Труда, семью орденами Ленина, лауреат четырех государственных премий СССР

1984–1986 – и. о. директора академик **С.К. Годунов**, лауреат Ленинской премии, лауреат премии М.А. Лаврентьева

1986–2002 – академик **М.М. Лаврентьев**, лауреат Ленинской премии, государственной премии СССР

2002–2011 – академик **Ю.Л. Ершов**, лауреат государственной премии СССР, премии М.А. Лаврентьева

2011–н.в. – академик **С.С. Гончаров**, лауреат премии правительства РФ, премии М.А. Лаврентьева

# Основные научные направления ИМ СО РАН:

- алгебра, теория чисел и математическая логика
- математический анализ, дифференциальные уравнения и математическая физика
- геометрия и топология
- дискретная математика, информатика и математическая кибернетика
- вычислительная математика
- математическое моделирование и методы прикладной математики
- теория вероятностей и математическая статистика
- теоретическая физика элементарных частиц и атомного ядра

# Задачи календарного планирования с ограниченными ресурсами

- В задачах этого класса рассматривается конечный горизонт планирования, обычно от одного месяца до года, в течение которого требуется выполнить заданный список работ. К таким работам могут относиться: бурение скважин и их обустройство, прокладка коммуникаций, ремонтные работы на трубопроводах и др. Каждая работа может состоять из нескольких частей разной продолжительности, с разными технологическими требованиями.

# Задачи календарного планирования с ограниченными ресурсами

- Работы могут быть связаны между собой условиями предшествования и ограничениями на ресурсы, например, ограниченное число специализированных бригад. При составлении расписаний и календарного плана выполнения работ требуется оптимизировать один или несколько критериев, например, максимизировать суммарную прибыль, минимизировать издержки и т.п.

# Задачи календарного планирования с ограниченными ресурсами

- Для задач данного класса удастся построить математические модели принятия оптимальных решений, учитывающие специфику и технологические ограничения заказчика. Эти задачи, как правило, не поддаются точному решению коммерческими пакетами типа CPLEX и GUROBI. В ИМ СО РАН для решения указанного класса задач разработаны оригинальные эффективные методы оптимизации, позволяющие проводить многовариантные расчеты в режиме реального времени.



# Эффективный мониторинг протяжённых объектов с помощью беспроводных сенсорных сетей

- Протяжённые объекты, такие как границы, дороги, трубопроводы и т.п. часто называют *барьерами*. К задачам эффективного барьерного мониторинга относят проблемы покрытия этих объектов. Для каждого сенсора определена некоторая зона, в пределах которой он собирает информацию. Если объект находится в зоне действия сенсора, то говорят, что сенсор *покрывает* этот объект. Зачастую в качестве зоны покрытия сенсора рассматривают круг, в центре которого находится сенсор. Но такими зонами могут быть эллипсы, секторы и др.

# Эффективный мониторинг протяжённых объектов с помощью беспроводных сенсорных сетей

- Потери энергии сенсора на мониторинг пропорциональны покрытой им площади. Кроме того, потери энергии мобильного сенсора пропорциональны длине пройденного пути. Собранные сенсорами информация агрегируется в некотором центре принятия решений путём передачи данных по рёбрам коммуникационной сети. Энергоэффективность этой сети зависит от мощностей передатчиков, а время агрегации данных от длины расписания передачи, в котором учитываются технические ограничения (в частности, интерференция радиоволн).

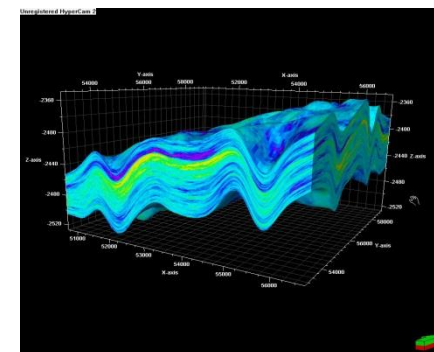
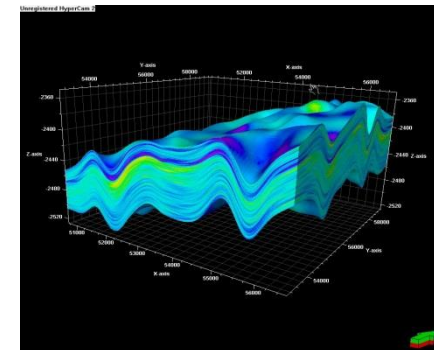
# Эффективный мониторинг протяжённых объектов с помощью беспроводных сенсорных сетей

