НАУКА СИБИРСКИЙ ВАРИАНТ
Совместный выпуск СО РАН и "Советской Сибири"

Подземный космос

Этот фильм в одной из лабораторий Института горного дела СО РАН смотрел всего несколько минут, а вспоминал о нем долго. Он казался каким-то ирреальным, фантастическим и менял многие давние представления. В том числе и мои собственные. В сущности, экран демонстрировал подземный ... космос. Это сравнение, конечно, условное, но то, что происходит в глубинах нашей Земли, под нами, по сложности вполне сравнимо с тем, что над нами. Понять эти процессы, а тем более управлять ими без глубокого теоретического обоснования, понимания невозможно.

Короткометражный фильм демонстрировал, как «дышат», двигаются — да, да! — огромные земные блоки. Было видно, как они расходятся и как сходятся, когда между ними «вспыхивают», а точнее — пролетают желто-красные сгустки энергии. Это свидетельство постоянного движения земной тверди.

Но фильм говорил и о другом. Он ломал сложившийся во многих представлениях стереотип, что Институт горного дела (ИГД) больше прикладной, чем фундаментальный, теоретический. Правда, мне в свое время именно о теоретических проблемах горного дела рассказывали бывшие директора института академики Евгений Шемякин, Михаил Курленя и многие другие ученые. Но стереотип срабатывал. Возможно, потому, что прикладные работы института были гораздо больше известны. Они широко применялись на практике, регистрировались в различных патентах и изобретениях и о них писали едва ли не на каждом газетном «углу». И автор этих строк — тоже. Достаточно вспомнить пневмопробойники института, чтобы подтвердить наличие стереотипа.

Директор Института горного дела Виктор Опарин.

От стереотипа пора отказаться

— Между тем, — рассказывал нынешний директор ИГД член-корреспондент РАН Виктор Николаевич Опарин, — первенцем именно академической науки в Сибири был как раз наш институт, а его основателями — члены-корреспонденты Чинакал и Горбачев.

Действительно, институт с первых дней ориентировали на разработки, в которых нуждалась промышленность. Прежде всего промышленность угольная. Естественно, что специалисты того времени больше заботились о технологических разработках. Но разворачивались одновременно и более широкие исследования. Они, кстати сказать, были тем основанием, которое в дальнейшем позволило приступить к организации институтов геолого-геофизического профиля.

— Едва ли для вашего института инновационная деятельность, которая сейчас на слуху у всех, какое-то новшество, — говорю Опарину.

— Да, — подтверждает он. — Это природа нашего института. Но у него, как у академического учреждения, физико-техническая направленность. Та самая, в какой очень нуждается промышленность страны. Мы на эти потребности промышленности отвечали и готовы сейчас ответить. Институт за шестьдесят лет накопил огромный потенциал. Особенно научный. Он обладатель и уникального опыта доведения научных разработок до применения их на практике.

— Слово «внедрение» вы оставляете в стороне. Уж очень оно, видимо, надоело ученым.

— Суть не в словах, а в результатах. Когда я говорю о применении, то имею в виду, например, технологии отработки угольных и рудных месторождений в экстремальных условиях, на больших глубинах. Экстремальность этих условий в полную силу показала недавняя трагедия на шахте в Кузбассе. Борьба с метаном и горными ударами — это удел не только спасателей, положим, но и в обязательном порядке науки.

— А о каких глубинах вы ведете речь?

— В России около двух километров. В Норильске уже работают на глубине 1600 метров. Так что мы и впрямь сейчас переходим, по сути, в подземный космос. Для нормальной и успешной работы в таком космосе надо решать самые разные научные задачи. Подземный космос, заверяю вас, ничуть не проще, чем «наш классический ракетный космос». Для земного космоса тоже нужны и свои ракеты, и свои принципы работы. Они не появятся без хорошего, даже детального знания массивов горных пород, их свойств, механики и физики процессов, происходящих там, внизу. За неудачное, малоквалифицированное общение с подземной стихией приходится дорого расплачиваться. Человеческими жизнями и огромными убытками. Взрывы и горные удары разрушают все, что человек создает. Поэтому природа, с которой мы имеем дело, требует к себе очень деликатного отношения.

