

ИНТЕРВЬЮ

«Вместо лунной базы создают умную швабру»

Михаил Носков — о плюсах и минусах прикладной науки

Разработки профессора Северского технологического института НИЯУ «МИФИ» Михаила Носкова в области математического моделирования и цифровизации технологических процессов широко применяются в атомной отрасли. Автор идеи и научный руководитель проекта «Умный полигон» рассказал «СР» о том, как видеть под землей, насколько цифровая реальность превзошла прогнозы фантастов и из чего складывается счастливая судьба ученого.

Текст: Мария Хохлова / Фото: Марина Сбитнева, «Далур»

— В этом году МИФИ отмечает 80-летие. Вы проработали в нем почти 30 лет, причем пришли в вуз в начале 1990-х, когда профессию ученого трудно было назвать престижной. Помните эти годы?

— Я окончил физфак Томского государственного университета в середине 1980-х и сразу поступил в аспирантуру Московского института радиотехники, электроники и автоматики. Наука тогда, мягко говоря, была не на подъеме. Но я с детства мечтал стать ученым, спасибо родителям. Многие мои сокурсники после окончания университета уехали в Америку, Англию, Германию. Меня тоже приглашали, но я решил, что могу реализовать себя как ученый в России. Считал, что надо приносить пользу своей стране. После защиты диссертации вернулся в Томск, работал старшим преподавателем в университете. Работать было интересно, но платили мало, своего жилья не было — в общем, будущее просматривалось туманно. Поэтому, когда меня пригласили в Северский технологический институт, тогда еще отделение Томского политеха, предложили хорошо оборудованную лабораторию, работу на кафедре физики и квартиру в придану, я недолго сомневался.

Научно-фантастическая библиотека

— Какое впечатление произвел на вас Северский технологический институт?

— Самое благоприятное. У вуза была хорошая профессиональная репутация, он обеспечивал кадрами Северский химкомбинат (СХК). Было заметно, что атомная

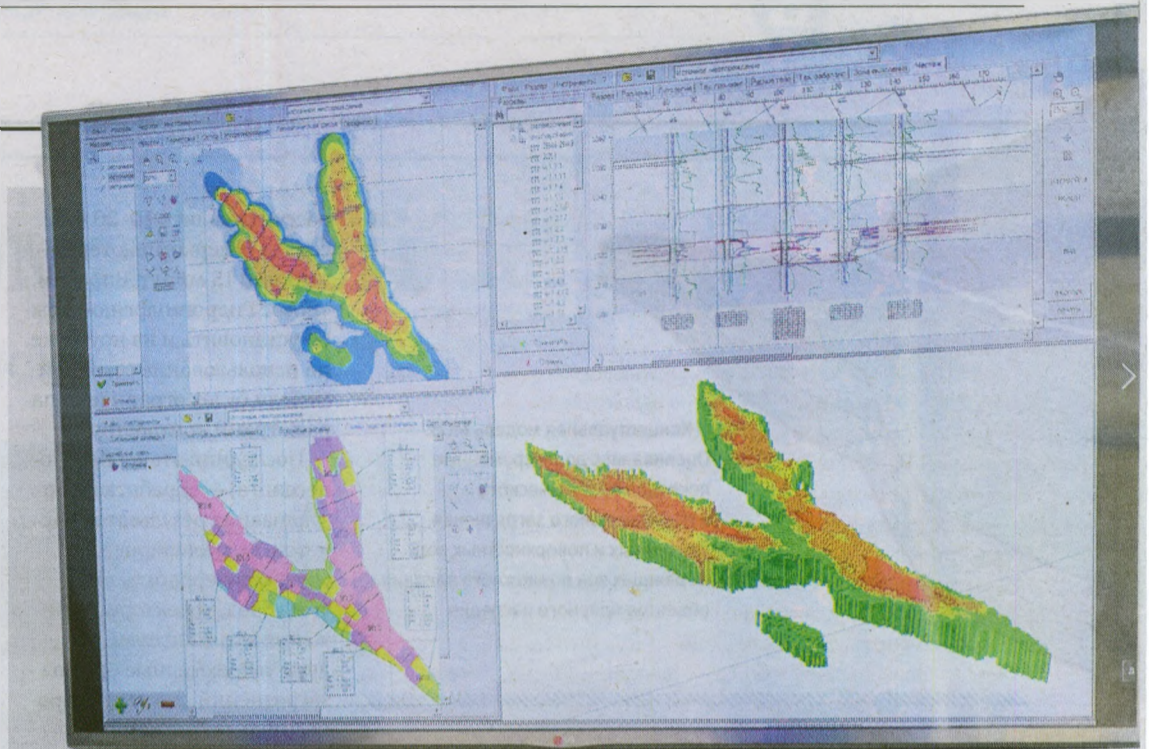
отрасль и СХК заинтересованы в подготовке специалистов и вкладывают в нее средства. Прекрасное здание, хорошее техническое оснащение, сильные преподаватели. Мы тогда в основном обучали работников СХК, которые приходили на занятия вечерами, после работы. Многие мои студенты были намного старше меня.

