



# ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО • НАУКА •



АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР  
Национальный комитет геологов  
Советского Союза

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС

XXV сессия

*Доклады советских геологов*

550 (091)


1485

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ  
И ИСТОРИЯ  
ГЕОЛОГИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО • НАУКА •

Москва 1976



УДК 373+378+550(091)

ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR

MINISTRY OF GEOLOGY OF USSR

National Committee of Geologists of the Soviet Union

INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS

XXV session

**GEOLOGICAL EDUCATION AND HISTORY OF GEOLOGY**

---

Ответственный редактор

Г.П. Горшков

Responsible editor

G.P.Gorshkov

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Советский оргкомитет по подготовке участия геологов в XXV сессии Международного геологического конгресса поручил своей секции № 17 отбор, подготовку и публикацию докладов советских ученых по вопросам геологического образования и истории геологии. Настоящий сборник содержит часть докладов, поступивших в ответ на соответствующий запрос, разосланный кураторской группой секции в различные учреждения и отдельным лицам.

Доклады В.И. Оноприенко и А.С. Поваренных посвящены некоторым общим вопросам развития теоретических основ и методологии геологических наук. В советской печати эти вопросы неоднократно ставились и могут считаться разработанными достаточно хорошо, но они представляют интерес и для более широкого круга специалистов, объединенных конгрессом.

Доклады Е.Е. Милановского, В.А. Кудрявцева и К.П. Мельниковой касаются развития геологии (а также мерзлотоведения как одной из конкретных, имеющих особое значение для Советского Союза ветвей геологической науки) в Московском университете, где преподавание геологии восходит к далекому прошлому, обладает определенными традициями и опыт которого учитывается многими другими высшими учебными заведениями.

Наконец, в докладах В.В. Добровольского, В.Д. Войлошникова и Б.Н. Гурского освещается состояние геологических дисциплин в учебных планах средних школ и педагогических институтов.

Таким образом, хотя список докладов, собранных в настоящем сборнике, и невелик, тематика докладов охватывает широкий круг проблем и может отразить некоторые существенные факты и идеи, заложенные в основу наших представлений об истории науки и методах подготовки молодых специалистов.

В работе по подготовке сборника принимали участие профессор Д.И. Гордеев (МГУ) и В.В. Тихомиров (ГИН АН СССР). Обязанности ученого секретаря кураторской группы выполняла К.П. Мельникова (МГУ).

## **ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИИ, МЕТОДОЛОГИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ**

Развитие теоретических построений в геологии все более выдвигается в качестве одной из центральных проблем всего комплекса наук о Земле. Для решения этой проблемы используются различные средства. В данной статье предпринята попытка показать значение методологических и историко-научных исследований в области геологических наук для совершенствования теоретических конструкций в геологии.

Прежде всего оговоримся, что мы будем понимать под историей геологии. Этот вопрос не так тривиален, как может показаться. В последние годы интерес к истории науки, в том числе к истории геологии, возрос, появилось много интересных публикаций. Вместе с тем обнаруживается различное понимание авторами предмета историко-научных исследований в области геологических наук. Нередко в качестве основных типов историко-научного исследования геологического знания рассматривается хронологическое описание развития данной науки или описание деятельности и вклада в науку какого-либо ученого. Безусловно, такого рода историографические исследования необходимы как исходный фактический материал. В них нередко делаются эмпирические обобщения. Однако на современном этапе на первый план выдвигается задача раскрытия логики развития науки, условий и факторов ее движения.

Наиболее актуальными в настоящее время представляются исследования новейшей истории геологии и выяснение внутренних закономерностей развития геологического знания. Значение работ по истории геологических знаний, выясняющих логику развития идей, еще более актуально потому, что только таким путем можно выявить специфику некоторых теоретических построений в геологии по сравнению с другими естественными науками.

В периоды изменения парадигмы науки ее дальнейшее развитие затрудняется без анализа самого научного знания, его природы, механизмов и процессов, т.е. без решения методологических задач. Под методологическим анализом геологии мы будем понимать специальное исследование методов, средств, способов и подходов в процессе познания геологических объектов (Онопrienко, Поваренных, 1974).

Важной идеей, высказанной в последние годы, является представление о многоплановости, разнообразии уровней и типов методологического анализа науки (Лекторский, Швырев, 1972). В процессе исследования решаются различные методологические задачи, связанные с разными уровнями и научной проблематикой. Все это обуславливает существенные различия методологических исследований по их теоретическому уровню, степени общности, уровню вычленения и осознания исходных понятий и средств методологического анализа. На основе этой общей идеи можно высказать предположение о необходимости проведения методологических исследований в геологии на различных уровнях: от философского рассмотрения особенностей геологического знания до сравнительно узкоспециализированных методологических вопросов, возникающих при решении каких-либо конкретных геологических задач (Онопrienko, 1975). Выделяя какую-либо проблему, полезно и необходимо рассмотреть ее на различных методологических уровнях. Такой "комплексный" подход при решении методологических проблем и будет выступать в качестве конкретизации критериев системного исследования в современной науке.

На уровне философского анализа геологического знания в качестве основной выступает задача соотнесения теоретических конструкций геологии с общефилософскими идеями и концепциями с целью внедрения в геологию общеметодологических принципов и критериев. На логико-гносеологическом уровне рассматриваются вопросы специфики и структуры геологического знания, этапов и средств научного исследования в геологии. Уровень специальной научной методологической проблематики включает анализ основных понятий геологии, имевших категориальный статус, исследование их эволюции и тех теоретических систем, в которые они входят.

В ходе разворачивания методологических исследований в геологии, помимо различных организационных трудностей и препятствий, обнаружилось, что сам процесс их развития в значительной степени зависит от состояния историко-научных исследований геологического комплекса знаний. Между историей геологии и методологией обнаружилась сложная взаимная связь. Выявление структуры и специфики геологического знания невозможно без основательного изучения истории геологии. В то же время эффективность изучения развития научного знания значительно повышается в том случае, когда удается выявить методологический "каркас" тех или иных научных концепций, теорий, гипотез и их эволюцию.

В определенном плане методологию можно рассматривать как теорию науки. Отсюда следует, что связь между методологическими и историко-научными исследованиями аналогична связи между теорией и историей, между логическим и историческим. Методология геологических знаний рассматривает преимущественно структуру научного знания, история геологии — генезис системы научного знания; другими словами, предметом методологии является

логическая структура системы геологического знания, предметом истории геологии — ее генетическая структура.

Если иметь в виду форму изложения, то можно сказать, что методология отвечает знанию о законах развития и функционирования геологии как науки, выделенному главным образом на основе анализа современного этапа ее развития и выраженному в абстрактных определениях, история же геологии является знанием о закономерном историческом процессе становления, функционирования и развития геологического знания и выражается с помощью как абстрактных определений, так и эмпирических описаний.

Говоря о структуре истории геологии как науки, о соотношении теоретической и идиографической ее компоненты, мы используем общую идею В.С. Добрянова (1968) о структуре предмета истории и теории. В согласии с этой идеей любая система (в том числе и система научного знания) является сложным единством структурного, генетического и регионального аспектов, которые переплетаются между собой<sup>1</sup>. В зависимости от того, в соответствии с каким принципом (структурным, генетическим, региональным) мы выделяем самостоятельные подсистемы истории геологии, определяются объекты определенных частных ее отраслей. Поэтому наряду с общей историей геологических знаний следует выделить частные истории: а) по отраслевому (структурному) принципу (история стратиграфии, история минералогии и т.д.); б) по этапному (генетическому) принципу (история геологии XIX в. и т.д.); в) по региональному (хорологическому) принципу (история геологии в СССР, в США и т.д.).

Указанные три аспекта системы истории геологического знания находятся в неразрывном единстве, что обеспечивает взаимосвязь соответствующих частных наук. Это диалектическое единство трех измерений системы научного знания можно применить и к теоретической геологии, где наряду с общей геологической теорией могут быть выделены частные теории по отраслевому, этапному и региональному принципам.

Процесс дифференциации, столь характерный для современной науки, по мнению многих, выражается в том, что развитие частных теоретических наук приводит к ликвидации общих наук. Так, существует мнение, что геология как объединяющая наука о Земле перестает существовать, распавшись на ряд специальных и прикладных дисциплин. Такое представление недооценивает интегральный характер объекта геологии.

Геология не есть конгломерат частных геологических дисциплин, она выступает в роли науки об общих законах структуры и разви-

<sup>1</sup> Имеется в виду, что в системе науки можно выделить структурные подсистемы (ее отрасли), генетические подсистемы (этапы ее развития), региональные подсистемы (хорологические потоки, в которых все структурные и генетические определения проявляются в своеобразном, региональном виде).

тия земной коры и Земли в целом. С точки зрения системного подхода, в противоположность номиналистскому и концептуалистскому пониманию общего, система (в данном случае система геологического знания в целом) не равна сумме своих частей (отдельных геологических наук). Предметом геологии в принципе должны быть общие "системные" законы объекта геологических наук, которые нельзя получить иным, несистемным путем. В целом же проблема соотношения общей геологической теории и частных геологических отраслей может быть решена путем выяснения вопросов, существует ли у них общий объект и каковы закономерности его функционирования, что требует специального анализа.

Говоря о структуре геологии, нужно, видимо, иметь в виду два равноправных ее элемента: теоретическую геологию и историческую геологию<sup>1</sup>, различающиеся между собой формами обобщения и синтеза геологического материала.

История науки выступает своеобразной формой критического анализа путей и методов познания природы. Исследуя логику познания, процессы возникновения и эволюции теорий и методов, история науки способствует развитию методологии науки, а через нее опосредованно, но активно воздействует на совершенствование теоретических основ современной науки.

С помощью историко-научных исследований мы можем установить не только эволюцию основных теорий и концепций, но и процесс возникновения и становления каждой из них. Здесь важны конкретный анализ связи каждой теории с предшествующими теоретическими конструкциями и выяснение противоречий между фактическим материалом и старой теорией. Только таким путем можно раскрыть логику развития науки, выявление которой выступает итогом историко-научного исследования.

Существенной представляется такая связь между историей геологии, методологией и теоретической геологией, когда история геологии доставляет материал для формулирования некоторых методологических выводов относительно специфики и структуры геологического знания, а затем эти методологические положения используются в деле совершенствования современной геологической теории. В методологии геологических исследований можно условно выделить ту часть выводов, которая получена путем анализа современной геологии, и ту, которая получается путем анализа истории геологии.

Выводы, полученные при исследовании генезиса геологических знаний, могут дать нам преимущественно представления о специфичности геологии, а выводы, получаемые при анализе современной геологии, давая тоже знания такого рода, большее внимание акцентируют на современной структуре геологических знаний, их особенностях и недостатках. Кроме того, с помощью метода

<sup>1</sup>Целесообразнее считать, что теоретическая геология включает в себя как совершенно необходимый элемент и вопросы истории Земли, т.е. историческую геологию. — Примеч. ред.

аналогий общие особенности современного естествознания можно перенести и на геологию и тем самым установить возможности совершенствования средств познания в геологических науках.

При использовании для совершенствования теоретических представлений геологии некоторых общих для современного естествознания философских и методологических концептуальных идей особенно актуализируется проблема нахождения адекватного воплощения этих идей в теоретико-познавательный аппарат геологии. Здесь то и необходимы методологические критерии, полученные путем анализа истории геологии, выявляющие специфику геологического знания. В качестве примеров необходимости отыскания адекватности воплощения общих методологических идей в структуру геологического знания можно назвать проблему уровней организации и детерминации объектов и систем в геологии (Круть, 1973), проблему совершенствования представлений о времени в геологии (Симаков, Оноприенко, 1974).

Одной из важных характеристик самого знания является проблемная ситуация в науке, когда существующие теории оказываются не в состоянии объяснить новый фактический материал или в них обнаруживаются внутренние противоречия. Как пишет Н.Ф. Овчинников, "усваивая смысл проблемной ситуации, мы узнаем лишь о состоянии самого знания. Это различие между возможностью соотнести сложившуюся теорию с опытом и невозможностью такого соотнесения утверждает теории в периоды проблемных ситуаций в особенности убеждает нас, что существуют такие черты научного знания, которые являются его собственными, внутренними характеристиками" (1974, с. 83-84). А отсюда следует весьма существенный вывод: в периоды проблемных ситуаций в науке выход из них возможен не за счет усилий самой конкретной области знаний, а лишь при помощи методологических средств. Следовательно, развитие методологических исследований особенно важно во время появления проблемной ситуации в науке.

Проблемная ситуация в современной геологии возникла, на наш взгляд, в связи с использованием идей системно-структурного подхода и попытками широкого применения математических методов. Публикование в 1967 г. книги "Геология и математика", в которой в острой форме были показаны некоторые недостатки системы теоретического знания в геологии и поставлен ряд важных методологических проблем, стимулировало обсуждение вопросов методологии геологического исследования. Стали очевидными необходимость и полезность такого рода работ, которые, не требуя больших затрат, могут в то же время дать достоверную оценку состояния науки, наметить задачи и перспективы ее дальнейшего развития. Следовательно, методологический анализ структуры геологического знания, предполагающий в качестве итога создание теоретической геологии, — единственный выход из наметившейся проблемной ситуации в геологии.