Кроме всего прочего, каждая новая сотня метров вглубь выявляет новые проблемы и задачи, даже новые закономерности. Все это надо изучать и знать. В нашем институте не случайно успешно развивается такое научное и давно признанное в мире направление, как геомеханика. Это теоретическая база, лежащая в основе любой геотехнологии и горного машиноведения.

— Как я понимаю, вы рассказываете о взаимодействии машин и другого оборудования с земными массивами.

— Да. И без понимания этого взаимодействия нельзя ни выработать, ни предъявить технические требования. Опыт учит, что к природе следует приспосабливаться, строго принимать во внимание ее особенности. А их, к сожалению, очень много.

— К особенностям вы относите и температуру на тех глубинах, на которых работают люди?

— И температуру, — пояснил Виктор Николаевич. — Она разная на разных месторождениях. В Норильске на глубинах 1600 метров температура, как ни странно, существенно меньше, чем на глубине двести метров на угольных месторождениях. Норильску «помогает» вечная мерзлота. Там работают, в сущности, в холодильнике. Но в целом существует так называемый геотермический градиент, когда принимается во внимание несколько градусов с каждой сотней метров. Есть и градиент горного давления. Существуют в горных районах и большие тектонические напряжения. Многое зависит от движения континентов. Все надо учитывать. И «дыхание» природы в том числе. Подземный космос отнюдь не мертвая, а живая зона. Если вы учтете еще, что все в ней взаимосвязано, то тогда масштаб проблем станет очевиднее.

В Институте горного дела СО РАН проводятся исследования по прогнозу горных ударов в шахтах, рудниках и землетрясений на основании регистрации сигналов электромагнитного излучения (ЭМИ), возникающего при нагружении горных пород. Исследования проводятся на лабораторном стенде.

НА СНИМКЕ: кандидат технических наук Галина Яковицкая.

За теорию больше платят

— Виктор Николаевич! Вы меня убедили, что, проникая в подземный космос, необходимы знания разных наук — геодинамики, механики, физики, тектоники и т. д. Но, по давним моим представлениям, институт все же нацелен преимущественно на приложения, а не на теоретические исследования.

— Вы ошибаетесь. Сейчас на наши теоретические исследования заказов больше, чем на практические работы. Без таких исследований нельзя строить точные прогнозы, формулировать стратегию надежных горных работ. Наши предыдущие исследования вывели институт на другой уровень. Мы обсуждаем сейчас геодинамику всей Земли, а не только конкретных месторождений. Именно этому посвящаются международные конференции, которые проходят через каждые два года. Они собирают цвет науки.

Ситуация обостряется еще и тем, что на определенных глубинах людям уже нельзя работать в подземном пространстве. Высокая температура не позволяет. Приходит время безлюдных технологий, перехода на массообменные процессы, которые диктуются уровнем горного давления, структурой вещества, температурой и многим другим. Хотя это проблемы будущего, но не столь уж отдаленного. А решать их придется науке.

— Понял: нужны подземные роботы. Не так ли?

— Верно. Пришло время форсировать работы по созданию робототехники для подземного космоса. То есть своеобразных электронных, умных червей, которые могли бы везде проползти, выдержать невзгоды глубин и успешно работать. Для этого придется решить целый пласт новых задач. Например, материаловедческих.

Заверяю вас, что никто этим в наши дни заниматься не будет, кроме академической науки. Никакому прикладному институту такие задачи не по силам. На этом направлении половина, по крайней мере, объема исследований должна быть истинно фундаментальной.

— Простите, но вам «положено» соотношение тридцать на семьдесят, как академическому институту. Вы не имеете права переступать границу.

— Да, такое слепое соотношение для фундаментальных и прикладных работ утверждено. Оно плохо учитывает специфику института. Полагаю, что с принятым соотношением в науке могут согласиться только гуманитарии. Да и то едва ли... А для нас оно совершенно неприемлемо. Кто заглянул в ситуацию, в которой мы работаем? Нам надо создавать приборы, оборудование для новых технологий, ездить на шахты и рудники, которые в большинстве своем ныне приватизированы. И руководят ими, как правило, начальники нового поколения, весьма далекие от научных знаний. Будущее их не сильно интересует. С ними договариваться очень не просто. А мы государственники, ученые, и не можем позволить себе узколобого взгляда на развитие страны. По этим и по многим другим причинам установленное соотношение академическим институтам в нынешних условиях попросту надуманное, если не бредовое. Оно оторвано от реальной жизни, от тех условий, в которых сейчас академическая наука находится. Нельзя представить геолога без экспедиций, а ученого-горняка — без шахты.