— И, наверное, опытнее в практических вопросах? Не трудно было их учить?

— Нет. В производственных вопросах они разбирались лучше, но я-то преподавал им физику. И не сомневался, что хорошо разбираюсь в своем предмете. Хотя страна находилась на пороге перемен, в университете нас прекрасно учили. Кто хотел, получил отличное образование. У меня за все годы не было ни одной четверки. Я получал Ленинскую стипендию. По тем временам огромные деньги: обычная стипендия была 40 рублей, а Ленинская — 100. Притом что молодой инженер в те годы в среднем зарабатывал 120.

Благодаря стипендии я не сидел у родителей на шее. Собрал отличную научно-техническую библиотеку, которой пользуюсь до сих пор. Что-то заказывал в издательствах «Наука» и «Мир», что-то покупал в знаменитом томском «Букинисте». С научной литературой в Советском Союзе было все в порядке, не то что с художественной. Но она меня тоже интересовала. Охотился за фантастами: братьями Стругацкими, Иваном Ефремовым, Айзеком Азимовым, Артуром Кларком, Робертом Хайнлайном. Мне, как физику, было интересно, как эти писатели представляют будущее планеты. Многие

► На разработку «Умного полигона» ушли годы, зато тиражирование стремительное: цифровую модель Источного Михаил Носков и его коллеги создали за две недели



этих авторов трудно было достать, но мы выходили из положения — каждая книга была коллективной собственностью. Купил, прочел, дал друзьям почитать, сам что-то у них взял. Прочсть удавалось много больше, чем купить.

— Угадали фантасты наше технологическое будущее?

— В области компьютеризации все оказалось круче, чем самые смелые фантазии. В конце перестройки видеотелефон казался чем-то за пределами, недостижимым. А сейчас функция видеоконференц-связи есть в любом смартфоне. Благодаря компьютерам мы сильно продвинулись в области математического моделирования. Сложные задачи, где много связанных друг с другом нелинейных процессов, анали-

тически не решить — только численно и только с помощью ПК. Помню, как в начале 1990-х мне в институте выделяли несколько часов в неделю, чтобы я мог поработать на компьютере. Нужно было записываться за несколько дней, потому что ПК в институте было мало. Сейчас это смешно звучит, но мощность тех машин была намного меньше, чем сегодня у самого простенького смартфона. Но это были первые шаги, и даже на этом этапе мы получили важные результаты.

А вот в освоении космического пространства мои фантасты ожидания вообще не оправдались. Казалось бы, такими быстрыми темпами все шло: в космос слетали, космические станции запустили — и вдруг все затормозилось. Я был уверен, что в 2000-х на Марсе яб-

лони будут цвести... В моем представлении программ минимум было строительство научно-исследовательской базы на Луне и регулярные полеты на Марс.

То же и с термоядерным синтезом. Студентом я не сомневался, что лет через двадцать человечество получит дешевую и безопасную энергию, но прошло 40 лет, и этого пока так и не случилось. Процесс тормозят объективные сложности, в теме термояда их оказалось больше, чем ученые изначально предполагали. Но научно-технический прогресс тормозят и субъективные вещи, в том числе недостаток человеческих ресурсов. В мире тратится много сил на проекты, связанные с получением прибыли. Вместо лунной базы создают суперсовременный угол или умную швабру. Ничего не по-

делать, наука должна решать и фундаментальные задачи, и практические.

От фракталов к радиоактивным отходам

— Когда вы пришли в МИФИ, продолжили свои наработки или взялись за новые проекты?