Поскольку в современной геологии, наряду с принижением роли методологических исследований для совершенствования системы геологического знания, в качестве антитезы такому подходу распространяется другой взгляд, в русле которого формируется чрезмерный оптимизм относительно значения методологии для развития геологических представлений, имеет смысл очертить границы понятия "методология" применительно к сложившейся ситуации в геологии.

Из того, что было сказано выше, ясно, что все проблемы, которые могут быть решены специфическими средствами и методами самой геологии, не должны причисляться к методологическим, поскольку они лежат в поле самих геологических наук. Между тем такая тенденция далеко не редка. Существует и противоположная тенденция, когда существенно методологические проблемы пытаются решить сугубо конкретно-научными средствами. Так, проблема определения предмета науки (например, геологии в целом, тектоники и т.д.) не может быть отнесена к компетенции самой этой науки, поскольку, обсуждая этот вопрос, мы не развиваем содержание самой науки, каким бы существенным этот вопрос ни был. Дело в том, что *любой* ответ на вопрос о предмете науки будет неопределенным и неоднозначным с точки зрения самой науки, следовательно, он выходит за ее рамки и должен быть решен средствами методологии. Поэтому принципиально важно отделить методологические вопросы от конкретно-научных. Если этого не сделать, то при решении методологической проблемы конкретно-научными средствами неизбежно возникнет впечатление неопределенности понятий и средств данной отрасли знаний, что нанесет ущерб как науке, так и методологическим исследованиям.

Нам уже приходилось отмечать в качестве характерного штриха современной геологии наличие процесса теоретизации (Онопrienко, Поваренных, 1974), т.е. процесса возрастания значимости теоретических исследований и их проникновения во все области научного познания. Среди многих обстоятельств, обуславливающих этот процесс, связанный с изменением *стиля* мышления, отмечают широкое применение математических средств, которые можно использовать для создания теорий, повышение требований к точности исследований и критериям их проверки, существование теоретизированных и аксиоматизированных отраслей современного естествознания, выступающих в качестве "эталонов" при теоретизации биологии, геологии (Депенчук, 1973).

Наиболее характерный путь теоретизации для так называемых эмпирических наук, к каковым принадлежит и геология, — это синтез частных теорий через их обобщение и объединение. Не отрицая значения этого пути, необходимо иметь в виду и второй путь, предполагающий образование самостоятельных теоретических наук, т.е. в этом случае речь должна идти о формировании теоретической геологии, задачами которой являются теоретическая обработка экспериментальных данных: систематизация и упорядочение науки. Второй

путь теоретизации предполагает создание самостоятельных теоретических наук, задачами которых являются теоретическая обработка экспериментальных данных, систематизация и упорядочение науки.

В современной литературе часто говорят о теоретической геологии, если не о как существующей, то во всяком случае формирующейся. По нашему мнению, такой взгляд неоправданно оптимистичен. Если понимать под теоретической геологией цельную теоретическую систему, то она не только не существует, но и возможности ее создания еще весьма проблематичны. Попробуем обсудить эти возможности.

Создание теоретической геологии обусловлено стремлением обнаружить единство геологического знания. Но на какой основе возможно объединить тот сложный конгломерат знаний, в значительной мере эмпирический, которым представлена современная геология? Обычно в качестве такой основы называют системный подход, хотя и не расшифровывают, каким образом можно решить эту проблему на пути использования методологии системно-структурного подхода. Между тем здесь не так все очевидно, как иногда кажется.

Тенденция к единству знаний, как правило, оказывается весьма необходимой и плодотворной в периоды возникновения в науке проблемной ситуации, поскольку реализация этой тенденции дает возможность преодолеть кризис, обусловленный противоречиями между разнородными, противостоящими друг другу теоретическими системами.

Создание теоретической геологии связано с выбором определенной методологической основы для ее перестройки, в качестве которой выступает способ решения проблемы единства знания (Депенчук, 1973). Здесь возможны два пути решения этой проблемы. Первый — это путь редукционизма, когда вычленяются какой-либо фрагмент знания или система принципов, на основе которых строится система однородной теоретической науки. Этот путь представляет собой классический вариант выхода из проблемной ситуации; именно так уже не раз в истории науки реализовалась тенденция к единству физического знания. В условиях современной науки высказываются сомнения относительно возможности создания однородной науки, базирующейся на общих, универсальных теориях, следовательно, подвергается сомнению возможность синтеза знаний на основе редукционизма и методологии сведения.

В связи с этим предлагается иной подход, который условно можно квалифицировать как "системный". Суть его заключается в следующем. Поскольку мы можем постулировать невозможность создания в современных условиях однородной науки, процесс теоретизации должен состоять в вычленении ряда общих теорий и установлении между ними логических связей, которые могут быть в каждом случае существенно различными. Предполагается своеобразие каждого фрагмента знания в рамках общей теоретической системы, поскольку эти фрагменты строятся на основе специфических методов и принципов, а задача теоретической науки сводится к решению

проблем соотношения методов и интерпретации получаемых результатов.

Альтернатива редукционистского и "системного" подходов к созданию теоретической науки не может быть пока решена применительно к геологии. Трудно сказать, какой из этих подходов окажется наиболее приемлемым. Второй подход, несмотря на его привлекательную "современность", пока не реализован в практике науки, а первый, хотя и имеет опыт его реализации, плохо вписывается в современную ситуацию, сложившуюся в науке, в частности в геологии, в результате далеко продвинувшейся дифференциации и специализации.

Интересные соображения о структуре теоретической биологии были высказаны Л.Берталанфи (Bertalanffy, 1932), предположившим, что важным элементом в структуре теоретической биологии являются методология и логика науки, вскрывающие внутренние закономерности биологического познания путем анализа содержания понятий, выяснения соотношения методов, анализа и оценки законов и теорий с целью выбора некоторых из них в качестве синтезирующих и т.д. Среди задач этой части теоретической биологии особо подчеркивается понятийная и методологическая критика биологических концепций, что, на наш взгляд, непосредственно связано с историко-научными исследованиями. Вторая часть теоретической биологии, по Л.Берталанфи, представляет собой специально-научную теоретическую область естествознания, которая соотносится с экспериментальной биологией, как теоретическая физика соотносится с экспериментальной физикой.

Укажем некоторые проблемы, стоящие на пути создания теоретической геологии, а также значение для их решения отдельных методологических идей, высказанных в последние годы.

Одной из важных задач на пути совершенствования геологических знаний является выделение и четкая фиксация объектов исследования геологических наук, без чего невозможны согласованность действий исследователей и проверка получаемых результатов. Корректное выделение объектов геологии может быть осуществлено только с помощью специально разработанного логического инструментария, системы категорий науки, которые формируются на основе четкого осознания цели исследования (Еганов, 1971).

Недостаточная определенность основных геологических понятий, составляющих категориальный базис геологического знания, представляет одну из главных трудностей, с которыми сталкиваются в геологии при попытках ее теоретизации. Задача разработки представлений о геологических объектах, способах их выделения и описания перерастает в проблему разработки языка теоретической геологии (Косыгин, Соловьев, 1967). На наш взгляд, уточнение и совершенствование категориальной базы геологии в связи с процессом ее теоретизации будет более эффективным, если оно будет проводиться не на интуитивной основе выделения некоторых понятий как основных, базисных, а на пути историко-научного, концептуально-

го анализа сложившихся в истории геологии теоретических систем и фундаментальных понятий внутри этих систем, что будет способствовать синтезу геологических знаний.

Возможность реализации тенденции к единству геологического знания в виде разработки теоретической геологии в значительной степени зависит от выделенности и обоснованности специфических геологических законов. Законы, выделенные в геологии эмпирически, как правило, не были сформулированы и четко зафиксированы, тем более что геология, как многие идеографические науки, нередко использует не собственные законы, а заимствованные из других наук. В итоге проблема фиксации и формулирования геологических законов стоит особенно остро.

В связи с обсуждением вопросов совершенствования средств геологических исследований одной из актуальных явилась проблема оценки генетических построений. Думается, что необходимо продолжить обсуждение этой проблемы, не отбрасывая генетическую концепцию как совершенно непригодную. Некоторые обвинения по ее адресу действительно небезосновательны, однако ее ущербность связана с общими особенностями геологии (нефиксированностью геологических законов, неразработанностью геологического языка, отсутствием замкнутых теоретических систем и т.д.), а также некоторыми логическими несовершенствами (логическая вероятность высказываний, затрудненность эмпирической их проверки и т.д.).

Значение генетических построений, на наш взгляд, состоит не столько в использовании их для предсказаний, сколько в исполнении ими объяснительной функции, в возможности найти причины геологических явлений и исследований геологических процессов. Это не исключает необходимости совершенствования генетических построений в основном с помощью некоторых логических средств. В целом большое значение для совершенствования процедур получения исторических и генетических знаний в геологии имеет разработка критериев проверки их истинности (Груза, Романовский, 1974; Оноприенко, 1975).

Из методологических идей, высказанных в последние годы, следует отметить предложение Ю.А. Косыгина и В.А. Соловьева (1969) о разделении геологических задач на статические, динамические и ретроспективные. Иногда эту идею рассматривают как попытку специализации системно-структурного подхода к геологическим исследованиям. На наш взгляд, это — удачное предложение, направленное на систематизацию геологических знаний, а потому способствующее теоретизации геологии. Оно широко используется, например, при разработке методологии применения математических методов в геологии (Воронин, Еганов, 1974; Косыгин, Кульднышев, 1974).

Поскольку геология представляет собой систему разрозненных научных дисциплин, становится актуальной задача разработки единых для всех геологических наук методологических принципов, выделения исходных понятий, целей и задач теоретической геологии, ее объекта и предмета исследования, структуры и системы методов.

Среди комплекса средств, используемых для решения этой задачи, определенное значение имеют историко-научные и методологические средства, разработке которых необходимо уделить соответствующее внимание.

## ABSTRACT

Attempt to understand the interrelation of historic-scientific and methodological investigations in geological sciences and in clearing up their significance for the development of the theory is presented in this work. The methodological investigations are playing the role of reflexions over the specifically scientific knowledge and reveal its structure and character. In a certain sense methodology may be termed as the theory of science. The history of science is the form of the critical analysis of the ways and methods of cognition and explores ways and logic cognition. The history of geology gives enough material for formulating methodological conclusions as to specific character and structure of geological knowledge. These geological principles are used for further development of the modern geological theory. Methodological devices in geology are impossible without profound study of the history of geological knowledge. The effectivity of studying the development of scientific knowledge history is much higher, if one can reveal methodological "frame-work" of scientific conceptions, theories, hypotheses and their evolution in the history of geology.

Some possibilities and limits of the influence of the historic-geological and methodological investigations on the further development of the geological theory have been outlined. Some principal features of modern problematic situation in geology are characterized and possibilities of creating the scientific geology, which is related to the tendency of detecting the unity in the geological knowledge are discussed in this work. Analysis of the alternative of reductionist and systematic approaches to the setting of the theoretic geology is also carried out here. Among the principal problems in the process of creating the theory of geological knowledge there are several problems such as further development of categorial basis of modern geology, fixation and grounding of the geological laws, evaluation of the genetical constructions and historical knowledge on the whole, systematic investigations in geology.

## Литература

- Воронин Ю.А., Еганов Э.А. Методологические вопросы применения математических методов в геологии. Новосибирск, "Наука", 1974.  
Геология и математика. Новосибирск, "Наука", 1967.  
Груза В.В., Романовский С.И. Принцип актуализма и логика познания геологического прошлого. - "Изв. АН СССР, Серия геол.", 1974, № 2.  
Депенчук Н.П. Материалистическая диалектика и методы биологического исследования. Киев, "Наукова думка", 1973.  
Добринянов В.С. Методологические проблемы теоретического и исторического познания. М., "Мысль", 1968.

- Еганов Э.А. О выделении объектов исследования в геологии. — В кн.: Пути познания Земли. М., "Наука", 1971.
- Косыгин Ю.А., Кулындышев В.А. Структурно-системные исследования в геологии и проблема математизации. — "Изв. АН СССР. Серия геол.", 1974, № 6.
- Косыгин Ю.А., Соловьев В.А. Проблема усовершенствования геологического языка и "математизация" геологии. — "Изв. АН СССР. Серия геол.", 1967, № 11.
- Косыгин Ю.А., Соловьев В.А. Статистические, динамические и ретроспективные системы в геологических исследованиях. — "Изв. АН СССР. Серия геол.", 1969, № 6.
- Круть И.В. Исследование оснований теоретической геологии. М., "Наука", 1973.
- Лекторский В.А., Швырев В.С. Методология, наука. М., "Наука", 1972
- Овчинников Н.Ф. Особенности развития и тенденция к единству научного знания. — В кн.: Проблемы истории и методологии научного познания. М., "Наука", 1974.
- Оноприенко В.И. О системе исследований методологии геологического знания. — В сб.: Методологические проблемы геологии. Киев, "Наукова думка", 1974.
- Оноприенко В.И. Логика процедуры ретросказания в геологии. — В кн.: Методология геологических исследований. Хабаровск, Кн. изд-во, 1975.
- Оноприенко В.И., Поваренных А.С. Исследование структуры геологического знания как методологическая проблема. — В сб.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, "Наукова думка", 1974.
- Симаков К.В., Оноприенко В.И. Методологические вопросы развития представлений о времени и его измерении в геологии. — "Геол. ж.", 1974, № 6.
- Bertalanffy L. Theoretische Biologie, Bd 1. Berlin, 1932.

