

виде листов, а в алмазе они образуют плотную кристаллическую упаковку. Почему так?

Всё дело в условиях образования. Ведь алмазы на поверхности Земли – только гости, а родились они на очень больших глубинах, при высоких температурах и давлении. Добывают алмазы и из россыпей, созданных реками и ручьями при разрушении выглянувших на поверхность коренных алмазоносных пород – кимберлитов (получили название от африканского города Кимберли, центра алмазной промышленности).

В России первый алмаз был найден 5 июля 1829 года мальчиком Пашей Поповым на Урале в Пермской губернии на Крестовоздвиженском золотом прииске. Но до открытия настоящих месторождений было ещё далеко. Первые «трубки взрыва» были найдены в Якутии в августе 1954 года геологом Л.А. Попугаевой, и сейчас эта республика – один из мировых центров добычи алмазов. А во второй половине XX века в Архангельской области были разведаны алмазные месторождения.

**Знаете ли вы, что...**

Самые первые алмазы на земле были найдены, как считают историки, в речных россыпях Индии. Случилось это событие около 3 тысяч лет назад. А название места, куда индийские алмазы привозили для продажи, – древний город Голконда. Слава этого города пережила его самого: название «Голконда» до сих пор осталось во всех языках как слово, означающее несметные сокровища!

**БУРЕНИЕ - МАТЬ ИЗУЧЕНИЯ**

Сегодня буровые скважины – примета повседневной жизни. Буровые вышки мелькают на экране телевизора, когда рассказывается об успехах нефтяников и газовиков; вы сталкиваетесь с буровыми установками во время поисков воды на даче, видите их, смонтированных на мощных автомобилях, во время строительных работ в городе. А для геолога буровая скважина – возможность проникнуть в глубину земных недр, чтобы понять строение Земли и найти полезные ископаемые.



Первые скважины были пробурены более 2 тысяч лет назад в Китае. Для бурения тогда использовались полые стволы бамбука, а глубина таких скважин достигала нескольких десятков метров. В старину скважины в основном бурились для поисков подземных вод. Они и сейчас в ходу и называются артезианскими. По таким скважинам вода поднимается на поверхность земли самотёком. Своё имя они получили позднее по названию французской провинции Артуа, где это свойство подземных вод использовали многие сотни лет. Для нефтяников и газовиков скважины – практически единственный способ «отнять» у недр нужное нам полезное ископаемое.

Шли годы, менялась техника бурения, возрастала глубина скважин, совершенствовались методы изучения полученных с их помощью данных. Между прочим, в XIX веке скважины не бурили, а долбили специальным долотом, и только в XX столетии на смену ударному пришло роторное (вращательное) бурение, а буровой снаряд стал приводиться в действие не вручную, а с помощью мощного мотора. Очень важным результатом бурения остаётся керн – круглые столбики горной породы, извлекаемые с больших глубин и служащие предметом особого внимания геологов (кern изучают с лупой в руках, под микроскопом, отбирают пробы для химических анализов и т.д.). Есть и другие способы изучения пробуренных скважин.

**ВЗГЛЯД ИЗ КОСМОСА НА ЗЕМЛЮ**

Исследователи утверждают, что философ Платон, живший на рубеже V и IV веков до н. э., считал, что «Земля, если взглянуть на нее сверху, похожа на мяч, сшитый из двенадцати кусков кожи». С какой же высоты надо было взглянуть на Землю во времена Платона, чтобы увидеть



ещё до окончания школы. В МГУ, например, вот уже более полувека работают школьные геологические кружки и Геологическая школа, где мальчишки и девчонки постигают азы этой специальности, ходят в походы и даже отправляются вместе со студентами в настоящие экспедиции. А ещё они участвуют в школьных геологических олимпиадах и становятся их победителями.

## ГЕОГРАФИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Если посмотреть на карту полезных ископаемых (см. «Геологическая карта»), то легко заметить, что месторождения распределены по Земле неравномерно – где густо, а где пусто! Некоторые страны богаты нефтью, газом, рудами металлов, углём, а на территории других нет минерального сырья, и его приходится покупать за рубежом. Это связано в первую очередь с геологической историей, строением региона, возрастом слагающих его пород, толщиной осадочных пластов, перекрывающих так называемый кристаллический фундамент. Вот, к примеру, древний Урал; здесь горы «сгладились» за миллионы лет, и на поверхности вышли месторождения руд самых разных металлов. А в пределах более молодого Кавказа месторождений найдено меньше; хотя они, скорее всего, просто прячутся в глубине... Ближний Восток, Индонезия, Каспий, Западная Сибирь – настоящие кладовые нефти, а под курскими чернозёмами скрыты огромные запасы железных руд. Одним словом, что ни район, то свои тайны.