— Сфера моих интересов расширилась. До Северского технологического института я занимался физикой фракталов (междисциплинарная наука, затрагивающая большую часть традиционных областей физики: классическую механику, гидродинамику, геофизику, космологию. — «СР»). В СТИ же моей основной темой стали разработки для нужд атомной отрасли. Я начал применять теоретические идеи и методы для решения новых практических задач. Несмотря на то что начало 1990-х было тяжелым периодом для атомной отрасли, СХК и «Росатом» находили деньги на важные научные разработки. Благодаря этому мы в тот период не только выжили как российские ученые, но и сделали много стоящего.

— **Например?**

— Тогда начался важный многолетний проект по применению математического моделирования для обеспечения безопасности полигонов глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов. В десятке километров от Северска расположен крупнейший в мире полигон, где под землю, на глубину 300–400 м, начиная с 1960-х годов закачивали отходы, образовавшиеся во время реализации первого атомного проекта. А с другой стороны города находятся томский и северский водозаборы, где с глубины порядка 100 м берут воду для питьевого водоснабжения. За 30 лет мы со специалистами СХК разработали математические модели захоронения разных типов отходов, провели численные расчеты, проанализировали разные режимы захоронения РАО, показали влияние геологических и геотехнологических факторов на миграцию загрязняющих веществ. Результаты наших работ были использованы при создании регламентов, обеспечивающих максимально безопасную эксплуатацию полигона. Когда на комбинате начали выводить из эксплуатации поверхностные хранилища РАО, мы определяли последствия вывода, просчитывали варианты, как лучше ликвидировать бассейны — отстойники радиоактивных отходов. С на-

чала 1990-х выполнили десятки контрактов с СХК на эту тему.

— **Кто обычно иницирует экологические проекты: государство, сами предприятия или ученые? Кто первым обозначает проблемы, которые срочно нужно решить?**

— По-разному. Идеальный вариант, когда все вместе, и в «Росатоме» такая схема распространена. Яркий пример — наше сотрудничество с холдингом «АРМЗ». Когда в конце 1990-х в «Росатоме» начали добывать уран способом скважинного подземного выщелачивания, я подумал, что наши наработки, связанные с глубинным захоронением отходов, и здесь могут пригодиться. Процессы-то во многом схожи. Уран извлекают с глубины 300–500 м — сернокислотный раствор нагнетают в закачные скважины, а из откачных извлекают продуктивные растворы, содержащие металл. Мы поняли, что здесь также перспективно применение математического моделирования для оптимизации геотехнологического процесса и оценки воздействия на подземные воды, поскольку урановая руда располагается в водоносных горизонтах. Мы подготовили презентацию по этой теме для руководства ТВЭЛ, где тогда отвечали за добычу урана, изложили свои идеи, нас поддержали, и с 2000 года мы начали работать.

Полигон мечты

— **Когда в вашем воображении возник «Умный полигон» в том виде, в котором он существует сегодня?**

— Проект был предложен пять лет назад, но шли мы к нему намного дольше. Для достоверных расчетов работ эксплуатационных блоков нужна качественная геологическая модель месторожде-

ния. На момент начала нашей работы с уранодобывающими предприятиями вся геологическая и технологическая информация, включая данные о работе скважин, составах выщелачивающих и продуктивных растворов, хранилась в огромных папках и журналах. На поиск нужной информации уходило время, а иногда и дни. Анализировать данные в таком виде было крайне сложно. Мы решили, что надо все это переводить в «цифру».

К началу прошлого десятилетия с помощью программных средств, разработанных в СТИ НИЯУ «МИФИ», мы построили цифровые модели геологической среды и производственного процесса. Работу по созданию цифрового двойника добычного комплекса закончили в 2012 году, когда еще в России о цифровизации особо не говорили. У предприятий АРМЗ появилась объемная картина происходящих в недрах земли процессов и практически мгновенный доступ ко всей необходимой информации. Экономический эффект составил сотни миллионов рублей.

Потом мы поняли, какую ценность представляют огромные объемы геологических и технологических данных, если превратить их в знания. Для этого были разработаны специализированные экспертные системы, предназначенные для поддержки принятия решений, и создана интеллектуальная технология управления производством.