Е. Е. МИЛАНОВСКИЙ

## ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА И ЕЕ РОЛЬ В РАЗВИТИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИИ

Изучение геологического строения территории Советского Союза занимает важнейшее место в обучении студентов-геологов в университетах и высших технических учебных заведениях СССР. Оно определяется не только необходимостью усвоения будущими геологами обширного материала по региональной геологии нашей страны, но и большим методологическим значением курса "Геология СССР". Огромная, исключительно разнообразно и сложно построенная территория Советского Союза, включающая Восточно-Европейскую и Сибирскую древние платформы, складчатые зоны позднепротерозойского, ранне- и позднепалеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста, современные геосинклинали, орогенические пояса и рифтовые зоны, впадины глубоководных морей и окраин Тихого и Арктического океанов, дает широкие возможности для познания особенностей строения всех основных типов тектонических

структур и выяснения общих закономерностей развития земной коры. Геологи Московского университета внесли значительный вклад в развитие и совершенствование представлений о геологическом строении территории СССР.

Хотя Московский университет был основан в 1755 г., на протяжении первых восьмидесяти лет его существования изучение наук о Земле в нем в основном ограничивалось преподаванием минералогии и элементов почвоведения. Еще в 1757 г. при университете был основан Минеральный кабинет, явившийся зародышем Музея минеральной истории, в дальнейшем разделенного на самостоятельные Минералогический и Геолого-палеонтологический музеи.

В 1835 г. проф. Г.Е. Щуровский (1803–1884) возглавил кафедру минералогии и геодезии, а в 1862 г. после выделения кафедры минералогии – кафедру геогнозии и палеонтологии. Одной из главных задач своей деятельности Г.Е. Щуровский считал составление возможно полного описания России в минералогическом и геологическом отношении. Однако в условиях крайне слабой и неравномерной геологической изученности России в середине XIX в. эта задача могла быть осуществлена лишь частично.

С этой целью Г.Е. Щуровский предпринял геологические путешествия по Уралу и горным областям Южной Сибири (Алтай, Салаир, Кузнецкий Алатау). Их результатом явились изданные Московским университетом обстоятельные описания геологии и месторождений Урала и Алтая (Щуровский, 1841, 1846). Позднее он опубликовал сводки по геологии, магматизму и рудоносности Кавказа и геологии Московского бассейна (Щуровский, 1862, 1866–1867). Работы Г.Е. Щуровского оставили заметный след в изучении региональной геологии, гидрогеологии и полезных ископаемых России. Одним из первых Г.Е. Щуровский показал существенную роль, которую играют в развитии Земли медленные поднятия и опускания земной коры. Вслед за А.Д. Озерским он назвал их колебательными движениями (Щуровский, 1880).

Количество студентов, оканчивавших Московский университет и специализировавшихся в области геологии, в середине и второй половине прошлого века исчислялось единицами. Наиболее выдающимся из учеников Г.Е. Щуровского был профессор, впоследствии академик А.П. Павлов (1854–1929), возглавивший в 1885 г. кафедру геологии Московского университета и руководивший ею до конца 20-х годов нашего столетия. А.П. Павлов по праву считается создателем московской геологической школы. Его работы, наряду с исследованиями А.П. Карпинского, составили эпоху в формировании представлений о геологическом строении Восточно-Европейской, или Русской, платформы, в особенности ее восточной части. А.П. Павлов заложил основы стратиграфии юрских, меловых и кайнозойских отложений Поволжья. Он впервые обнаружил и описал крупнейшую субширотную Жигулевскую зону сбросово-флексурных дислокаций (Павлов, 1887), а также ряд других субмеридиональных тектонических нарушений типа валов, грабенов в области Поволжья и

тем самым показал ошибочность существовавших в то время взглядов о недеформированном залегании осадочного чехла на древней Русской платформе. А.П. Павлов выделил также под названием "синеклиза" широкие и пологие прогибы этого платформенного чехла.

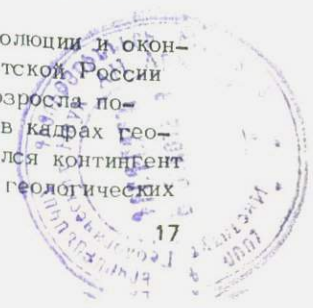
Одним из первых среди геологов А.П. Павлов обратился к проблемам сравнительной планетологии. Он являлся горячим сторонником вулканического происхождения лунных кратеров и высказал интересную и созвучную современным взглядам идею о том, что Земля в доархейское время прошла через своеобразную раннюю стадию своей геологической эволюции ("лунную стадию"), на которой практически остановилось развитие Луны (Pavlow, 1922).

Будучи блестящим педагогом, А.П. Павлов насыщал свои лекции по динамической и исторической геологии богатым материалом по геологии Европейской России и Западной Европы, многие районы которых были ему хорошо известны по личным наблюдениям. В 1919 г. он закончил первую в русской литературе монографию по геологии и палеогеографии всего Европейского континента, к сожалению опубликованную лишь много позднее, после смерти автора (Павлов, 1936).

Стремясь подготовить своих учеников к полевой геологической работе, А.П. Павлов ежегодно проводил с ними геологические экскурсии по окрестностям Москвы, а в 1892 г. с группой студентов предпринял многодневную геологическую экскурсию по Волге. Сам А.П. Павлов в течение ряда лет вел геологосъемочные работы в Поволжье и привлекал к ним своих учеников. Его многочисленные ученики по Московскому университету составили ядро московской, или павловской, школы геологов, внесшей в первой половине XX в. значительный вклад в изучение стратиграфии, ископаемой фауны, литологии, четвертичной геологии, тектоники и гидрогеологии Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления (А.Д.Архангельский, А.А. Чернов, Г.Ф. Мирчинк, А.Н. Мазарович, Е.В. Милановский, Н.С. Шатский, М.С. Швецов, О.К. Ланге, В.А. Варсанюфьева и др.).

Несмотря на успехи, достигнутые в изучении региональной геологии России в конце XIX – начале XX в., ни создание соответствующего курса лекций в университетах, ни составление учебного руководства или монографического описания геологии России еще не были возможными, поскольку огромные пространства Азиатской России вплоть до Октябрьской революции оставались чрезвычайно слабо изученными. В частности, вся Сибирь на Геологической карте России, составленной в 1917 г., представляла почти сплошные "белые пятна".

После Великой Октябрьской социалистической революции и окончания гражданской войны в связи с переходом Советской России на путь быстрого индустриального развития резко возросла потребность в минеральном сырье и соответственно – в кадрах геологов для народного хозяйства. Значительно расширился контингент студентов-геологов в ранее существовавших высших геологических



учебных заведениях (в том числе в Московском университете, где ежегодный прием на геологическое отделение увеличился в 20-х годах до нескольких десятков человек). Кроме того, был создан ряд новых вузов, в частности Московская горная академия. В программу обучения были введены новые курсы: по полевой геологии, месторождениям полезных ископаемых, геологоразведочному делу и пр. Вместо краткой геологической экскурсии студенты Московского университета стали проходить академическую полевую практику в Подмосковье и прилегающих районах Русской равнины, а в последующие годы обучения – несколько производственных практик в геологических экспедициях. В результате, окончивая университет, они оказывались значительно лучше, чем в дореволюционное время, подготовленными к практической деятельности, и в частности, к проведению геологического картирования и поискам полезных ископаемых.

В первые же годы после революции возникла необходимость в обобщении материалов по региональной геологии России и включении в программу геологического образования специального курса "Геология России". Впервые в нашей стране подобный курс начал читать в 1920 г. в Московском университете и в Горной академии один из наиболее талантливых учеников А.П. Павлова – проф. А.Д. Архангельский (1879–1940), будущий академик и крупнейший советский геолог довоенного периода. Первоначально в созданном им курсе рассматривалась только геология европейской части России, т.е. Русской платформы и обрамляющих ее горных систем (Архангельский, 1923), а затем, по мере накопления и обобщения новых данных по геологии восточных областей страны, А.Д. Архангельский последовательно включал в него геологическую характеристику Средней Азии, Западной и Восточной Сибири (Архангельский, 1932, 1935, 1941). В издании 1941 г. был дан синтез геологического строения и тектонического развития территории СССР, рассмотренной на фоне тектонической структуры всей Евразии и других континентов.

С педагогической деятельностью в стенах Московского университета и Горной академии А.Д. Архангельский успешно сочетал научные исследования в целом ряде направлений геологии: стратиграфии меловых и третичных отложений, геологии железных руд, бокситов, фосфоритов, нефти, тектоники Русской платформы, Урала и восточных областей СССР. Он был одним из первых советских литологов и пионером в применении геофизики для решения вопросов региональной геологии и глубинного строения земной коры на территории СССР.

Успешное развитие геологии в Московском университете временно прервалось в 1930 г., когда в связи с реорганизацией системы высшего геологоразведочного образования в стране геологическое отделение университета вместе с его лабораториями, богатейшими музейными коллекциями и библиотекой вошло в состав вновь созданного Московского геологоразведочного института. Подготовка геологов в университете прекратилась. На почвенно-географичес-

ком факультете университета была вновь создана единственная кафедра геологии, руководимая учеником А.П. Павлова – проф. А.Н. Мазаровичем и обеспечивавшая преподавание геологических дисциплин, минералогии и петрографии студентам-географам, почвоведом и биологам. Однако вскоре стала очевидной необходимость преподавания геологии в ведущем университете нашей страны, о чем ходатайствовали, в частности, крупнейшие советские геологи-академики В.И. Вернадский и А.Д. Архангельский.

В 1938 г., наконец, было создано геологическое отделение в составе нового геолого-почвенного факультета. Период восстановления преподавания геологии в Московском университете был весьма сложным и напряженным, так как все лаборатории, коллекции, оборудование пришлось создавать заново; помещений не хватало; значительная часть этого периода совпала с тяжелым периодом 1941-1945 гг., когда многие студенты и преподаватели сражались на фронте, а занятия на геологическом отделении продолжались в исключительно трудных условиях одновременно в Москве и в эвакуации (в Ашхабаде и Свердловске).

Тем не менее геологическое отделение постепенно укреплялось и расширялось, и этот процесс завершился в 1949 г. созданием в Московском университете самостоятельного, существующего поныне геологического факультета. Ядром его явилась возглавлявшаяся проф. А.Н. Мазаровичем кафедра геологии, от которой последовательно отщеплялись другие кафедры; некоторые из них в дальнейшем также разделялись. В 1939 г. их стало 4, в 1949 – 9, а в середине 50-х годов – 13. На кафедрах, в лабораториях и экспедициях факультета в настоящее время работает несколько сотен научных сотрудников, в числе которых – девять действительных членов и членов-корреспондентов Академии наук СССР. Количество геологов, геохимиков и геофизиков, ежегодно выпускаемых Московским университетом, возросло к концу 40-х годов до 100, а в 50-70-х годах – до 250-300 человек.

Большое значение в развитии геологического факультета имел переезд университета в новые просторные и благоустроенные здания на Ленинских горах в 1953 г., который сопровождался оснащением факультета первоклассным современным лабораторным оборудованием, созданием Музея земледования и богатейшей фундаментальной библиотеки. Все это содействовало созданию благоприятных условий для успешной подготовки специалистов-геологов в университете.

Начиная с конца 30-х годов в программу обучения студентов-геологов, помимо двухнедельной геологической практики в Подмосковье (после первого курса), была включена полевая академическая практика по исторической геологии и геологическому картированию, проводимая после второго года обучения в пределах альпийского складчатого пояса в горах Крыма. Ее продолжительность для студентов разных специальностей составляет от одного до двух месяцев.

В 50-х годах для обеспечения этой практики на геологическом факультете Московского университета в Бахчисарайском районе Крыма был создан стационарный учебный полигон с рядом корпусов для проведения камеральных и лабораторных занятий, музеем и палаточным лагерем.

Во время практики студенты приобретают хорошие навыки проведения полевой геологосъемочной работы и попутно осваивают методы фотогеологических и геофизических исследований. В последующие два полевых сезона студенты-геологи проходят производственную практику в экспедициях геологического факультета, Академии наук и производственных организаций Министерства геологии СССР. Для значительной части студентов, специализирующихся в области региональной геологии и геологического картирования, эта практика заключается в участии в проведении средне- и крупномасштабной геологической съемки различных (главным образом восточных и южных) районов СССР.

Курс "Геология СССР" в последние десятилетия приобрел значение основной, профилирующей дисциплины в программе подготовки студентов, специализирующихся в области геологии, и в частности геологического картирования и поисков полезных ископаемых. Как правило, он читается в объеме 100-120 часов и сопровождается лабораторными и семинарными занятиями. Содержание его постепенно изменяется. Если в 20-30-х и даже 40-х годах едва ли не главное внимание в нем уделялось стратиграфии ряда относительно хорошо изученных районов Советского Союза, то в последующее время, по мере все возрастающего поступления новых данных о геологическом строении и глубинной структуре СССР, этот курс постепенно приобретает характер регионально-тектонического обзора огромной территории СССР. Рассмотрение вопросов стратиграфии неизбежно становится более обобщенным, генерализованным, а основное внимание уделяется формациям отложений, структурному районированию, глубинному строению земной коры по геофизическим данным, истории магматизма, закономерностям тектонического развития и размещения полезных ископаемых в различных регионах СССР.