Изучая строение того или иного района, можно многое узнать не только о его геологическом прошлом, но и заглянуть в промышленное будущее: какие полезные ископаемые тут можно найти? Ведь как открыли якутские месторождения алмазов? Обнаружили сходство геологического строения этих мест с алмазоносными провинциями Африки. А потом была долгая работа геологов и – результат налицо.

На карте мира геологи выделяют целые пояса, богатые нефтью, газом, рудами железа, меди, золота... А ещё геологи подметили, что месторождения полезных ископаемых расположены на карте не просто так, а в строгом соответствии с гигантскими структурами земной коры – зонами мощных разломов и сдвигов (см. «Тектоника, или Всё в движении»). В таких местах прочность земной коры как бы ослабляется, и многие рудные расплавы и растворы поднимаются ближе к поверхности. Есть ещё много причин, определяющих наличие (или отсутствие) месторождений в каком-то районе (см. «Как ищут месторождения?»). Но время идёт, меняются наши знания о земной коре, условиях формирования руд, а потому для



многих районов, где пока месторождения не найдены, в будущем может всё измениться!

### Знаете ли вы, что...

Калифорния, один из штатов США, который в первой половине XIX века мог похвастаться только своими лесорубами и скотоводами, превратился в преуспевающий регион благодаря геологии. Началось с того, что некий плотник Джеймс Маршал, занимавшийся сплавом срубленных деревьев, решил углубить русло реки, чтобы было удобнее работать. Он прибег к помощи взрывчатки, а когда дым от взрыва развеялся, то обнаружил среди выброшенного на берег песка... золото! Это открытие послужило началом «калифорнийской золотой лихорадки» и принесло огромный доход. Второй раз Калифорнии повезло, когда лет через 20 после открытия Маршала на её территории было обнаружено другое золото – «чёрное». Нефть двинула вперёд экономику штата...



Но наука не стоит на месте, и это «счастливейшее завоевание» вынуждено было уступить место другой гипотезе горообразования – геосинклинальной. Согласно этой гипотезе, которая считалась самой правильной в XX веке, горные складчатые цепи образовались на месте огромных прогибов земной коры в результате инверсии (перестановки), то есть воздымания накопившихся за миллионы лет осадков и образования на месте прогиба горной страны. Но и эта гипотеза не превратилась в доказанную теорию. Сегодня считается, что все горные цепи образовались в результате взаимодействия литосферных плит, которые, как бы плавая по поверхности Земли, сталкиваются или подныривают друг под друга. Все крупные горные цепи появились на границах этих соприкосновений (см. «Дрейф материков»). Это результат сжатия земной коры. Но всегда ли было так? Очевидно, нет, потому как, например, горные цепи на океанском дне образовались не в результате сжатия, а, напротив, растяжения структур дна. Сложно всё это, не похоже на арифметическую задачу «сколько будет дважды два»? Но ведь геологи имеют дело с процессами, которые продолжаются миллионы лет и наблюдать которые невозможно. А все доказательства собираются ими по крупицам и соединяются в одно целое скрупулезными расчётами, моделированием и творческой фантазией.

На этом можно было бы поставить и точку, но... Как же всё-таки образуются горы? Почему именно последняя версия – самая правильная? Ведь не исключено, что через 20–30 лет какой-нибудь учёный сформулирует новую гипотезу, а геологи подберут к ней доказательства. Так что точку ставить рано!

### Знаете ли вы, что...

Уральские горы служат «кладовой России» ещё с допетровских времён. Но только во времена царя-преобразователя началось планомерное наступление на здешние недра. Железо, медь, золото, драгоценные и поделочные камни, яркие самоцветы, каменная соль – всё это добывали на Урале начиная с XVIII до середины XX века. Многие уральские сокровища сегодня иссякли: истощились запасы малахита, многие россыпи золота, даже железная гора Магнитная исчезла с лица Земли – на её месте глубокий карьер. И всё же уральские богатства



ещё не исчерпаны! Геологи ищут и находят новые месторождения, которые умножат славу «кладовой России».