Кроме того, наша специфика еще в том, что она не позволяет рассчитывать только на бюджет, на деньги от государства, отпускаемые более чем скромно на фундаментальную науку и зарплату ученым. Поэтому стратегия института, вынужденная и единственно правильная в сложившихся условиях, — зарабатывать, основываясь, прежде всего, на теоретических исследованиях.

И с помощью этих заработков развивать фундаментальные исследования. Но развивать их в отрыве от наших объектов, то есть земли, горных массивов, месторождений, мы не можем. Без «общения» с ними в нашей науке пороха не выдумаешь. А на командировки к этим объектам тоже надо зарабатывать, без приборов туда не поедешь, а для создания их мы привлекаем сотрудников наших конструкторско-технологических институтов. Система интеграционных проектов хорошо позволяет сейчас нам взаимодействовать с пятнадцатью институтами только СО РАН. Все это никак «не укладывается» в установленное соотношение тридцать на семьдесят. А вот делу переход через границу соотношения лишь помогает.

Зарабатывать и надо, и приходится

— Виктор Николаевич, не могли бы вы подробнее рассказать, как и на чем зарабатывает институт?

— В сущности, весьма традиционно. У нас нет иного способа, чем продавать наши разработки, которых много, и продвигать их в практику, помогать производственникам осваивать результаты исследований... Мы продаем лицензии, технологии, машины, развиваем собственное производство. Вы уже писали про нашу известную фирму двойного подчинения «Комбест», которой руководит доктор наук Владимир Александрович Григораценко. Эта фирма реализовала только маленькую частичку накопленного в институте потенциала, но она нашла огромное массовое приложение. Пневмопробойники с высокой эффективностью и никому не мешая, протаскивают под землей трубы во многочисленных городах страны. Но потенциал даже этой «частички» далеко еще не исчерпан. Едва ли мы с вами можем даже представить, сколько еще сгнивших труб ждут замены чуть ли не во всех городах страны.

Это настолько острая проблема, что мы делаем все для того, чтобы решение по застарелому и болезненному вопросу было принято на правительственном уровне. Улыбчиво можно сформулировать так: канализации срочно нужны новации. Впрочем, при поддержке председателя СО РАН академика Добрецова и руководителя Госстроя Кошмана первые шаги к правительственному решению уже сделаны.

— Надо откровенно признать, — продолжал рассказ директор института, — что наши фундаментальные исследования формировались под воздействием производства. А каковы потребности производства? Иметь передовые, экологичные и безопасные технологии. А их даже представить нельзя без машин и оборудования — комбайнов, разного рода приборов, разрушающих устройств, без постоянного мониторинга за состоянием горных массивов и т. д. Мы говорим о технологии, но она в нашем деле — сгусток технических и научных решений. Вот на этом «сгустке» мы и зарабатываем средства для института. Прежде всего на горном машиноведении.

— А еще на чем?

— В последнее время, как ни странно, фундаментальная геомеханика зарабатывает столько же денег, сколько мы получаем за технологии и от машиноведения.

— Видимо, спрос на новые знания растет?

— Сейчас у нас ценятся одинаково, то есть высоко, и новые знания, и новые разработки. А в мире за новые знания платят больше. Это очень хороший признак, потому что такая оценка дается практиками. Все заметнее специалисты, которые зрят в корень, оценивают фундаментальные разработки ничуть не хуже, чем прикладные. В том числе и у нас в институте. Это поучительный и обнадеживающий прецедент.

— Мне еще видится и другое в приведенных вами примерах. Выходит, что растет и интеллектуальный уровень специалистов-практиков.