В 30-40-х годах курс "Геология СССР" в Московском университете читал проф. А.Н. Мазарович - автор первого в нашей стране учебника "Основы геологии СССР" (Мазарович, 1938), а также учебника "Историческая геология" для университетов (Мазарович, 1933). Этот крупный ученый и педагог, очень много сделавший для восстановления в университете геологического отделения и возглавлявший кафедру исторической геологии, занимался изучением пермских и триасовых континентальных отложений Русской платформы, а также тектоникой древних платформ и общими закономерностями строения и развития земной коры.

В 50-60-х годах в развитие представлений о региональной геологии СССР и дальнейшее совершенствование этого курса значительный вклад внес ученик А.Д. Архангельского - проф. А.А. Бог-

данов (1906–1971), возглавивший после смерти А.Н. Мазаровича кафедру исторической геологии (впоследствии – кафедра исторической и региональной геологии). А.А. Богданов был одним из крупнейших специалистов в области региональной геологии, хорошо известным не только в Советском Союзе, но и далеко за его рубежами. Вместе с акад. Н.С. Шатским он являлся одним из главных создателей и редакторов Тектонической карты СССР масштаба 1:5 000 000 (1956) и автором многих выдающихся работ по тектонике Советского Союза в целом, Восточно-Европейской платформы (Богданов, 1964) и ряда складчатых областей, которые в настоящее время служат основой для изучения региональной геологии СССР.

Для преподавания региональной геологии СССР А.А. Богданов составил новую Тектоническую карту СССР в масштабе 1:10 000 000 (Богданов, 1961) и до последних лет занимался разработкой нового учебного руководства по данному курсу; к сожалению, эта работа осталась незавершенной. По инициативе А.А. Богданова было начато составление и издание Московским университетом серии очерков региональной геологии СССР. Были опубликованы очерки по верхнему докембрию и мезозою Русской платформы и Кавказа (Келлер, 1968; Герасимов и др., 1962; Милановский, Хаин, 1963). Неоценим вклад А.А. Богданова в изучение региональной геологии и тектоники Приуралья, Восточных Карпат и особенно Казахского нагорья, одним из лучших знатоков которого он являлся (Богданов, 1959, 1965).

Обладая большими организаторскими способностями, А.А. Богданов в течение ряда лет руководил Научно-исследовательским институтом геологии при геологическом факультете и исполнял обязанности декана. Он организовал крупные комплексные многолетние регионально-геологические экспедиции, в которых преподаватели, научные сотрудники и аспиранты геологического факультета проводили картирование и различные тематические исследования таких областей, как Казахстан, Кавказ, Карпаты, различные районы Сибири и др. Эти экспедиции ежегодно служат базой для прохождения производственной практики студентами факультета и дают материал для диссертационных работ. Научные результаты этих экспедиций получили отражение в десятках монографий и обобщающих трудов по геологии различных регионов СССР, написанных сотрудниками Московского университета. Итогом этих работ явилось создание в университете крупных геологических школ исследователей Казахстана и Альпийского пояса юга СССР.

Помимо основного курса "Геология СССР", в Московском университете в разные годы неоднократно преподавались также специальные курсы по региональной геологии различных областей Советского Союза, например Урала, Кавказа (Н.П. Херасков, В.Е. Хаин и др.), а также геологии зарубежных стран. Так, например, проф. Е.В. Милановский еще в 30-х годах читал цикл лекций по геологии Западной Европы, а А.А. Богданов в 50-х годах – по геологии Центральной и Юго-Восточной Европы.

А.Н. Мазарович в конце 40-х годов впервые в СССР создал курс "Региональная геология материков", охвативший все континенты Земли, и опубликовал двухтомное учебное руководство по этому курсу (Мазарович, 1951-1952). С 60-х годов близкий по содержанию, но основанный на богатейшем современном материале курс "Региональная геотектоника" в Московском университете читает один из крупнейших современных тектонистов чл.-кор. АН СССР В.Е. Хаин. По первой части этого курса (тектоника Америки, Африки и Антарктиды) он опубликовал капитальную монографию (Хаин, 1971).

Специализации студентов Московского университета в области региональной геологии служит также прохождение ими таких курсов, как "Структурная геология и геологическое картирование", "Методы геологического изучения и картирования магматических пород", "Методы геологической интерпретации геофизических материалов", "Фотогеологические методы исследований", которые сопровождаются большим объемом лабораторных занятий. В качестве пособия для практикума по курсу "Структурная геология и геологическое картирование" под редакцией А.А. Богданова, М.М. Москвина и Ю.А. Зайцева были подготовлены и опубликованы в 1954 и 1973 гг. два издания Атласа цветных учебных геологических карт, иллюстрирующих различные типы геологического строения (платформы, краевые прогибы, складчатые области, области с широким развитием молодого и древнего вулканизма, интрузий, метаморфических пород и т.п.).

При кафедре исторической и региональной геологии были организованы хорошо оборудованная современной аппаратурой лаборатория фотогеологии, где студенты и аспиранты осваивают новые аэро-фотометоды геологического картирования, и кабинет геологической карты (носящий имя его создателя - А.А. Богданова), в котором и продолжает пополняться уникальная по своей полноте коллекция геологических карт СССР и зарубежных стран.

Начиная с 50-х годов многие ученые Московского университета проводили геологические и геофизические исследования в ряде стран Европы, Азии, Африки, Латинской Америки, в Австралии.

Сотрудники лаборатории морской геологии и ряда кафедр геологического факультета (геофизики, петрографии, исторической и динамической геологии и др.) проводят геолого-геофизические исследования на акваториях Черного, Каспийского и Средиземного морей и всех океанов. На факультете уже десять лет существует лаборатория зарубежной геологии, занимающаяся обобщением материалов по геологии Африки, Латинской Америки, стран Ближнего и Среднего Востока (Геология и полезные ископаемые Африки, 1973; Милановский, Короневский, 1973). Геологи университета принимают активное участие в зарубежных экспедициях, проводящихся по планам международного научного сотрудничества. Так, на протяжении многих лет они участвовали в советских антарктических экспедициях (Ушаков, 1963, и др.), в советской восточ-

но-африканской экспедиции (1967-1969 гг.) под руководством чл.-кор. АН СССР В.В. Белоусова, проводившей комплексные геолого-геофизические исследования в рифтовых зонах Восточной Африки (Восточно-Африканская ..., 1974) и в последовавшей за ней аналогичной экспедиции в Исландии (1971-1973 гг.).

Под редакцией А.А. Богданова и при участии некоторых ученых университета была составлена и опубликована Международная тектоническая карта Европы (1962) и Объяснительная записка к ней (1964). Под руководством В.Е. Хаина завершена работа по составлению второго, переработанного издания этой карты.

Таким образом, небольшая геологическая ячейка, возникшая в Московском университете в 1835 г., за последующие сто сорок лет, и главным образом в последние десятилетия, превратилась в современный мощный и хорошо оснащенный геологический факультет с сотнями высококвалифицированных профессоров и сотрудников, ежегодно выпускающий более 250 специалистов-геологов для народного хозяйства и научных институтов СССР. При этом региональное геологическое направление, впервые намеченное еще Г.Е. Щуровским, получило дальнейшее развитие в работах А.П. Павлова и созданной им геологической школы (А.Д. Архангельский, А.Н. Мазарович, А.А. Богданов и др.) и занимает важное место как в подготовке студентов-геологов, так и в деятельности сотрудников геологического факультета Московского университета, внесших значительный вклад в познание геологического строения и истории развития как различных регионов СССР, так и зарубежных стран.

## ABSTRACT

The geologists of the Moscow University had played an important role in the rise and development of our knowledge of geological structure of the Soviet territory and in the creation and perfection of the course of lectures "Geology of the USSR" in higher educational institutions. The founder of this school acad. A.P. Pavlov (1854-1929) together with acad. A.P. Karpinsky (1847-1936) had laid the basis of our knowledge of the stratigraphy, tectonics and development of the Russian or East-European platform. The eminent Pavlov's adherent, acad. A.D. Arkhangelsky (1879-1940) was the first to deliver lectures on geology of Russia at the Moscow University in 1920. His first text-book was devoted to regional geology of the European part of Russia (1923) and the following ones included also geological descriptions of Central Asia and Siberia (1932, 1934, 1941). Another Pavlov's follower, prof. A.N. Mazarovich (1886-1950) delivered in the Moscow University lectures on regional geology of the Soviet Union during the 30-s and 40-s and published the text-book "Principles of Geology of the USSR" (1938). Professor of Moscow University A.A. Bogdanov (1906-1971) was one of the main creators and editors of the Tectonic Maps of the USSR (1952, 1956, 1961), of the International Tectonic Map of Europe (1962) and the Explanatory Note to this map (1964) and the author of many important fundamental publications, concerning the geology of the Soviet Union,

East-European platform and different folded belts of Eurasia. He had organized several complex expeditions for regional geological survey in Kazakhstan, Caucasus, Carpathians and other folded zones of the USSR in which teachers and students of the Moscow University took part. Many scientists and graduates of the Moscow University carried out geological investigations in different foreign countries of Europe, Asia, Africa, Latin America, in Australia, Iceland and also at the equatories of seas and oceans. The results of the study of regional geology of foreign countries were summarized in such works written by the scientists of Moscow University as "Regional Geology of Continents" (Mazarovich, 1951-1952), "Regional Geotectonics" (V. Khain, 1971), collective monographs "Geology and Mineral Resources of Africa" (1973), "East African Rift System" (1974) etc.

#### Литература

- Архангельский А.Д. Обзор геологического строения Европейской России. М., Геопком, 1922.
- Архангельский А.Д. Введение в изучение геологии Европейской России. М.-Пг., ГИЗ, 1923.
- Архангельский А.Д. Геологическое строение СССР, Европейская и Средне-Азиатская части. Л.-М., ОНТИ, 1932.
- Архангельский А.Д. Геологическое строение СССР, Западная часть. М.-Л., ОНТИ, 1935.
- Архангельский А.Д. Геологическое строение и геологическая история СССР. Т. I. М.-Л., ОНТИ, 1941.
- Архангельский А.Д., Шатский Н.С. Схема тектоники СССР. - "Бюлл. МОИП. Отд. геол.", 1933, т. 11, № 4.
- Богданов А.А. Основные черты палеозойской структуры Центрального Казахстана. - "Бюлл. МОИП. Отд. геол.", 1959, № 1.
- Богданов А.А. Тектоническая карта СССР. Масштаб 1:10 000 000. М., ГУГК, 1961.
- Богданов А.А. О некоторых общих вопросах тектоники древних платформ (на примере Восточно-Европейской платформы). - "Сов. геол.", 1964, № 9.
- Богданов А.А. Тектоническое районирование палеозойд Центрального Казахстана и Тянь-Шаня. Статьи 1 и 2. - "Бюлл. МОИП. Отд. геол.", 1965, № 5, 6.
- Богданов А.А., Муратов М.В., Шатский Н.С. Тектоника Европы. Объяснительная записка к Международной тектонической карте Европы масштаба 1:2 500 000. М., "Наука", 1964.
- Варсановьева В.А. А.П. Павлов и его роль в развитии геологии. М., МОИП, 1941.
- Восточно-Африканская рифтовая система. Т. I, II и III. М., "Наука", 1974.
- Геология и полезные ископаемые Африки. М., "Недра", 1973.
- Герасимов П.А., Мигачева Е.Е., Найдин Д.П., Стерлин Б.П. Юрские и меловые отложения Русской платформы. - В сб.: Очерки региональной геологии СССР, вып. 5. Изд-во МГУ, 1962.
- Гордеев Д.И. История геологических наук в Московском университете. Изд-во МГУ, 1962.
- Келлер Б.М. Верхний протерозой Русской платформы (рифей и венд). - В сб.: Очерки региональной геологии СССР, вып. 2. Изд-во МГУ, 1968.

