

Создатели алгоритмов

Марчуковские чтения обозначили пути развития многих наук

Основатель и первый директор Вычислительного центра СО АН СССР, президент Академии наук СССР Гурий Марчук был выдающимся математиком, он отличался обостренным чувством нового. Все исследования, которым Гурий Иванович уделял серьезное внимание, становились перспективными научными направлениями. Поэтому тематика Марчуковских научных чтений впечатляет разнообразием. В нынешнем году они состояли из целого ряда международных конференций: по биоинформатике, по вычислительной математике и математической геофизике, международной молодежной школы-конференции по обратным задачам, Российско-Вьетнамско-Китайского семинара и семинара по математическому моделированию магнетогидродинамических и плазменных течений. А также заседания секции "Прогнозные цифровые природоподобные технологии" на форуме "Технопром". Участие в этих мероприятиях приняли сотни специалистов из 15 стран. Основными организаторами стали сотрудники Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН.

Запишем, как дышим

Сейчас в научных исследованиях очень важна междисциплинарность, позволяющая всесторонне рассматривать проблему. - считает директор ИВМиМГ СО РАН член-корреспондент РАН Сергей Кабанихин. - С нашей стороны это исследование прямых и обратных задач и разработка новых алгоритмов их решения. Когда есть суперкомпьютеры, математическое моделирование становится инструментом эксперимента. Во многих случаях натурные испытания удается заменить виртуальными. Например, сегодня можно создать цифровой аналог органов дыхания, написать и исследовать соответствующие уравнения газовой динамики, уточнить коэффициенты этих уравнений методами обратных задач. Такую работу мы проводили совместно с сотрудниками Сибирского отделения РАН из Института цитологии и генетики (д.б.н. М.Мошкин), Института теоретической и прикладной механики (академик В.Фомин) и Международного томографического центра (д.х.н. И.Коптюг), объединив усилия в интеграционном проекте. В эпидемиологии, зная схемы передвижения основных людских потоков и очаги вспышек заболеваний, можно моделировать процессы распространения инфекции и прогнозировать развитие эпидемии. Удалось заключить в формулы и иммунологию: сегодня разработана система из более чем 20 уравнений, описывающих функционирование иммунной системы человека, реакцию на ВИЧ-заражение, туберкулез, другие инфекционные заболевания. А начинал эту работу академик Г.Марчук. Сейчас совместно с коллегами из Института вычислительной математики им. Г.И.Марчука мы продолжаем исследования по эпидемиологии с командой д.ф.м.н. А.Романюхи и по иммунологии - со специалистами под руководством д.ф.м.н. О.Бочарова.



На конференции по биоинформатике

Еще один пример - совместная работа с группами нейрохирургов из Института гидродинамики во главе с Александром Чупахиным и Александром Черевко.

- Коллеги создали уникальный комплекс программ, позволяющий обрабатывать данные нейрохирургических операций для контроля состояния пациента, - рассказывает заместитель директора ИВМиМГ д.ф.м.н. Максим Шишленин. - Современные методы решения обратных задач позволили существенно уменьшить сроки обработки данных практически до реального времени. Еще у нас с С.Кабанихиным есть совместная работа по фармакодинамике усвоения лекарственных средств через кожу пациента. Работаем вместе с сотрудниками Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П.Огарева и РФЯЦ-ВНИИЭФ (г. Саров), которые предоставили нам для расчетов экспериментальные данные по фармакодинамике.

Лекционный курс школы начался с выступления профессора Иво Гроссе, (Университет Мартина-Лютера, Германия), одного из научных руководителей зеркальной лаборатории компьютерной транскриптомики и эволюционной биоинформатики НГУ.

Обратные задачи - старт карьеры

- Многие процессы, происходящие как под землей, так и внутри человеческого организма, можно описать с помощью уравнений, но коэффициенты этих уравнений, а также начальные и граничные условия, мы часто не знаем, - рассказывает Сергей Игоревич. - Следовательно, приходится формулировать и решать обратные задачи, используя дополнительную информацию о решении прямых задач, искать коэффициенты этих уравнений. Математическое моделирование переходит на более детальное описание процессов в науках о Земле, иммунологии, экологии, медицине, экономике, физике.

только через 20 лет появились основополагающие работы по спектральным обратным задачам и обратным задачам рассеяния И.Гельфанда, Б.Левитана, М.Крейна, В.Марченко и других выдающихся исследователей. Новосибирские (на то время) ученые В.Захаров и А.Шабат проинтегрировали нелинейное уравнение Шредингера, описывающее самофокусировку и самомодуляцию света в нелинейных диэлектриках. Основой послужило решение обратной задачи рассеяния. Работы А.Алексеева (ВЦ СО АН СССР) и С.Гольдина (ИГиГ СО АН СССР), а также их учеников и последователей стали основой математической теории прямых и обратных задач сейсмики. Всемирно признанными основоположниками теории некорректных задач являются российские математики А.Тихонов, В.Иванов и М.Лаврентьев. Одной из главных стала идея о том, что при рассмотрении некорректных задач необходимо сузить класс возможных решений.