— Мы ведем большую работу среди них. Нам важно, чтобы среди практиков было много тех, кто способен воспринимать инновации, правильно оценить результаты фундаментальных исследований. К сожалению, наши вузы не готовят специалистов, способных воспринимать наукоемкие разработки. Их «ковать» приходится в работе. А вот так, чтобы приехали наши специалисты на предприятие и сразу бы все было освоено, — этого не бывает. Нужно еще найти тех, кто поймет, «вживется» в институтскую разработку и поверит в нее. У нас почти семьдесят процентов в аспирантуре и докторантуре — перспективные и талантливые специалисты горного производства. Пройдя институтскую школу, это будут воистину «наши люди». Они поймут, разберутся в том, что предлагает наука шахтам и рудникам, хотя эти специалисты, как правило, учатся у нас заочно. Но у нас и очных аспирантов немало. Мы в минувшем году сделали резкий рывок и перевыполнили план приема в аспирантуру в полтора раза. Сейчас у нас сорок пять аспирантов на 126 научных сотрудников. Кроме того, мы организовали в прошлом году базовую выпускающую кафедру геомеханики в НГУ.

— А вы, конечно, заведуете этой кафедрой?

— Да, заведую.

— Полагаю, что все ребята? Девушки не пойдут на геомеханику...

— Тут вы не ошибаетесь, — улыбнулся Виктор Николаевич и подтвердил: — Действительно один ребята.

...В качестве отступления уточню, что если рассказывать о всех разработках ИГД, то потребуется еще один выпуск газеты в газете «Наука: сибирский вариант». И лишь в том случае, если изложение будет носить форму краткого перечисления. В этот перечень войдут, например, созданный вместе с «Уралмашем» карьерный экскаватор для безвзрывной технологии разработок полезных ископаемых открытым способом, новый способ очистки поверхностей от ржавчины и различных отложений, новое поколение пневматических молотов, тоннельные вентиляторные агрегаты, пневмоударники для бурения скважин, различные измерительно-вычислительные комплексы и многое другое. Кроме того, при директора института академики Михаил Курленя, Евгений Шемякин и член-корреспондент Виктор Опарин — авторы открытия (номер 400) «Явления зональной дезинтеграции горных пород вокруг подземных выработок». Это было последнее в СССР зарегистрированное открытие. А всего за всю историю Советского Союза открытий было зарегистрировано четыреста два.

Словом, каждую работу ИГД комментировать на газетной площади невозможно. Ограничимся кратким комментарием самого директора института. Ему, как говорится, виднее.

— Обратимся ради сжатости рассказа, — предложил Опарин, — к тем разработкам, которые выполнены за последние пять лет. Тем более что они «выросли» из открытий, которые были сделаны ранее нашими сотрудниками. И в области экологии, и в машиноведении, и в геомеханике. Например, создание систем контроля и приборов. Теперь их можно продавать по отдельности, что нам выгодно. Как отдельные машины или технологии.

— А раньше их продавали по отдельности?

— Продавали, но, скажем так, в увязке со схемными решениями, например. То есть продавался весь блок оборудования, а теперь по отдельности. Вообще от полученного нового знания всегда, рано или поздно, прокладываются дорожки к новым практическим решениям. В частности, на основе добытых в институте знаний была предложена схема формирования так называемых закладочных массивов и требования к этой закладке. В итоге мы сэкономили значительные средства. Это объяснение в самом общем виде, но суть, полагаю, понятна. Достигнута реальная экономия.

Есть и еще один ощутимый результат под названием «Эффект аномального низкого трения в блочных средах». Суть в том, чтобы блочный массив не разрушать, а разбирать по частям, которые в этом массиве есть. Но это очень трудно, если массив в сильно сжатом состоянии. По существующим технологиям массив надо разрушать. Взрывом или как-то иначе, но разрушать. Мы стали изучать, а что произойдет с трением, если еще и «подзвучивать».

— Как это — подзвучивать?

— То есть воздействовать звуком, акустическими импульсами.

— И что же выяснилось?

— Выяснилось, что когда блочок-кирпичик выдергиваен в напряженном состоянии — это одно, сдвигается кирпич мало, а при небольших импульсах усилие начинает резко падать и сдвиг на порядки увеличивается. Кирпичи тогда намного легче вынимать. В этом эффекте лежит огромный потенциал, и он еще даст о себе знать при многих работах. Вот вам еще одно свидетельство в пользу того, что с массивом надо обращаться осторожно, даже деликатно, а не грубо, по-хамски.

— Что уж говорить об отношениях между людьми?! Они должны быть предельно деликатными. А мы их строим «на старой технологии» — взрываем...