- Мазарович А.Н. Историческая геология. М., ОНТИ, 1933.
- Мазарович А.Н. Основы геологии СССР. М., ОНТИ, 1938.
- Мазарович А.Н. Региональная геология материков. Ч. I и II. Изд-во МГУ, 1951-1952.
- Международная тектоническая карта Европы. Масштаб 1:2 500 000. М., "Недра", 1964.
- Милановский Е.Е., Короновский Н.В. Орогенный вулканизм и тектоника Альпийского пояса Евразии. М., "Недра", 1973.
- Милановский Е.Е., Хаин В.Е. Геологическое строение Кавказа. - В сб.: Очерки региональной геологии СССР, вып. 8. Изд-во МГУ, 1963.
- Объяснительная записка к Тектонической карте СССР и сопредельных стран масштаба 1:5 000 000. М., Госгеолтехиздат, 1957.
- Павлов А.П. Самарская лука и Жигули. - "Труды Геол. ком.", 1887, т. 2, № 5.
- Павлов А.П. Геологическая история Европейских земель и морей. М., Изд-во АН СССР, 1936.
- Соколов Б.А., Гайнанов А.Г., Несмеянов Д.В., Серегин А.М. Нефтегазоносность морей и океанов. М., "Недра", 1973.
- Тектоническая карта СССР и сопредельных стран масштаба 1:5 000 000. М., Госгеолтехиздат, 1956.
- Ушаков С.А. Геофизические исследования строения земной коры в Восточной Антарктиде. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Хаин В.Е. Региональная геотектоника. Северная и Южная Америка, Антарктида и Африка. М., "Недра", 1971.
- Щуровский Г.Е. Уральский хребт в физико-географическом, геогностическом и минералогическом отношениях. Изд-во М. ун-та, 1841.
- Щуровский Г.Е. Геологическое путешествие по Алтаю. Изд-во Моск. ун-та, 1846.
- Щуровский Г.Е. Геологические очерки Кавказа. Вулканизм, плутонизм и рудоносность Кавказских стран. - "Рус. вест.", 1862, № 2-4, т. 37.
- Щуровский Г.Е. История геологии Московского бассейна. Т. 1 и 2. М., О-во любителей естествознания при Моск. ун-те, 1866-1867.
- Щуровский Г.Е. Колебательные движения Европейского материка в историческое и близкое к историческому времени. - "Изв. ОЛЕАЭ", вып. 1. М., 1880.
- Pavlov A.P. Essai de reconnaître l'ère préarchéenne dans l'histoire de la terre et son influence sur l'évolution ultérieure du géoïde. - "Bull. Soc. naturalistes Moscou", 1922, N 1.

В. А. КУДРЯВЦЕВ, К. П. МЕЛЬНИКОВА

### **ФОРМИРОВАНИЕ МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЯ В СССР И ПРЕПОДАВАНИЕ ЭТОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

Область вечной мерзлоты, занимающая 48% территории СССР, начала интенсивно осваиваться еще в конце XIX в. Это определило большой интерес к мерзлотоведению, формирование которого началось в русской геологической науке в связи с исследованиями Геолкома по трассе Сибирской железной дороги. Для выявления специфики процессов промерзания и оттаивания на устойчивость полотна дороги Главным гидрометеорологическим управлением была создана

сеть наблюдательных станций, а сотрудники Геолкома начали геологическую съемку районов Сибири.

По материалам сибирских геологических партий в 1889 г. Л.А.Ячевский впервые составил Карту распространения вечномерзлой почвы на территории России масштаба 1:50 000 000. Специальной комиссией, созданной Российским географическим обществом и Геолкомом (И.В.Мушкетов, Ф.Н.Чернышев, К.И.Богданович, Л.А.Ячевский и др.), в 1895 г. была составлена первая инструкция для изучения мерзлоты почвы в Сибири. Фактический материал по геологическому строению и оценке мерзлотных процессов и явлений, а также особенностей развития отдельных территорий Сибири в четвертичное время был изложен в 1894 г. К.И.Богдановичем в объяснительной записке к Схематической карте геологических образований.

Этими исследованиями было положено начало формированию мерзлотоведения в системе геолого-географических наук: разработана инструкция для изучения мерзлоты, выявлена граница ее распространения, составлены карты, изучены отдельные стороны сингенеза мерзлых толщ. Большой вклад в разработку теории и методов изучения внесли А.Арсеньев, А.В.Львов, Д.В.Домрачев и другие, проводившие исследования по трассам Кругобайкальской и Амурской железной дорог. Результаты этих исследований были обобщены в 1913 г. в работе "Технико-геологическое описание западной части Амурской железной дороги".

Систематическое изучение районов распространения мерзлоты, разработка методов картирования и методов определения физико-механических свойств мерзлых пород начались только после Великой Октябрьской социалистической революции, обеспечившей благоприятные условия развития общества и науки. В 20-х годах по призыву В.И.Ленина (на VIII Всероссийском съезде Советов) в исследованиях, организованных ЦУМТом, приняли участие А.В.Ливеровский, А.В.Львов, М.И.Сумгин, Б.М.Гуменский, С.П.Суслов и др. Ученые продолжили изучение процессов промерзания и оттаивания грунтов, миграции влаги в промерзших грунтах, пучения грунтов на дорогах Севера и Северо-Востока нашей страны, особое внимание уделяя составу, структурно-текстурным особенностям и свойствам мерзлых пород, используя методы литологии и грунтоведения. Большинство исследователей подчеркивают, что, помимо причин климатических, вызывающих деформацию пород, главной является специфика свойств мерзлых пород, обусловленная структурно-текстурными особенностями и льдистостью. В связи с этой спецификой и потребностями строителей, в рамках грунтоведения формируется новое направление — дорожное грунтоведение и механика мерзлых грунтов.

Центрами подготовки специалистов-мерзлотоведов в конце 20-х годов становятся: Иркутский университет, где работу кафедры динамической геологии возглавлял А.В.Львов (1918-1928); Московский университет, где на кафедре почвоведения работал М.И.Филатов (1925-1930), и Ленинградский университет, где на кафедре

дорожного грунтоведения В.В.Охотин, М.И.Сумгин и Н.А.Цытович начали преподавание курсов "Грунтоведение" и "Мерзлотоведение" (1930). Первым учебным пособием по мерзлотоведению были работы М.И.Сумгина "Вечная мерзлота почвы в пределах СССР", вышедшая двумя изданиями в 1927 и 1937 гг., и "Краткий курс дорожной геофизики" 1931г. издания. Обобщающие работы М.И.Сумгина отражали новый подход к исследованию мерзлоты и новый уровень геолого-географических исследований.

В начале первой пятилетки М.И.Сумгин доложил Президиуму АН СССР о значении изучения специфических условий области распространения вечномерзлых грунтов для решения вопросов бурно развивающегося строительства на Севере и Северо-Востоке нашей страны. После этого в 1930 г. по инициативе В.И.Вернадского и В.А.Обручева была создана Комиссия по изучению вечной мерзлоты (КИВМ) при Президиуме АН СССР, председателем которой избрали В.А.Обручева, заместителем - А.В.Ливеровского и ученым секретарем - М.И.Сумгина, заложивших основы новой науки геолого-географического профиля - мерзлотоведения.

В 30-40-х годах В.А.Обручев, М.И.Сумгин, Н.А.Цытович, Н.И.Толстихин и другие разработали теоретические основы этой науки. Дальнейшее развитие мерзлотоведения было обусловлено широким строительством в северных районах страны в соответствии с решениями XVI съезда ВКП(б), принявшего программу развернутого наступления социализма по всему фронту. Расширение мерзлотных исследований позволило М.И.Сумгину установить южную границу вечной мерзлоты в пределах СССР. В конце 30-х годов разрабатываются принципы и методы картирования мерзлоты применительно к отдельным регионам (С.Г.Пархоменко, И.Я.Баранов, В.Ф.Тумель), а в 1941 г. Н.И.Толстихин устанавливает особенности состава и закономерности распространения подземных вод мерзлой зоны литосферы и предлагает их классификацию. Н.А.Цытович, В.К.Яновский и другие разрабатывают методы исследования состава и свойств мерзлых пород, устанавливают зависимость деформационных свойств мерзлых пород от их состава, структурно-текстурных особенностей, температуры, но главным образом от влажности и льдистости.

В 1936 г. М.И.Сумгин закончил работу по составлению карты районирования области вечной мерзлоты грунта на глубине 10-15 м, а в это же время И.Я.Баранов, В.Ф.Тумель и В.К.Яновский впервые в истории мерзлотоведения отразили на мерзлотных картах состав мерзлых пород и другие природные факторы, определяющие характер промерзания. К изучению мерзлоты применялись все доступные методы геолого-географических наук: теплофизики, геотермии, геоморфологии, четвертичной геологии. Основным научным подходом к изучению мерзлоты был регионально-исторический (генетический), на основе которого стало возможно классифицировать процессы и явления и сделать научные обобщения, которые были

необходимы для окончательного решения вопросов деформации и устойчивости сооружений (Кудрявцев, Мельникова, 1967).

В конце 30-х годов в мерзлотоведении определились два главных научных направления: регионально-историческое (общее мерзлотоведение, по М.И. Сумгину) и физика и механика мерзлых грунтов. Эти курсы М.И. Сумгин и В.Ф. Тумель читали в Московском и Ленинградском университетах, а Н.А. Цытович преподавал курс механики мерзлых грунтов в Ленинградском инженерно-строительном институте. В 1937 г. совместно с Н.А. Цытовичем М.И. Сумгин издает труд "Основания механики мерзлых грунтов", а в 1940 г. выходит коллективный труд "Общее мерзлотоведение".

Придавая большое значение теоретическим вопросам, советские ученые подготовили и опубликовали в 1954 г. двухтомный труд "Основы геокриологии" и много сборников, отражающих практический опыт, накопившийся на строительстве крупных гидротехнических сооружений: на Вилюе, Ангаре и других реках Сибири. На основе полученных данных и характеристик мерзлых грунтов в 40-50-х годах создаются специальные инструкции и главы в "Строительных нормах и правилах проектирования".

В конце 40-х - начале 50-х годов мерзлотоведение вступает в новый этап своего развития. Эта наука получает признание во всех странах, где установлены области широкого распространения многолетнемерзлых пород. На базе Комиссии по изучению вечной мерзлоты по постановлению СНК в 1939 г. в АН СССР был создан первый в мире Институт мерзлотоведения, который возглавили В.А. Обручев, М.И. Сумгин и Н.А. Цытович. Одновременно были организованы мерзлотные лаборатории и четыре стационарные мерзлотные станции: в Игарке, Якутске, Анадыре и Воркуте, где проводились комплексные исследования условий образования мерзлоты, процессов промерзания и оттаивания, определяющих физико-механические свойства пород и глубину заложения фундаментов.

В Институте мерзлотоведения сформировалась советская школа мерзлотоведов: М.И. Сумгин, Н.А. Цытович, С.П. Качурин, В.К. Яновский, Н.И. Толстухин, В.Ф. Тумель, которые впоследствии возглавляли работу крупных научно-исследовательских и производственных коллективов. Ведущие ученые АН СССР проводили начиная с 30-40-х годов несколько совещаний с участием представителей производственных организаций, работающих в Заполярье, Сибири, на Дальнем Востоке и в вузах страны.

В Московском университете с 1934 г. на специальности "грунтоведение" геолого-почвенного факультета стал читаться курс "Учение о грунтах в мерзлом состоянии" по программе, разработанной сотрудником Института мерзлотоведения А.Е. Федосовым. В Томском политехническом институте А.В. Львов преподавал курс "Избранные главы общего мерзлотоведения" с элементами механики мерзлых грунтов.

В годы Великой Отечественной войны в Московском университете курс "Учение о грунтах в мерзлом состоянии", созданный А.Е. Федо-

совым, преподавал сначала С.С. Морозов (1942–1943), а затем Н.И. Быковский (1943–1948). В связи с реорганизацией геолого-почвенного факультета в геологические учебные планы и программы профилирующих курсов были пересмотрены, а в учебный план специальности "Грунтоведение" был включен курс "Общее мерзлотоведение", который начал читать Н.Ф. Полтев. Составленная им программа курса была утверждена Министерством высшего образования СССР как типовая для геологических факультетов университетов по специальности "Грунтоведение". В частности, примерно по такой программе в Ленинградском университете для грунтоведов читал курс "Общее мерзлотоведение" сначала М.И. Сумгин, а затем Н.А. Цытович (1946–1951). Объем этого курса значительно увеличился при создании специальности "Гидрогеология и инженерная геология" (1951), когда был составлен новый курс "Общее мерзлотоведение", который читается до настоящего времени П.П. Мазуровым.

Расширению программы подготовки мерзлотоведов в 50-х годах способствовала все увеличивавшаяся потребность в специалистах-мерзлотоведах. Ученые московской школы мерзлотоведов разработали к тому времени теорию и методы мерзлотной съемки (В.Ф. Тумель, В.К. Яновский, И.Я. Баранов и В.А. Кудрявцев) и принципы районирования мерзлотных условий. В мерзлотную съемку внедряются новые электрометрические методы исследования (А.Г. Акимов, Б.Н. Достовалов, А.А. Ананян). Установленный факт резкого различия механических и теплофизических свойств мерзлых пород определил дальнейшее развитие физики и механики твердых пород (Н.А. Цытович, С.С. Вялов и др.) и внедрение в мерзлотоведение геофизических и математических методов исследования. Расширяются исследования в области теплофизического направления (Савельев, 1973).

Дальнейшие исследования и освоение области вечной мерзлоты привели к необходимости подготовки специалистов-мерзлотоведов геолого-географического профиля. В 1953 г. в Московском университете на геологическом факультете впервые в мире была организована кафедра мерзлотоведения. Профессорско-преподавательский состав ее был сформирован из сотрудников геологического факультета и Института мерзлотоведения АН СССР. На должность заведующего кафедрой был приглашен В.А. Кудрявцев, а на должности профессоров кафедры – Б.Н. Достовалов и Б.А. Савельев. Будущие мерзлотоведы готовились из числа студентов, принятых по специальности "Гидрогеология и инженерная геология" (Кудрявцев и др., 1973).