Стоит упомянуть, что интерес к методу обратных задач вызвал выход в свет всего за полвека четырех крупных журналов - Inverse Problems, Journal of Inverse and Ill-Posed Problems, Inverse Problems in Science and Engineering, Inverse Problems and Imaging. С помощью представителей Вьетнама и Китая, входящих в редколлегию Journal of Inverse and Ill-Posed Problems, 11 октября удалось провести на базе ИВМиМГ Российско-Вьетнамско-Китайский семинар по численным методам решения обратных задач в естественных науках.

создавать новые, учитывать законы сохранения, контролировать изменения энтропии. В этом направлении в ИВМиМГ активно работают академик А.Коновалов и ряд молодых сотрудников, в Институте математики - академик С.Годунов. Именно для того чтобы знакомить молодежь с новыми подходами, и проводятся школы-конференции. Кроме того, они помогают вырастить смену. Например, в первой школе участвовали студенты 3-го курса мехмата НГУ Ольга Криворотько и Никита Новиков. Сегодня Ольга - кандидат наук, обладатель грантов РНФ и РФФИ, а также президентского гранта для молодых ученых. Тематика ее исследований - обратные задачи в социальных, экономических и эпидемиологических процессах. Никита Новиков построил и реализовал алгоритмы численного решения многомерных обратных задач акустики, основанные на классических результатах И.Гельфанда, Б.Левитана и М.Крейна.

Максим Шишленин принимал активное участие в организации первой школы-конференции, когда ему было 30 лет, а сейчас он - доктор наук, редактор-менеджер Journal of Inverse and Ill-Posed Problems (импакт-фактор 0.941), замдиректора ИВМиМГ. Игорь Марчук специализировался в Институте математики, изучал обратные задачи, но работать пошел в Институт теплофизики, где защитил кандидатскую и докторскую диссертации, ныне - декан мехмата НГУ и активный участник конференций по обратным задачам. К.ф.м.н. Алексей Пененко также специализировался в Институте математики по обратным задачам, затем стал заниматься проблемами экологии в ИВМиМГ, уже подготовил докторскую диссертацию.

Подобно природе

Меняются и университетские программы, большая часть из которых тоже готовилась еще в прошлом веке. Например, сейчас создаются так называемые генетические алгоритмы, когда в вычисления добавляют "мутации и скрещивания". Или искусственные нейронные сети - математическая модель, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей. Они принадлежат к классу алгоритмов, которые в зарубежной литературе называют nature inspired. 25 августа в Новосибирске в рамках международного форума "Технопром-2018" сотрудники ИВМиМГ СО РАН провели секцию "Прогнозные цифровые природоподобные технологии", слушателями которой были более 50 человек. С докладами выступили члены делегации НИЦ "Курчатовский институт" во главе с заместителем директора А.Благовым, директора институтов СО РАН С.Гончаров, В.Крюков, С.Головин, ректор Новосибирского государственного аграрного университета А.Денисов.



Участники школы-конференции

Тесное сотрудничество математиков и биологов подтвердила состоявшаяся в августе в Новосибирском Академгородке VII Международная школа молодых ученых по системной биологии и биоинформатике. Она проходила на базе Института цитологии и генетики. В работе школы приняли участие более 80 молодых ученых из разных городов России, Казахстана и Германии. Преподавателями школы выступили ведущие специалисты по названным темам из исследовательских центров Германии, США, Великобритании и России.

Исследование обратных задач получило развитие во многом благодаря работам сибирских ученых. Конечно, вопрос о возможности нахождения плотности неоднородной струны по ее звучанию (обратная задача акустики) ставил еще лорд Рэлей, а первые результаты в этой области опубликовал в 1929 году московский астрофизик Виктор Амбарцумян. Но, как с юмором отмечал последний, если астроном опубликует в физическом журнале математические результаты, трудно ждать быстрой реакции. И, правда,

- С наступлением цифровой эры мир, технологии и профессии изменяются настолько быстро, что, по прогнозам социологов, 90% выпускников вузов не будут работать по специальности, - рассказывает С.Кабанихин. - В XX веке была создана потрясающая классическая вычислительная математика. Сейчас, с появлением суперкомпьютеров, возникли новые возможности: распараллеливание алгоритмов, использование огромных массивов данных. И методы должны соответствовать - надо адаптировать классические алгоритмы и