

Регионы дают результат



“Поиск” продолжает знакомить читателей с работой Российского фонда фундаментальных исследований. Недавно председатель Координационного совета РФФИ по региональным конкурсам академик Валерий Матвеев рассказал об особенностях проведения конкурсных процедур и финансирования исследований на региональном уровне. Продолжая данную тему, заместитель председателя Южного научно-го центра РАН по науке, профессор Кубанского государственного университета, академик Владимир БАБЕШКО показывает в своей статье, как благодаря поддержке РФФИ из исследований, проведенных в интересах конкретной территории, выросло целое фундаментально-научное направление, имеющее широкий спектр приложений.

Бытует мнение, что поддержка исследований на региональном уровне не способствует развитию фундаментальной науки. В своем интервью газете “Поиск” от 21 января эту точку зрения очень обоснованно опроверг председатель Координационного совета РФФИ по региональным конкурсам, руководитель Пермского научного центра РАН, академик В.П.Матвеев. Во-первых, региональные конкурсы обеспечиваются на 50% из бюджета субъекта Федерации или инвесторов, и фонд может на этом сэкономить. Во-вторых, ставятся и выполняются те научные задачи, которые актуальны для региона, поэтому внедрение таким разработкам обеспечено. В-третьих, развивается конкурентная среда, дающая основу для роста научных коллективов на периферии.

Несколько слов относительно качества фундаментальности научных исследований в регионах. Отдавая дань Москве и Санкт-Петербургу, где возможности для работы лучше, чем в региональных научных центрах, со всей ответственностью могу сказать, что в Новосибирске, Томске, Нижнем Новгороде, Екатеринбурге, Перми, Казани, Ростове-на-Дону, других промышленных городах и даже в столице аграрного края - Краснодаре также по ряду направлений ведутся очень важные фундаментальные изыскания мирового уровня.

Чтобы не быть голословным, приведу в пример исследования, направленные на решение региональной задачи, которые увенчались созданием так называемого метода блочного элемента - нового направления в области математики и механики, находящего применение в моделировании все большего количества сложных процессов. Поводом для проведения работ по этой тематике стала острая социально-экономическая проблема, неожиданно возникшая в Краснодарском крае в 2000 году. В связи со снежной зимой началось интенсивное извержение грязевых вулканов на Тамани. Туристические компании, заинтересованные в организации отдыха жителей нашей страны за рубежом, ссылаясь на “мнение ученых”, немедленно объявили о том, что в Краснодарском крае ожидаются сильные землетрясения.

В этой ситуации администрация и Законодательное собрание края приняли решение, что необходимы объективные научные данные по поводу сейсмической обстановки в регионе и возможностей прогноза землетрясений. Руководство края поставило такую задачу перед учеными и изыскало средства для финансирования работ. Кубанский госуниверситет был оснащен современным геофизическим оборудованием, с помощью которого удалось организовать непрерывный контроль состояния сейсмичности по из-

вестным на то время предвестникам подземных толчков. Это позволило обеспечивать достаточно надежной информацией службу гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций Краснодарского края.

Однако вопрос прогноза сейсмичности оставался открытым. К сожалению, он пока не решен

ные стабильные участки земной коры. Зонами наибольшей сейсмической, вулканической и тектонической активности являются их границы. Однако всем известно, что землетрясения случаются и в пределах самих плит, которые имеют разломы, трещины, включения, способствующие концентрации напряжений и, таким образом, нарастанию сейсмичности. Считается, и это подтверждено практикой, что очагами землетрясений являются зоны пересечения разломов и трещин.

Приступив к анализу ситуации в Краснодарском крае, мы выяснили, что существующие математический аппарат, вычислительные средства и методы построения моделей не позволяют адекватно описать сейсмические процессы как результат оценки

очень условно можно описать следующим образом. Сплошная среда, например сплошной резиновый мячик, представляется в виде конечного числа деформируемых резиновых стержней - “конечных элементов”, вне которых находится совершенно иная среда, не резина. Для ряда задач эта модель дает приближенные решения, но в целом она далека от точных значений. Попытки совершенствования метода конечных элементов путем “увеличения количества стержней” не увенчались успехом. Стало ясно, что в существующем виде он исчерпал ресурсы роста. В связи с этим в Кубанском госуниверситете и Южном научном центре РАН был создан принципиально новый метод - блочного элемента. Популярно объяснить его суть можно, вернувшись к примеру с мячиком. Нам удалось подобрать такой алгоритм вычислений, что “резиновыми” стали не только стержни, но и среда, в которой они находятся. Метод блочного элемента оказался удобным для математического моделирования поведения литосферных плит и разломов - зон, наиболее предрасположенных к сейсмическим событиям.