Учебный план включал в себя комплекс общеобразовательных дисциплин (высшая математика, физика, химия, физическая и коллоидная химия, математическая статистика, применение ЭВМ), геологических дисциплин (общая геология, геологическое картирование, историческая геология, геология СССР, геоморфологии и четвертичные отложения, кристаллография, минералогия, петрография, геотек-

тошика, геохимия, геофизика и др.) и специальных дисциплин (гидрогеология, грунтоведение, инженерная геология, мерзлотоведение и др.).

На кафедре были созданы и читаются до настоящего времени следующие мерзлотоведческие курсы: "Специальный курс общего мерзлотоведения" (В.А.Кудрявцев), "Физика и механика мерзлых грунтов" (Б.А.Савельев), "Методика мерзлотных исследований, теплофизические основы мерзлотоведения и моделирование мерзлотных процессов на математических и аналоговых машинах" (В.А.Кудрявцев и др.), "Геофизические исследования вечномерзлых толщ" (Б.Н.Достовалов), "Инженерное мерзлотоведение" (С.С.Вялов), "Вечная мерзлота СССР и подземные воды области вечной мерзлоты".

Методологическое значение в плане подготовки специалистов принадлежит курсу "Общее мерзлотоведение". В нем излагаются: история возникновения этой дисциплины, теория и методы исследования мерзлой зоны литосферы, закономерности ее развития под влиянием различных факторов, в том числе производственной деятельности человека. На все мерзлотоведческие курсы отводится от 600 до 800 часов. Читаются они на III-V курсах. Во время обучения студенты проходят учебную и производственную практику (инженерно-геологическую, гидрогеологическую и мерзлотоведческую).

С начала организации кафедры ее преподаватели и научные сотрудники проводят совместные исследования мерзлоты с рядом производственных и научно-исследовательских организаций. Особенно тесный контакт кафедра поддерживает с институтом Гидропроект. Изучение долины р.Оби в связи с проектированием Нижне-Обского гидроузла явилось классическим примером исследований в условиях вечной мерзлоты. В 1954-1956 гг. сотрудники кафедры проводили исследования в районе Салехардского гидроузла, в 1956-1957 гг. - в районе строительства Братской ГЭС, в 1960-1961 гг. - Вилюйской ГЭС для обоснования технического проекта.

Геологи-мерзлотоведы работают всегда вместе с гидрогеологами и инженерами-геологами; часто мерзлотоведы работают как ведущие инженеры-геологи, так как кафедра готовит специалистов самого широкого профиля. Этими исследованиями и характером учебного плана мерзлотоведение выходило за рамки геолого-географических наук и становилось в ряд геологических наук, укрепляя связи со всеми естественными науками.

Роль кафедры мерзлотоведения геологического факультета значительно возросла в середине 50-х годов, когда проходила реорганизация Института мерзлотоведения АН СССР. На кафедру пришли лучшие кадры мерзлотоведов, была создана первоклассная лабораторная база. Кафедра стала учебно-научным центром по геокриологии. В расширении работ кафедры мерзлотоведения большую помощь оказывали руководители Института мерзлотоведения АН СССР: П.Ф.Швецов (1948-1954), а затем П.И.Шумский (1954-1958). Со времени организации Института мерзлотоведения Сибирского отделения АН СССР (директор П.И.Мельников) кафедра мерзлотове-

дения установила научные связи с этим коллективом ученых. Большой вклад в дальнейшее развитие мерзлотоведения и становление новых направлений этой науки внесли И.А. Тютюнов, А.М. Пчелинцев, С.С. Вялов, Б.И. Втюрин и П.И. Шумский.

Теоретической основой мерзлотоведения в 50–60-х годах становятся генетические классификации изучаемых объектов, процессов и явлений, которые объединяют в определенную систему существующие и вновь получаемые данные и позволяют планировать и прогнозировать развитие мерзлотных исследований. В мерзлотоведении используются различные классификации подземных льдов, таликов, криогенных явлений и процессов. Сами же мерзлые толщи как геологические образования до 50-х годов не классифицировались; не проводилось четкого различия между многолетнемерзлыми коренными и четвертичными отложениями. Эти проблемы стали решать воспитанники кафедры и геологического факультета (Катасонов, 1964 г.).

В настоящее время четко выделяются два типа мерзлых толщ: сингенетические отложения, промерзающие одновременно с их накоплением, и эпигенетические, сформировавшиеся при отсутствии мерзлоты и промерзающие сверху. О результатах этих работ докладывали А.И. Попов, И.Я. Баранов и В.А. Кудрявцев на Первой Международной конференции по мерзлотоведению в 1968 г. в Канаде.

В 40–50-х годах на основе исследований районов Западной Сибири А.И. Попов разработал криолитологическую классификацию мерзлых толщ и создал метод мерзлотно-фациального анализа, который впоследствии был существенно разработан Е.Г. Катасоновым. Принципы классификации многолетнемерзлых толщ на основе 20-летних исследований в различных районах страны разрабатывались на кафедре мерзлотоведения В.А. Кудрявцевым, Б.Н. Достоваловым, Н.Ф. Полтевым и их воспитанниками.

В конце 60-х годов на кафедре начинаются работы по составлению мелкомасштабных мерзлотно-гидрогеологических карт (В.А. Кудрявцев, К.А. Кондратьева, Н.Ф. Полтев и др.) с использованием принципов мерзлотного (геокриологического) районирования, предложенных И.Я. Барановым (1965). К 1970 г. сотрудники кафедры мерзлотоведения и других кафедр МГУ разработали методику комплексной мерзлотно-гидрогеологической и инженерно-гидрогеологической съемки масштабов 1:200 000 и 1:500 000.

В 1971 г. были предложены принципы структурно-гидрогеологического районирования территорий мерзлой зоны (Н.И. Толстихин, О.Н. Толстихин).

В 70-х годах в АН СССР был создан Координационный совет по криологии Земли. Кафедра мерзлотоведения, совместно с ВНИИСТОм, ПНИИИСом, Координационным советом и другими организациями включалась в исследования районов в связи с прокладкой трубопроводов и линий электропередач в Якутии, Назым-Кургане, Норильске, в районе поселков Медвежьего и Салехарда. В на-

стоящее время воспитанники кафедры мерзлотоведения принимают участие в проектировании и строительстве Байкало-Амурской магистрали. Для учебного процесса 70-х годов характерным является органическое сочетание в курсах научной теории и производственного опыта.

Во время обучения студенты ведут научную работу в Научно-студенческом обществе (НСО) и участвуют в экспедициях факультета. Срок обучения – пять лет. Ежегодный прием на специализацию "Мерзлотоведение" – 25 человек. После окончания обучения студенты направляются на работу в проектно-исследовательские, производственные и научные организации. Созданный на кафедре комплекс мерзлотоведческих дисциплин обеспечивает выпускникам хорошую теоретическую подготовку и свободное владение методикой полевых и лабораторных исследований. Система подготовки мерзлотоведов на геологическом факультете отражает характер подготовки специалистов по гидрогеологии и инженерной геологии. К настоящему времени кафедра подготовила свыше 150 специалистов.

Характерной особенностью подготовки специалистов-мерзлотоведов в Московском университете является то, что учебный процесс осуществляется в тесной связи и на базе научно-исследовательских работ и инженерно-геологических производственных практик.

Подготовка специалистов-мерзлотоведов в МГУ осуществляется по учебному плану, полностью обеспеченному учебниками и учебными пособиями, подготовленными сотрудниками кафедры мерзлотоведения. В 1973 г. издано 5 учебников и учебных пособий, 5 монографий и 14 тематических сборников "Мерзлотные исследования". Особенно широко используются: "Общее мерзлотоведение", "Основы мерзлотной съемки", "Руководство по изучению свойств льда", "Физика, химия и строение природных льдов и мерзлых горных пород", "Методика комплексной мерзлотно-гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштабов 1:200 000 и 1:500 000". Вышло из печати учебное пособие "Основы мерзлотного прогноза при инженерно-геологических исследованиях в области распространения многолетнемерзлых пород" (1974).

Подготовка мерзлотоведов высшей квалификации осуществляется через аспирантуру. Срок обучения – три года. На кафедре мерзлотоведения геологического факультета ежегодно принимаются в аспирантуру 2-4 человека. Диссертаций на степень кандидата геолого-минералогических наук защитили 35 человек, из них четверо уже защитили докторские диссертации.

Подготовка мерзлотоведов географического профиля в МГУ началась осенью 1945/46 г. на кафедре североведения, переименованной вскоре в кафедру полярных стран. Чтение курса "Мерзлотоведение" начал известный к тому времени ученый, ученик М.И. Сумгина – С.П. Качурин. В 50-х годах в советской геологической науке на стыке литологии и мерзлотоведения формируется новое направление – криолитология. В учебный план кафедры полярных стран вводится новый курс – "Геология и геоморфология Севера"

с элементами криолитологии, который создал и читает А.И. Попов, и курс "Методика мерзлотной съемки", который читает В.Ф. Тумель.

Последовательно в учебный план кафедры были включены курсы: "Инженерное мерзлотоведение и гляциология", "Общее и региональное мерзлотоведение", "Грунтоведение и криолитология". В 1967 г. на географическом факультете организована кафедра криолитологии и гляциологии, которую возглавил А.И. Попов. На кафедре изучаются процессы криогенеза, который понимается как совокупность геологических, гидрогеологических, литологических, криогенных и других процессов, приводящих к образованию многолетнемерзлых отложений. Разрабатываются методы изучения криогенного строения мерзлых толщ и их инженерно-геологической оценки.

В настоящее время "Мерзлотоведение" на географическом факультете читается в двух вариантах: один для физгеографов и геоморфологов (45 часов), другой для геокриологов и гляциологов (90 часов). Для геокриологов с 1967 г. курс "Физика и механика мерзлых грунтов" (120 часов) преподавал сначала Б.А. Савельев, а затем В.В. Смирнов. Впоследствии в программу обучения введены курсы: "Ландшафты северных и высокогорных территорий", "Теплофизика" и "Новейшие отложения полярных районов". Основным профилирующим курсом остается "Методика геокриологических и гляциологических исследований" (240 часов). Этот курс включает ряд мелких курсов: "Методы изучения структуры снега и льда" (90 часов), "Аэрофотометоды в мерзлотоведении и гляциологии" (90 часов), "Мерзлотно-фациальный анализ" (45 часов) и др. Специфику географического профиля составляют курсы "Экономическая география Севера зарубежного и советского" (60 часов), "Инженерная география" (36 часов) и др. В 1973 г. в учебный план введены два новых курса: "Геоморфологические процессы в северных и высокогорных районах СССР" (48 часов) и "Внешний массоэнергообмен ледников" (40 часов). Учебную практику студенты проходят в Лаборатории снежных лавин и селей, которую возглавляет Г.Д. Тушинский, и в Проблемной лаборатории Севера, возглавляемой А.И. Поповым.

В отношении мерзлотоведческой подготовки учебный план этой специальности мало чем отличается от учебного плана на геологическом факультете. Ежегодный прием на эту специальность — 25 человек, срок обучения — пять лет.

Возрастающая потребность в кадрах мерзлотоведов определяет в настоящее время необходимость преподавания этой дисциплины и в ряде других вузов нашей страны. Курсы мерзлотоведения читаются в Ленинградском университете на геологическом факультете, в Ленинградском горном институте на кафедре гидрогеологии и инженерной геологии, эпизодически — в Якутском университете, в Тюменском политехническом институте и в Московском инженерно-строительном институте.

Развивающаяся в современном мире научно-техническая революция активизирует все стороны общественной жизни, вызывает разви-

тельные перемены в самой технике и методах научных исследований. Эти перемены вносят существенные коррективы и в учебный процесс: перерабатываются учебные планы и учебные пособия, внедряются новые методы обучения.

## ABSTRACT

In Russia a systematic study of permafrost begun in the 1880's set up by members of the Geological Committee. A map of the spread of permafrost was compiled by L. Yachevsky (1889), I. Mushketov worked out Instructions for studying permafrost in Siberia (1895), A. L'vov completed generalized field and laboratory investigations of permafrost (1913).

The first manuals were works generalized by M. Sumgin (1927). In the 1930's V. Obruchev, V. Vernadsky, A. Liverovsky and M. Sumgin organized a Commission on the study of permafrost and later on the Institute of Cryology of the Academy of Sciences of the USSR (1939) started investigating the ground and subterranean waters of the lithosphere frozen zones in polar regions (N. Tolstichin). J. Baranov, V. Tumel, V. Yanovsky, N. Tsytovitich, S. Kachurin and P. Shvetsov investigated engineering-geological and hydrological mapping and determined permafrost rock composition and prospecting peculiarities.

During the Great Patriotic War and later on members of Moscow University delivered lectures on cryology and soil science. In the departments of geology and soil science A. Fedosov, S. Morozov, N. Bykovsky lectured on "Ground Science". N. Polteĭ delivered lectures on "General Cryology". The programme worked out by him became standard for University geological departments. A course "The Principles of Permafrost Mechanics" was delivered by N. Tsytovitich. The main manual was a monograph "General Cryology" by M. Sumgin e.a. (1940). In the 1950's in geological-geographical science systems there began to form new trends: glaciology, cryolithology and thermophysics.