Затем пришла мысль связать нижний полевой уровень (откачные и закачные скважины) с верхним (интеллектуальными информационными системами) в единое информационное пространство. Появился пилотный проект умного полигона на Источном месторождении, где скважины были оборудова-

ны датчиками и управляющими исполнительными механизмами, его реализовали в 2018 году. Затем был проект «Умный полигон 2.0» на Вершинном месторождении Хиагдинского рудного поля. Сегодня эти решения мы тиражируем уже на разрабатываемом «Далуром» Хохловском месторождении. Дальше технология распространится и на другие полигоны.

«УЧЕНЫМ ЧАСТО ПРИХОДИТСЯ ВЫБИРАТЬ МЕЖДУ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТЬЮ И НАУЧНОЙ ЦЕННОСТЬЮ. НАШ ПУТЬ ОПРЕДЕЛЯЮТ МНОГИЕ ФАКТОРЫ: ЛЮДИ, КОТОРЫХ ВСТРЕЧАЕМ, КНИЖКИ И СТАТЬИ, КОТОРЫЕ ЧИТАЕМ, МЕСТА, ГДЕ РАБОТАЕМ, ПОЛИТИКА СТРАН, В КОТОРЫХ ЖИВЕМ»

— **«Умный полигон» будет совершенствоваться и дальше?**

— Направления дальнейшего развития — применение искусственного интеллекта для анализа данных и подготовки проектов решений, внедрение технологической дополненной и виртуальной реальности, чтобы можно было, работая на полигоне, иметь доступ к данным, видеть геотехнологический процесс изнутри, «погружаясь» под землю.

— **По каким еще направлениям сотрудничаете с «Росатомом»?**

— В прошлом году был очень интересный проект: мы оценивали, как восстанавливается продуктивный горизонт после завершения добычи урана и с какой скоростью уменьшается концентрация загрязняющих веществ в подземных водах. Наш институт занимался этим проектом совместно с «Далуром» и Всероссийским научно-исследовательским институтом минерального сырья в Москве. Провели контрольную скважину на Добровольном месторождении урана — на участке, где в 1990 году проводили геотехнологическое опробование с целью определения геотехнологических показателей отработки месторождения. Провели исследование керновых проб и водных вытяжек в лабораторных условиях с помощью различных физико-химических методов анализа. На основе полученных результатов смоделировали изменение состояния подземных вод. Исследования показали, что за 30 лет концентрация кислоты снизилась в тысячи раз, а содержание сульфат-ионов и общая минерализация —

на порядок. Концентрация урана стала близкой к фоновым значениям. Таким образом, состояние пластовых вод приблизилось к природному составу. Мы пришли к выводу, что еще через 60 лет продуктивный горизонт полностью восстановится. Эти знания очень важны для реализации планов разработки Добровольного месторождения урана и оценки воздействия добычи урана на окружающую среду. Экологическая безопасность для «Росатома» — принципиальный вопрос.

Выбор судьбы

— **Вы активно привлекаете к исследованиям студентов. Это оправдывает себя?**

— Многие ребята уже на втором-третьем курсе могут провести исследования, которые будут иметь научную ценность. А значит, могут публиковаться в научных журналах или внедрять свои проекты на предприятиях, зарабатывать. Только так, на мой взгляд, можно подготовить специалистов, которые будут обеспечивать технологическое лидерство «Росатома». Для меня же важна каждая пара новых рук и каждая светлая голова — все научные достижения сейчас делаются в коллективе. Многие бывшие студенты под моим руководством защитили кандидатские диссертации, стали моими коллегами. В итоге за 30 лет работы в институте удалось создать научную группу, работающую на мировом уровне.

— **У вас счастливая профессиональная судьба?**

— Наверное. Я всю жизнь занимаюсь тем, что мне интересно. Иногда приходила мысль, что все силы бросил на решение практических задач, а в части фундаментальной науки и теоретических задач не весь потенциал реализовал. Но это нормально — ученым часто приходится выбирать между практической значимостью и научной ценностью. Наш жизненный путь определяют многие факторы — люди, которых встречаем, книжки и статьи, которые читаем, места, где работаем, политика стран, в которых живем. Если бы я не переехал в Северск и не поступил работать в МИФИ, остался бы в Москве или в Томске или уехал бы за рубеж, в Германию например, — и тематика моих научных исследований была бы совсем другая. Но я рад, что мой ресурс реализован в Северске и в интересах «Росатома».



▼ Хохловское месторождение. Оператор тестирует систему «Умный полигон»