Понятно, что разработка такого сложного способа расчетов потребовала применения большого объема математических знаний. В нем в той или иной степени воплощены идеи отца кибернетики Н.Винера, великого математика А.Пуанкаре, академиком В.И.Арнольда, И.И.Ворovichа, М.А.Садовского, И.М.Гельфанда, Г.И.Марчука, таких серьезных исследователей, как М.Г.Крейн и И.Ц.Гохберг, и других известных ученых. Наши первые работы в этой области вышли в 2003 году. Практически все они переведены в США, а лицензии на переводы приобретены международной издательской компанией Springer. Однако первые зарубежные работы по освоению этого метода появились лишь в 2011 году, из чего следует, что он на 8 лет опередил мировой уровень фундаментальных работ в данной области.

С помощью метода блочного элемента было проведено моделирование напряженно-деформированного состояния литосферных плит и впервые создана модель прогнозирования сейсмической обстановки



Фото с сайта edukuban.ru

напряженно-деформированного состояния литосферных плит. Дело в том, что каждое новое сейсмическое событие, приводящее к спаду тектонических напряжений, отбрасывает встроенную модель на начальные позиции. Стало ясно, что для описания сейсмической напряженности с позиций механики разрушения литосферных плит нужны новые математические методы, дающие возможность избежать излишней детализации при построении алгоритмов вычисления, обладающие необходимой наглядностью и позволяющие достигать точности любого уровня.

Подсказку дал анализ метода конечных элементов. Это численный способ решения задач механики и прикладной физики в сплошных средах, который

напряженно-деформированного состояния литосферных плит. Дело в том, что каждое новое сейсмическое событие, приводящее к спаду тектонических напряжений, отбрасывает встроенную модель на начальные позиции. Стало ясно, что для описания сейсмической напряженности с позиций механики разрушения литосферных плит нужны новые математические методы, дающие возможность избежать излишней детализации при построении алгоритмов вычисления, обладающие необходимой наглядностью и позволяющие достигать точности любого уровня.

Подсказку дал анализ метода конечных элементов. Это численный способ решения задач механики и прикладной физики в сплошных средах, который



Фрагмент геофизического полигона на Аибге - высокоточный приемник оценки горизонтального движения литосферных плит.

на основе данных по зонам концентрации напряжений в литосферных плитах. Эта модель применима к изучению не только равнинных, но и горных ландшафтов, а также зон “берег - море”, то есть может быть адаптирована к любой территории мира. Но для ее реализации необходимо, по сути, превратить эту территорию в геофизический полигон - осуществлять в ее пределах мониторинг большого объема геофизических данных в реальном масштабе времени.

Метод блочного элемента позволяет строить не только модели прогноза сейсмичности. Опубликованы статьи, в которых с помощью нашего метода проведены расчеты наноматериалов с заданными квантово-механическими свойствами, исследованы резонансные свойства деформируемых материалов с рельефной поверхностью. Этот метод дает возможность подступиться к описанию масштабных процессов, происходящих в земной коре, которую условно можно считать блочной структурой. Такую задачу в свое время поставил известный геофизик-сейсмолог академик М.А.Садовский.

В настоящий момент ведется разработка уточненной математической модели для выявления зон максимальной концентрации напряжений в литосферных плитах Краснодарского края. Так, результаты фундаментальных исследований, полученные в ходе выполнения региональных программ РФФИ “Юг России”, реализуются при строительстве инфраструктуры для проведения Олимпиады в Сочи. Кубанский госуниверситет выиграл государственный контракт “Организация регионального полигона в районе строительства олимпийских объектов и ведение наблюдений за предвестниками опасных природных процессов”. По заданию администрации Краснодарского края он формирует геоинформационную систему, позволяющую ежедневно в режиме реального времени получать полную и достоверную информацию о геодинамической и сейсмической активности в границах Большого Сочи и сопредельных территорий.

К сожалению, прошлой осенью в ряде районов Краснодарского края случились наводнения и возникла необходимость срочного возведения жилья для пострадавших. Сложная финансовая ситуация в крае ставит под вопрос полномасштабное финансирование работ по созданию геофизического полигона. Между тем, жизнь показала, что экономия на науке может дорого обойтись. Японские ученые знали наши работы по моделированию, но даже не пытались их применять для построения на своей территории различных сценариев последствий сейсмических событий.

Подводя итог сказанному, хочу еще раз подчеркнуть: серьезный фундаментальный результат, приведенный в качестве примера, вырос из поддержанной РФФИ региональной разработки. Она априори не могла появиться в Москве или Санкт-Петербурге, где описанной выше проблемы просто не существует.