- Для эффективного мониторинга протяжённых объектов (в частности, нефте- и газопроводов) необходимо решать целый спектр комбинаторных экстремальных задач и задач вычислительной геометрии. Решение этих задач позволит определить оптимальный состав, размещение и функционирование систем мониторинга протяжённых объектов, что позволит своевременно выявлять аварии, несанкционированные врезки, диверсии и т.д.

# Топологические характеристики нефтяных коллекторов

*Опыт сотрудничества  
с ООО «РН-УфаНИПИнефть»:*

- Разработка алгоритмов вычисления топологических характеристик нефтяных коллекторов, отвечающих за связанность и степень расчлененности
- Разработка алгоритма пространственной корреляции скважин



Цифровые модели пласта, полученные спектральным методом (сверху) и последовательным гауссовым моделированием (снизу)

# Топологические характеристики нефтяных коллекторов

*Возможные направления дальнейших работ:*

- **Создание технологии интерпретации сейсмических данных** с использованием методов обработки изображений и машинного обучения, с привлечением данных ГИС и исследований керна.
- **Разработка алгоритмов** для оценки физических, емкостных и транспортных свойств пород, проведения предсказательного моделирования для выбора метода и режимов интенсификации добычи и разработки месторождений углеводородов по данным микротомографии керна.

# Применение сплайнов для определения скоростной характеристики среды по данным сейсмического профилирования

- Разработан оригинальный метод решения обратной кинематической задачи об определении скоростной характеристики среды по данным вертикального сейсмического профилирования. Метод основан на комбинированном использовании уравнения эйконала и сплайновых методов аппроксимации функций многих переменных. Задача о восстановлении скоростной характеристики среды в окрестности скважины решается в предположении горизонтально-слоистого строения среды, но никаких предположений о количестве слоев и их толщине не делается.

# Применение сплайнов для определения скоростной характеристики среды по данным сейсмического профилирования

- Численные эксперименты на модельных и реальных данных демонстрируют высокую эффективность предложенного метода. Оригинальность предложенного метода заключается в том, что для получения решения обратной кинематической задачи не требуется многократного решения прямой задачи о распространении сигнала в слоистой среде с последующей минимизацией функционалов, характеризующих отклонение полученных времен первого вступления сейсмического сигнала от источников возбуждения.

# Проблема повышения отдачи нефтяных пластов

- Трудность решения проблемы заключается в том, что в трещиноватых зонах коллекторов формируются водонефтяные слоистые структуры, которые блокируют транспортную структуру коллекторов. В связи с этим возникает необходимость исследования подобных структур и анализа возможных способов воздействия на них с целью их разрушения.



# Проблема повышения отдачи нефтяных пластов

- В ИМ СО РАН была изучена возможность обеспечить воздействие на слоистые структуры со стороны внешнего электрического поля. Были выполнены задачи:
- 1. Была исследована возможность создания ударных волн в слоистых структурах в присутствии электрического тока. Математически было доказано, что для линейной модели существуют примеры некорректности типа примера Адамара. Это доказывает неустойчивость ударных волн в слоистых структурах в линейном приближении в рамках исследуемой модели.

# Проблема повышения отдачи нефтяных пластов

- 2. Была исследована возможность организации электродинамической неустойчивости в слоистых структурах при наличии переменного электрического тока малой амплитуды. Для математической модели в линейном приближении были получены частные решения, бесконечно возрастающие со временем, что иллюстрирует неустойчивость слоистых структур в данных условиях и показывает перспективность использования переменного тока для разрушения слоистых структур.



**Спасибо за внимание!**

**Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН**

E-mail: [im@math.nsc.ru](mailto:im@math.nsc.ru), <http://www.math.nsc.ru>