## ДРЕЙФ МАТЕРИКОВ

О том, что материки могут дрейфовать, как ледяные «острова» в океане, некоторые учёные догадывались давно. Гипотеза дрейфа континентов, пожалуй, самая яркая и при этом самая спорная из гипотез развития Земли. Её судьба драматична и поучительна. Большинство людей, знакомящихся с научными теориями в Интернете, думают, что открыл дрейф материков немецкий геолог Альфред Вегенер.

В 1912 году он прочитал публичную лекцию, в ходе которой высказал предположение о том, что материки «плывут» по подстилающей их мантии Земли.

Между тем чуть ли не за 300 лет до Вегенера философ Фрэнсис Бэкон обратил внимание на тот удивительный факт, что побережья Африки и Южной Америки можно соединить, подобно современному игровым пазлам, и они сойдутся практически без зазора. Значит, они когда-то «разъехались»! А в 1668 году появилась книжка аббата Франсуа Пласе, в которой утверждалось, что в далёком прошлом («до потопа») Америка, Африка и Европа составляли один континент, и только потом отделились друг от друга. В XVIII и XIX веках эта идея время от времени несколько раз выдвигалась в работах геологов, но потом о ней забывали, и каждый новый исследователь открывал её для себя заново. Был такой учёный-самородок и в России: в маленьком городе Ливны работал учителем пения астроном-любитель Евграф

Быханов. В 1877 году он опубликовал книжку, где изложил свои взгляды на теорию образования планетной системы и в том числе возможность дрейфа континентов. В частности, он писал: «Может быть, древний материк (Атлантида) вовсе не опускался вниз, как думают, и не покрывался водою, а только отодвинулся далее на запад и в настоящее время существует под именем Америки...»

Но именно Вегенер был первым, кто подвёл под гипотезу дрейфа материков научную базу и посвятил всю жизнь сбору доказательств в пользу своих убеждений. Он и погиб в 1930 году в Гренландии, куда отправился в экспедицию, чтобы собрать новые доказательства возможности дрейфа материков. Вегенер утверждал, что когда-то на Земле возник относительно тонкий слой гранитных



## МИНЕРАЛЫ - КИРПИЧКИ ЛИТОСФЕРЫ

Ответить на вопрос – что такое минералы? – не так просто, как кажется на первый взгляд. Минералы – это природные образования, состав которых определяется химической формулой. Чаще всего мы, посмотревшись образцов в витринах музеев, представляем себе минералы как красивые, различные по форме и окрашенные в разные цвета кристаллы. Это и так, и не совсем так. Все кристаллы – минералы, но не все минералы – кристаллы. Во-первых, потому что могут быть минералы без внутренней структуры (которая и определяет кристаллическую форму), так называемые аморфные. А во-вторых, многие учёные относят к минералам жидкости (например, воду) и даже газы. И в этом есть научный смысл. Изучением минералов занимается одна из старейших геологических наук – минералогия.



Первые попытки классифицировать минералы предпринял ещё Аристотель. Из минералов, как из кирпичиков состоят все горные породы, слагающие литосферу – каменную оболочку Земли. Именно в минералах заключены необходимые людям химические элементы, ради извлечения которых геологи ищут месторождения. Но в XX веке многие минералы научились выращивать искусственно, в лабораториях, на промышленных предприятиях и... в космосе! Есть даже искусственные драгоценные камни. Но всё равно самой большой лабораторией остаётся наша планета, её недра, где рождаются разные минералы, горные породы, руды... Без этой неживой природы не было бы и жизни на Земле!

## МИХАИЛО ЛОМОНОСОВ - ПЕРВЫЙ РУССКИЙ ГЕОЛОГ

Если основателем наук о земле можно считать древнегреческого философа Аристотеля, который в IV веке до н. э. составил первую классификацию ископаемых, разделив их на земли, камни и руды, а зачинателем европейской геологии – датчанина Нильса Стенсена, который в XVII веке впервые показал, что горные породы



М.В. Ломоносов. Неизвестный художник. XVIII в.