— Еще одно проведенное нами научное исследование, которое ложится в основу новых фундаментально ориентированных инновационных разработок, называется явлением знако-переменной реакции горных пород на динамику взрывных воздействий. Мы и в теории, и в практике горный массив часто рассматриваем как сплошной. А он сплошь и рядом не сплошной. Он в любом случае имеет свою структуру, состоит из блоков. И между ними есть очень маленькие промежутки, которые подчас можно увидеть только в микроскоп. Но они есть. И вот эти маленькие трещинки приводят к тому, что блоки начинают двигаться и тереться между собой. То сходятся, то расходятся. А на это тратится энергия и взрыва, и механического воздействия. Это своеобразная пульсация блоков.

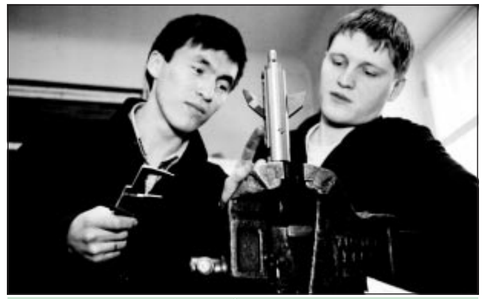
Узнав об этом, мы сразу же предположили, что должен существовать механизм переноса упругой энергии, которая запасена в массивах горных пород, в виде необычных волн. По существу, мы предположили, что существует эффект домино в массивах горных пород. И наше предположение подтвердилось. Оказалось, что такие волны действительно существуют. Больше того, их даже целое семейство. Так вот они несут энергию, которая тоже может разрушать. И на порядки больше, чем уже давно обнаруженные волны. Надо разобраться, что же на самом деле колотит массив горных пород и какая волна разрушает здания после землетрясения, с какой скоростью она несется, сметая почти все на своем пути, и есть ли у нас временной лаг, чтобы сказать, через какое время придет земное цунами. Такое предвидение будет иметь колоссальное значение для жизни. Если цунами случилось на расстоянии от нас за три тысячи километров, то у нас еще есть в запасе полтора-два часа. Мы можем многое предпринять для спасения и рассказать людям о возможном последствии землетрясения или взрыва.

— Надеюсь, приведенных примеров достаточно, — сказал Виктор Николаевич, — чтобы показать вам фундаментальность наших исследований, их важность и необходимость для практики.

— Думаю, что достаточно.

На этом мы и прервем беседу с директором Института горного дела СО РАН.

МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ ИНСТИТУТА ГОРНОГО ДЕЛА. За столом (слева направо): Веровец Ирина Валерьевна — бакалавр НГТУ; Зедгенизов Дмитрий Владиленович — к.т.н., в.н.с.; Юркин Игорь Александрович — м.н.с.; Мирошниченко Нелли Александровна — к.ф.-м.н., н.с.; Новикова Евгения Викторовна — инженер. Стоят (слева направо): Лугин Иван Владимирович — к.т.н., н.с.; Кубанычбек уулу Бакыт — аспирант; Белоусова Анна Сергеевна — инженер; Шевчук Евгения Григорьевна — аспирант; Тарасик Татьяна Михайловна — к.т.н., ученый секретарь; Пынзарь Михаил Михайлович — программист, аспирант-заочник; Быкадоров Алексей Иванович — к.т.н., н.с.; Тамбовцев Павел Николаевич — аспирант; Шарапов Анатолий Георгиевич — м.н.с.



ЛАБОРАТОРИЯ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. Над конструкцией щелеобразователя работают аспиранты (слева направо) Бакыт Кубанычбек уулу и Павел Сажин.

ЛАБОРАТОРИЯ ГОРНОЙ ИНФОРМАТИКИ. У измерительного комплекса для определения напряжений в породном массиве. Слева направо: доктор технических наук, заведующий лабораторией Аркадий Леонтьев и кандидат технических наук, научный сотрудник Екатерина Рубцова.

ЛАБОРАТОРИЯ ГОРНОГО МАШИНОВЕДЕНИЯ. У стенда для исследований рабочих процессов гидравлических ударных систем (слева направо): кандидат физико-математических наук Леонид Городилов и младший научный сотрудник Виталий Кудрявцев.

Выпуск подготовил Ролен НОТМАН, фото Сергея ДЯТЛОВА.