In 1950-1970's in the science of cryology new trends were formed. There are created new studies on: 1. Seasonal freezing and seasonal thawing (P. Koloskov, V. Kudryavtsev). 2. Petrographic cryology (G. Shumsky, B. Saveliev). 3. Thermodynamism and thermophysics in cryology (V. Luk'yanov, D. Redqubov, V. Kudryavtsev e.a.). 4. The principles of permafrost survey including geophysical methods (A. Akimov, B. Dostovalov).

In 1953 at the Geological Department of Moscow University there was organized a Department of cryology, unique not only in the USSR but in the world as well (headed by V. Kudryavtsev) which instructs future geologists. In courses on cryology of 800 hours are set up. In 1967 at the Faculty of Geography there was organized a department of cryolithology (A. Popov). Every year these two departments instruct and graduate 40-50 students. Within the same period some 3-5 postgraduates become skilled cryologists.

## Литература

- Достовалов Б.Н., Кудрявцев В.А. Общее мерзлотоведение. Изд-во МГУ, 1967.
- Кудрявцев В.А., Мельникова К.П. Решение основных проблем советского мерзлотоведения. - "Вестн. МГУ. Сер. геол.", 1967, № 5.
- Кудрявцев В.А., Полтев Н.Ф., Ершов Э.Д. Основные итоги работы кафедры мерзлотоведения за 20 лет. - "Вестн. МГУ. Сер. геол.", 1973, № 3.
- Мельникова К.П. История мерзлотоведения. - В кн.: История геологии. М., "Наука", 1973.
- Савельев Б.А. Вопросы термодинамики мерзлых пород. Докл. и сообщ. II Междунар. конф. по мерзлотоведению. Якутск, Кн. изд-во, 1973.
- Шытович Н.А. Механика мерзлых грунтов. М., "Высш. школа", 1973.

И. И. ШАФРАНОВСКИЙ

## РОЛЬ КРИСТАЛЛОГРАФИИ В ИСТОРИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Курсы кристаллографии с давних пор и до самого последнего времени входят в состав специальных дисциплин, преподаваемых студентам горных вузов и геологических факультетов. В настоящий момент наука о кристаллах теснейшим образом примыкает к физике и химии, в связи с чем коренным образом видоизменяется и содержание соответствующих учебных программ, адресованных слушателям физических и химических специальностей.

Однако нет сомнения в том, что кристаллография природных кристаллических объектов - минералов - немислима в отрыве от геолого-минералогического цикла наук. Успехи собственно минералогической кристаллографии тесно связаны с изысканиями и достижениями минералогов и геологов (Шафрановский, 1974)<sup>1</sup>. Исторически сложившаяся связь учения о природных кристаллах с минералогией и геологией продолжает оставаться практически важной и жизненно

<sup>1</sup> Здесь уместно напомнить, что многие выдающиеся кристаллографы прошлого века были по специальности горными инженерами-геологами. Знаменитые немецкие кристаллографы-минералоги: Х.С. Вейс (1780-1856), Ф. Моос (1773-1832) и К.Ф. Науман (1797-1873) - окончили Фрейбергскую горную академию. Французский кристаллограф Г. Фридель (1865-1933) был по образованию горным инженером. В России Н.И. Кокшаров (1818-1892) и П.В. Еремеев (1830-1899) были питомцами Петербургского горного института. Тот же институт позднее закончил Е.С. Федоров (1853-1919). Эта традиция продолжается и в наше время. Выдающиеся советские кристаллографы: А.К. Болдырев (1883-1946), В.В. Доливо-Добровольский (1904-1936) и В.И. Михеев (1912-1956) - получили образование горных инженеров.

необходимой, требуя особо бережного отношения и самого пристального внимания лиц, заинтересованных в подготовке геологических кадров.

Цель настоящей небольшой статьи – напомнить о значении кристаллографии в истории преподавания геологических дисциплин. Мы хотим подчеркнуть не только подчиненную роль кристаллографии в качестве “служанки минералогии”, но и показать ее ведущую инициативу в установлении ряда обобщающих выводов и в развитии некоторых новых научных направлений, имеющих прямое отношение в широком смысле этого слова.

Хорошо известно, что со дня возникновения кристаллография базировалась прежде всего на кристаллах минералов. Объясняется это тем, что природные кристаллические многогранники издавна обращали на себя внимание горняков, служили им практически в качестве индикаторов минерального вещества и давали благодарный материал для самых первых научных выводов.

Уже в XVI в. выдающийся саксонский металлург, минералог и врач Г. Агрикола (1494–1555) рекомендовал своим ученикам использовать кристаллические формы в качестве характерных признаков, позволяющих определять минералы. Он классифицировал их по внешнему облику, различая плоские, угловатые и другие формы. Среди “угловатых тел”, т.е. кристаллов, Г. Агрикола выделял треугольные, четырехугольные и прочие “многоугольные” фигуры. Такие словесные характеристики уже содержали некоторые намеки на геометрическую классификацию кристаллических форм. Таким образом, первые уроки по кристаллографии были тесно связаны с геолого-разведочными работами и производственной практикой горняков.

М.В. Ломоносов (1711–1765) хорошо понимал практическое значение кристаллографических данных для геолого-минералогических наук. Он особо подчеркивал характерность кристаллических форм для ряда рудных минералов: “Руды показываются двояким образом, из которых иные держатся свойственной себе постоянной фигуры, как кубические марказиты (пирит. – *И.Ш.*), желтый сферический колчедан, угловатый белый колчедан (арсенопирит. – *И.Ш.*), иглам подобная сурьма (антимонит. – *И.Ш.*) и многие другие” (1954, с. 340). Для того чтобы понять всю важность этого положения в то время, достаточно противопоставить ему мнение известного французского натуралиста Ж.Л. Бюффона (1707–1788), согласно которому “кристаллическая форма не имеет постоянного характера и более разнообразна и изменчива, нежели любой другой признак, позволяющий различать минералы” (Ромэ-Делиль, 1957, с. 94). Одним из первых М.В. Ломоносов осознал важность закона постоянства углов на кристаллах как в практическом отношении (определение вещества по углам), так и в теоретическом (выявление структуры по внешнему огранению).

Становление кристаллографии как самостоятельной науки связано с творчеством выдающегося французского натуралиста Ж.Б. Ромэ-Делиля (1736–1790). По справедливой характеристике акад.

В.И. Вернадского, Ж.Б. Ромэ-Делиль "был первым специалистом-кристаллографом", давшим в своих основных трудах "исходную точку всего современного развития кристаллографии" (1904, с. 12). Мало того, с именем Ж.Б. Ромэ-Делиля связано и начало преподавания науки о кристаллах. В 70-80 годах XVIII в. для избранного круга любителей естествознания он читал курс кристаллографии, "первые лекции нашей науки, когда-либо читанные" (там же).

В 1783 г. был опубликован четырехтомный труд Ж.Б. Ромэ-Делиля под названием "Кристаллография, или описание форм, присущих всем телам минерального царства в состоянии соединений соляных, каменных или металлических". Весь этот грандиозный труд (описание 500 кристаллических веществ) базируется на законе постоянства углов на кристаллах, законе, открытом Ж.Б. Ромэ-Делилем (истинным первооткрывателем закона является Н. Стенон, сообщивший о нем в 1669 г.; позднее, как отмечалось выше, на этот закон обратил внимание и М.В. Ломоносов).

Особенно важно отметить также то обстоятельство, что Ж.Б. Ромэ-Делиль чрезвычайно широко подходил к задачам и значению кристаллографии, обращая особое внимание на ее значение для развития геологических наук. Приведем несколько цитат, иллюстрирующих сказанное. "В самом деле, - писал он, - первичные (гранитные) горы являются непосредственным продуктом кристаллизации, и следовательно наука о кристаллах должна лечь в основание теории земного шара" (1957, с. 92). "В этом произведении, - продолжал далее ученый, - я стремился поставить на более прочную основу науку о кристаллах, без которой, я осмелюсь сказать, строение нашей Земли представляет необъяснимую загадку" (там же).

В более развернутом виде эта мысль сформулирована в следующем отрывке: "Трактат, который я предлагал читателям, представляет собой не только кристаллографию, столь полную, насколько это позволяет современное состояние наших знаний, но и литологию. Последняя вместе с минералогией дает общие представления о строении Земли, которые ни одна из существующих теорий не сможет объяснить, если она не будет основываться на учении о кристаллах... Действительно, не являются ли эти первозданные горы, в которых красноречивый исследователь Природы бессмертный Бюффон видел только вздувшиеся массы расплавленных веществ, не являются ли они не чем иным, как громадным скоплением различного рода кристаллов?" (там же, с. 94).

Ж.Б. Ромэ-Делиль поднимает вопрос "о различных эпохах образования кристаллов". В первую очередь он рассматривает кристаллический состав "первичных горных пород": гранитов, порфиоров и др. Затем автор переходит к более поздним "слоистым породам". Всюду он обнаруживает следы кристаллизации и призывает натуралистов внимательно изучать это универсальное явление.

В приведенных цитатах обращает на себя внимание необычайно широкий подход к кристаллографической тематике. Ж.Б. Ромэ-Делиль ясно предвидел будущую роль кристаллографии в становлении еще

не существовавшей тогда науки о горных породах — петрографии. Мало того, он предполагал положить учение о кристаллах “в основании теории земного шара”. Замечательные мысли Ж.Б.Ромэ-Де-Лилля о значении кристаллографии в области геологических наук сохраняют во многом и до сих пор свою актуальность, нередко забываемую и игнорируемую современными геологами.

К сожалению, в дальнейших трудах выдающихся минералогов значение кристаллографии временно несколько сузилось. На первый план были выдвинуты внешние формы кристаллов как надежные внешние признаки, позволяющие распознавать вещество минерала. В педагогической практике кристаллография длительное время преподавалась в качестве раздела минералогии. Последняя в XVIII в. объединялась с геологией и горным делом (включая сюда и металлургию).

Знаменитый саксонский “реформатор минералогии” А.Г.Вернер (1749–1817), преподававший во Фрейбергской горной академии, впервые подразделил совокупность разнородных горно-геологических дисциплин на “геогнозию” (описательную геологию и учение о горных породах), “ориктогнозию” (описательную минералогию) и, собственно горные науки. Кристаллография под именем “ориктометрии” составляла небольшой раздел минералогии. Будучи воспитателем горных инженеров, А.Г.Вернер интересовался кристаллами лишь постольку, поскольку их характерная форма помогала распознавать минералы. К важнейшим внешним признакам минералов он отнес несколько простейших габитусных форм: “двадцативершинник”, “восьмивершинник”, “столбик”, “пирамиду”, “табличку”, “клин”, или “чечевицу”, и др. Вместе с тем А.Г.Вернер обращал внимание своих учеников на переходы одних форм в другие, связывая их с особенностями природных условий и тем самым закладывая основы минералогической и генетической кристаллографии. Вернеровское направление нашло свое дальнейшее развитие в трудах его учеников по Горной академии, в дальнейшем известных профессоров-минералогов и горных инженеров-геологов: Х.С.Вейса, Ф.Мооса, Ф.А.Брейтгаупта и К.Ф.Наумана.

Прежде чем перейти к рассмотрению их педагогической деятельности, необходимо вспомнить о творчестве выдающегося французского кристаллографа Р.Ж.Гаюи (1743–1822). В отличие от А.Г.Вернера, Р.Ж.Гаюи в основу своих курсов кристаллографии и минералогии положил созданную им же самим теорию кристаллического строения (в этой теории он исходил из явлений спайности — способности кристаллов раскалываться по определенным плоскостям). Открытый им закон рациональности отношений параметров (закон целых и малых чисел в кристаллографии) позволил ему математически точно охарактеризовать формы кристаллических образований. В конце XVIII — начале XIX в. учение Р.Ж.Гаюи получило самое широкое распространение и привлекло внимание к особенностям не только внешнего ограничения, но и внутреннего строения кристаллических веществ.

В нашей стране достижения А.Г.Вернера и Р.Ж.Гаюи пропагандировали акад. В.М.Севергин (1765–1826), профессор Московского

университета Г.И.Фишер фон Вальдгейм (1771–1853), профессор Петербургского университета Н.П.Щеглов (1793–1831).

Начиная с 30-х годов прошлого столетия изложение основ кристаллографии по Р.Ж.Гаюи заменяется в учебниках минералогии классификацией внешних форм по Х.С.Вейсу, Ф.Моосу, К.Ф. Науману и другим представителям немецкой кристаллографической описательной школы. Х.С.Вейс и его последователи, отмежевываясь от теории Р.Ж.Гаюи, считали, что наука о кристаллах должна основываться исключительно на изучении внешнего ограничения. Будучи убежденными противниками атомистики, они отрицали самую возможность проникновения в сущность внутреннего строения кристаллов. По этому поводу Е.С.Федоров писал: "В общем Вейс по сравнению с Гаюи был явным шагом назад, так как вместо систематического развития идеи, положенной Гаюи как надежное основание будущего здания, Вейс, уступая духу эмпиризма, в значительной мере стал делать шаги ощупью, пытаясь без всякой руководящей идеи установить законности, противоречащие природе вещей... Конечно, такие попытки двигаться ощупью еще более дискредитировали всякие теоретические попытки. И вот наступил столь долго тянувшийся и столь упрочившийся науманновский период кристаллографии с почти полной научной бесплодностью" (1904, с. 11).