герцогства Тосканского на севере Италии залегают не абы как, а слоями, то основателем российской геологии по праву считается М.В. Ломоносов (1711–1765).

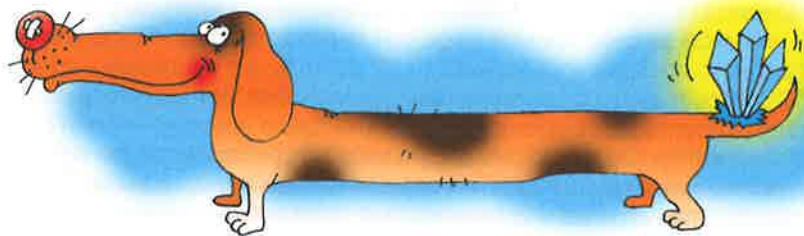
Самое любопытное, что во времена Михаила Васильевича даже такой науки – геология – не существовало, и её название появилось значительно позже. А вот рудознатцами земля наша славилась: были на Руси умельцы, которые могли отыскивать месторождения железа, золота, серебра, меди, камней драгоценных... Но они были лишь практиками, все свои знания получившими от общения с «натурой». А первым настоящим геологом, оценивавшим жизнь Земли с точки зрения всех процессов, происходивших (и происходящих) в недрах, был Ломоносов. Он не только обобщил всё, что знала о слоях земных тогдашняя наука, но и высказал некоторые идеи, осмыслить которые геологи сумели только спустя десятилетия. У Ломоносова мы найдём описание геологических процессов, включая катастрофические (наводнения, землетрясения, извержения вулканов). Упоминает Михаил Васильевич и о

## ПРОБЫ И ОБРАЗЦЫ

Когда мама варит варенье, а вы пристаёте к ней «дай попробовать!» – всё ясно: очень хочется узнать, вкусное ли оно? Хотя разве варенье может быть невкусным? А вот горные породы опробуют, для того чтобы узнать, из чего они состоят, есть ли в них полезные компоненты и нет ли вредных примесей. Поэтому породы, отобранные в отмеченных на картах местах, называют «проба». Её масса должна быть такой, чтобы хватило на все анализы и ещё немного осталось (для контроля). Из рыхлых отложений, россыпей тоже отбирают пробы, которые иногда промывают на месте, в специальных деревянных лотках. Обломки тяжёлых минералов, остающиеся на дне лотка, называются «шлих».

Геологический образец – просто кусочек породы, который откалывают с помощью геологического молотка для дальнейшего изучения. Из этих образцов делают тончайшие, прозрачные (толщиной до 0,035 мм) пластинки, которые наклеивают с помощью эпоксидной смолы на стеклышки и изучают под микроскопом. Такие срезы носят название «шлиф». Образцы руд металлов чаще изучают, выравнивая образец, полируя одну из его поверхностей. Это «аншлиф» или «шлиф полированный». Его тоже изучают под микроскопом, но в отражённом свете.

Каждый образец (и пробу) снабжают этикеткой, где точно зафиксировано место и время отбора, есть подпись отобравшего образец геолога (за свою работу нужно отвечать!). А для образцов, которые поступают на хранение, предусмотрена ещё и такая маркировка: на образец наносят кисточкой немного белой краски и (по высохшему слою) пишут чёрной тушью номер образца и место его отбора. Те образцы, которые из-за небрежности специалистов или волей случая оказались без маркировки, у геологов в шутку принято называть «собаки» – собака, мол, на хвосте принесла.



## РОССЫПИ

Почти все полезные ископаемые связаны с породами, образовавшимися в глубинах земли. Но со временем породы попадают на поверхность и разрушаются. А более стойкие минералы остаются в сохранности. Они могут оставаться на том самом месте, где когда-то залежали «материнские» породы, а могут перенестись водой на большие расстояния. При этом кристаллы, зёрна драгоценных металлов оседают на дно рек, озёр и морей. Если перенесённых водными потоками минералов накопится много, то образуется россыпное месторождение. Большинство россыпных месторождений находится в руслах современных и давно исчезнувших рек, а также в прибрежной зоне морей (шельфе). Как пел когда-то Владимир Высоцкий: «Родники мои серебряные, //Золотые мои россыпи!..»

Разрабатывать россыпи легче и дешевле, чем месторождения, находящиеся в коренных породах. Иногда добыть металл или драгоценные камни из них под силу даже одному человеку (вспомните золотоискателей Джека Лондона). Но и иссякают россыпные месторождения быстро. Хотя учёные считают, что будущее человечества связано с ещё практически не тронутыми россыпными месторождениями морей: там есть золото, титан, олово и другие полезные ископаемые. Дело за малым: научиться это богатство добывать!



Карьерная добыча полезных ископаемых

## ЧЕТВЕРОНОГИЕ РУДОЗНАТЦЫ

Всем известно, что собака – самый верный друг человека: они вместе почти 15 тысяч лет! Естественно, что и в дальних экспедициях собакам находится место: они сторожат палатки, помогают в охоте, тянут по заснеженной тундре нарты с людьми и тяжёлым грузом... А вы знаете, что собака сама может быть геологом, помогая людям в поисках полезных ископаемых? Эти животные обладают тончайшим чутьём, буквально читают по запахам книгу природы. Обученные различать запахи некоторых рудных минералов, собаки их никогда не забывают: они могут найти руду даже под слоем почвы и снега. Иногда и в наше время, несмотря на постоянное совершенствование методов поисков месторождений, геологи и собаки работают плечом к плечу. Ещё лет 30–40 назад в геологических организациях существовали даже специальные кинологические отряды (кинология – наука о собаках). Сейчас их почти не осталось, но родичи бывших «геологов» с успехом помогают милиции и сапёрам в поисках взрывчатки, наркотиков... Придёт ли снова время четвероногих геологов? Поживём – увидим...



### Знаете ли вы, что...

Почти полвека назад финскими геологами был проведён эксперимент. Они заставили собаку Лари соревноваться в поисках медной руды с настоящим геологом. При этом и человеку, и собаке выделили одинаковую площадь для поисков, где было много древних валунов с медными вкраплениями, дали на работу одинаковое время, и... собака вышла победителем! Она нашла 1300 образцов медной руды, а геолог – только 270.

## ЯДРО ЗЕМЛИ

Один из первых учёных, предложивших модель Земли, – французский философ Рене Декарт в своём труде «Начала философии», написанном в 1644 году, предположил, что внутри Земли находится «огненное ядро», которое окружено несколькими оболочками, в том числе оболочкой, где образуются металлы, и поверхностной оболочкой, сложенной камнями, глиной и т.п. Большая роль «подземному огню» отводилась и в работах некоторых других учёных XVII и XVIII веков. Главным доказательством суще-



ствования в глубинах Земли «подземного огня» в те времена служили вулканы, в том числе Везувий и Этна, доставлявшие много неприятностей жителям Италии.

Но все эти гипотезы были, если можно так сказать, умозрительными. Конкретные данные о строении Земли, основанные на использовании научных методов, появились только к концу XIX века. В 1897 году профессором Геттингенского университета Э. Вихертом было высказано предположение, что планета состоит из мощной твёрдой оболочки (мантии) и ядра. Потом, вплоть до начала XXI столетия, благодаря работам геологов разных стран представления о внутреннем строении Земли и особенно её мантии всё время усложнялись.

А что же ядро Земли? Чем оно сложено? Какую роль играет для всего живого на планете? К сожалению, до ядра учёные пока добраться руками не смогли (и вряд ли когда-нибудь смогут), а потому все наши представления построены на данных, полученных с помощью геофизических или геохимических методов, путём скрупулёзных расчётов. Так, по данным сейсмологии (один из разделов геофизики), установлено, что ядро состоит из двух слоёв: внутреннего твёрдого ядра и его внешней жидкой оболочки, о существовании которой говорит тот факт, что через неё не проходят так называемые поперечные S-волны, распространяющиеся, как известно, только в твёрдых телах. Масса ядра достигает, согласно расчётам,  $1,932 \times 10^{24}$  килограмма. Чтобы понять, много это или не очень, надо сравнить массу ядра с массой всей Земли, которая достигает  $5,97 \times 10^{24}$  килограмма. Состав ядра определяется как железный с примесью никеля, серы, кислорода или кремния. Средняя плотность ядра более чем в два раза превышает среднюю плотность Земли. Предполагается, что температура в ядре Зем-