Эти слова великого русского кристаллографа требуют некоторых оговорок. Х.С.Вейсу и Ф.Моосу мы обязаны установлением семи кристаллографических систем (сингоний), Закон поясов, открытый Х.С.Вейсом, лежит в основе зональной кристаллографии, развивавшейся впоследствии самим Е.С.Федоровым. Значительных успехов в трудах немецких кристаллографов достигло учение о формах кристаллов.

Выдающиеся русские минералоги акад. Н.И. Кокшаров и П.В. Еремеев, прославившиеся классическими исследованиями отечественных минералов, примыкали к описательной кристаллографической школе своего времени и излагали ее основы в своих лекциях и выступлениях.

И все же нельзя не признать того, что это направление в науке чрезвычайно сузило задачи кристаллографии, превратив ее, по выражению Н.И. Кокшарова, в "предуготовительную минералогия", служащую исключительно для распознавания и описания кристаллических многогранников.

Именно в данный период наука о кристаллах и превратилась в подсобную дисциплину, поставлявшую необходимые сведения для физикографии минералов. К этому времени относятся отечественные учебники "ориктогнозии" (т.е. описательной минералогии) Э.Гофмана (1840), Э.Эйхвальда (1844) и других, состоявшие в основном из длиннейших сухих перечней и описаний кристаллических форм.

Следует отметить сугубо статический подход авторов упомянутых руководств к самим понятиям минералов и кристаллов. Вот, например, как характеризует эти понятия Э.Эйхвальд: "Неорганические тела... составлены из простейших частиц, не живут и поэтому не растут и не размножаются; к ним принадлежат все минералы, встречающиеся при совершенном виде в кристаллах или

симметричных формах; но так как они не одарены жизнью, то не изменяются в отношении времени и пространства, в котором они заключаются, и по сему остаются всегда в одинаковом виде, если на них не действуют особенные причины" (1844, с.1).

Упомянув о реальных несовершенных кристаллах, Э. Эйхвальд пишет: "Такое неправильное образование кристалла, впрочем, не должно быть описываемо, в частности потому, что в Ориктогнозии не описывают уродливые формы, но только правильные" (там же, с. 44).

На фоне перечисленных выше руководств выделяются "Лекции минералогии" Н.И. Кокшарова (1863), являющиеся на самом деле подробным курсом кристаллографии. В.И. Вернадский впоследствии дал высокую оценку этого труда. Он писал: "Отличаясь ясностью и стройностью изложения, они (лекции. — И.Ш.) в свое время были выдающимся произведением и долгое время, до конца 1880 года, сохраняли свое значение в преподавании; в некоторых своих частях они сохранили свое значение и до сих пор (например, в главе о несовершенствах кристаллов)" (1915, с.1).

Значение кристаллографии для геологических исследований чрезвычайно возросло в связи с успехами кристаллооптики и появлением поляризационного микроскопа. Последний явился незаменимым прибором в области изучения горных пород. Тем самым кристаллографические методы исследования порообразующих минералов легли в основу описательной петрографии и сыграли огромную роль в ее развитии.

Французские и немецкие ученые: А. Деклуазо (1817–1897), О. Мишель-Леви (1844–1911), Ф. Циркель (1838–1912), К.Г. Розенбуш (1836–1914) и другие — включили микроскопию горных пород в читавшиеся ими курсы минералогии и петрографии.

В русскую педагогическую практику метод микроскопического исследования пород и минералов впервые ввели в 1867–1869 гг. наши знаменитые геологи: профессор Петербургского университета А.А. Иностранцев (1843–1919) и профессор Горного института акад. А.П. Карпинский (1847–1936).

Полный переворот в преподавании кристаллографии связан с появлением курсов Е.С. Федорова. В основу геометрического раздела кристаллографии великий ученый положил свою теорию строения кристаллов и связанные с ней законы кристаллографической симметрии.

В частности, в его "Кратком руководстве по кристаллографии" (1891 г.) впервые появляется популярное описание 32 видов симметрии. В "Курсе кристаллографии" (1897 г.) Е.С. Федоров в разделе физической кристаллографии излагает сущность своего знаменитого теодолитного метода, основанного на применении специального столика для микроскопа (так называемого "федоровского столика"). Наконец, в третьем издании "Курса..." широко развит раздел химической кристаллографии. Здесь мы находим описание кристаллохимического анализа, позволяющего по данным гониометрического измерения определить вещество кристалла, а также получить предварительные сведения о типе слагающей его кристал-

лической решетки. Таким образом, Е.С. Федоров подводит нас вплотную к новейшей структурной кристаллографии и кристаллохимии.

Великий ученый хорошо понимал возрастающее значение для кристаллографии физики и химии. Он писал: "Кристаллография в последние годы резко меняет свой облик и значение в ряду других наук. Приближается время, когда она становится необходимым пособием не только при изучении минералогии и геологии, как это было раньше, но также физики, химии и особенно физической химии" (1901, с. 11).

Вместе с тем, будучи профессором кристаллографии и петрографии в Горном институте, он все время твердо помнил о кристаллах для геологической и петрографо-минералогической практики. В "Введении к таблицам для кристаллохимического анализа ("Царство кристаллов")" мы читаем: "Известно, что эта наука. (кристаллография. — И.Ш.) играет существенную роль как основная дисциплина среди минералогических наук и той части горного искусства, назначением которой является использование естественного сырья" (1955, с. 5). Теодолитный метод в минералогии и петрографии и кристаллохимический анализ Е.С. Федорова были созданы прежде всего с целью точного определения и исследования горных пород и минералов.

Значительные успехи физической и химической кристаллографии привели к тому, что ряд авторов решительно порвали с установившимися традициями и присоединили науку о кристаллах к области физико-химических дисциплин.

Здесь в первую очередь следует назвать известного немецкого кристаллографа П. Грота (1843—1927), профессора минералогии в Мюнхене, автора солидного курса "Физическая кристаллография" и монументальной пятитомной сводки по химической кристаллографии.

В России по этому пути пошли Г.В. Вульф (1863—1925) и В.И. Вернадский (1863—1945). Последний, вспоминая о своей профессорской деятельности в Московском университете, писал: "Кристаллография была отделена от минералогии и рассматривалась как часть физики — учение о твердом состоянии вещества" (1956, с. 180).

В 1912 г. наступила "величайшая революция в кристаллографии, резко сместившая центр тяжести нашей науки к внутреннему механизму кристаллов, к их внутреннему строению" (Белов, 1972, с. 2). Эта революция, связанная с открытием М. Лауэ дифракции рентгеновских лучей в кристаллах и с последующей расшифровкой У.Г. и У.Л. Брэггами первых кристаллических структур, казалось бы, должна была окончательно оторвать кристаллографию от круга геолого-минералогических дисциплин. Однако уже в 1928 г. В.И. Вернадский писал о перемене своих взглядов в отношении связи между кристаллографией и минералогией: "Кристаллография не отделилась от минералогии, но охватила ее по-новому, проникая в самые основные построения, коренным образом ее изменила... Оказалось, что дело шло не об освобождении минералогии от не принадлежащей ей области физических наук, а о новой связи кристаллографии с минералогией, коренном изменении этой последней" (с. 91). Здесь

В.И.Вернадский говорит об усвоении достижений, связанных с рентгеноструктурными исследованиями и кристаллохимическими обобщениями, без которых немислимо дальнейшее развитие современной минералогии и тесно связанной с нею геохимии.

Нет надобности напоминать о всем известных гигантских успехах современной структурной кристаллографии и кристаллохимии, достигнутых в тесной связи с минералогическими исследованиями. Достаточно упомянуть хотя бы их роль в построении "Геохимии" А.Е.Ферсмана. Общеизвестны новейшие успехи в области структурной минералогии, суммированные акад. Н.В.Беловым в его знаменитых "Очерках". Все эти достижения кристаллографии вошли в плоть и кровь геологии и минералогии сегодняшнего дня. Они должны всемерно освещаться и в курсах, читаемых студентам геологических специальностей. Этого мало. В предисловии в книге О.Г.Козловой "Рост и морфология кристаллов" акад. Н.В.Белов пишет: "Но как раз в те годы (конец 50-х - начало 60-х годов) совершалась в нашей науке еще более мощная революция - смещение интереса в сторону монокристалла, и притом достаточно крупного. Для минералога крупный монокристалл оказался открытой книгой, в которой записаны собственная история кристалла и судьбы месторождения. Для кристаллографа это объект проявления, изучения и использования поразительных свойств кристалла, непрерывно революционизирующих науку и технику" (1972, с.5).

Здесь речь идет об изумительных успехах синтетической минералогии и технической кристаллографии, в результате которых были получены искусственные кристаллы алмаза, кварца, рубина и др. Итак, круг замкнулся. Снова, и очевидно уже навсегда, возродился стародавний союз между кристаллографами и минералогами, заново предстала в обновленном виде минералогическая кристаллография. Плодом этого содружества является новая ветвь генетической минералогии - онтогенез минералов, трактующая о зарождении, росте и изменении минеральных индивидов и их агрегатов (проф. Д.П. Григорьев).

Однако и это еще не все. Вспомним о специфических особенностях науки о кристаллах. По образному выражению Е.С.Федорова, "кристаллы блещут симметрией", в связи с чем развитие кристаллографии привело к интенсивной разработке самого учения о симметрии. "Особенность кристаллографического метода состоит в последовательном применении принципа симметрии во всех случаях, когда это оказывается возможным", - подчеркивают авторы "Основ кристаллографии" А.В.Шубников и др. (1940, с.5).

Вместе с тем принцип симметрии в настоящее время вышел далеко за рамки собственно кристаллографии, методы которой широко используются в ряде других наук. В этом отношении положение современной науки о кристаллах во многом напоминает роль математики, снабжающей своими методами многочисленные и разнообразные дисциплины. В качестве характерного примера укажем на ведущую роль кристаллографии в становлении молекулярной биоло-

гии. "Для нас, кристаллографов, – говорил по этому поводу выдающийся английский ученый Д.Бернал, – особый интерес представляет тот факт, что это крупное научное достижение стало возможным благодаря применению нашей дисциплины" (Шафрановский, 1966, с. 771).

Сейчас на наших глазах происходит непрерывное расширение научных областей, захватываемых симметрией. Физики, химики, биологи ясно сознают необходимость широчайшего использования законов симметрии для обобщающей, математически строгой характеристики изучаемых ими явлений. Недавно к ним присоединились и геологи, которые рассматривают ныне учение о симметрии как "общий метод познания закономерностей развития Земли" (Дмитриев, Потапова, 1971, с.153).

Как видим, роль кристаллографии в развитии геолого-минералогических дисциплин непрерывно и неуклонно возрастает. Этот рост должен соответственно отражаться и в программах специальных дисциплин, преподающихся студентам геологам и горнякам. К сожалению, на практике мы нередко видим обратное явление: в горных вузах курсы кристаллографии постепенно сокращаются и превращаются, как и сто лет назад, в сухую и скучную "предуготовительную минералогию". Следует всячески протестовать против этой тенденции сокращения нашей науки, идущей вразрез со всем развитием естествознания сегодняшнего дня.

Кристаллография – эта своеобразная природная математика – должна занять подобающее ей основополагающее и ведущее место в современном преподавании геологических дисциплин. Об этом убедительно говорит ее непрерывно возрастающая роль в развитии этих наук.

## ABSTRACT

The crystallography, quite from its origin, was closely connected with practical geological researches (G. Argicola, N. Steno, M.V. Lomonosov). A pioneer in the scientific crystallography and first crystallography lecturer J.B.L. Romé de l'Isle believed that the science of crystals had to be put "into foundation of the Earth's theory".

For a long time scientists' attention had been paid to forms of crystals, so that crystallography was a helpful supplementary mineralogical course. The significance of the crystallography in studying of geological disciplines extremely increased with the development of crystal optic methods and the creation of the theodolite method in mineralogy and petrography by E.S. Fedorov. Remarkable achievements in X-ray structure analysis and in the crystal chemistry laid a foundation for the growth of new geological and mineralogical sciences – geochemistry and structural mineralogy. Renewed crystal morphology helped to form a new branch of genetic mineralogy – the ontogeny of minerals. The science of symmetry developed by crystallographers is concerned now as "a general method of learning of Earth's development regularities".

## Литература

- Белов Н.В. Предисловие. — В кн.: О.Г. Козлова. Рост и морфология кристаллов. Изд-во МГУ, 1972.
- Вернадский В.И. Основы кристаллографии, ч. 1. Изд-во Моск. ун-та, 1904.
- Вернадский В.И. Кокшаров Николай Иванович. — В кн.: Материалы для биографического словаря действительных членов Академии наук, ч. 1. Пг., 1915.
- Вернадский В.И. Задачи минералогии в нашей стране (1917-1927). — "Природа", 1928, № 1.
- Вернадский В.И. Из истории минералогии в Московском университете. — В кн.: Очерки по истории минералогических знаний, вып. 5, М., Изд-во АН СССР, 1956.
- Гофман Э. Общая ориктогнозия, или учение о признаках минералов. Изд-во Киев. ун-та, 1840.
- Дмитриев Г.А., Потапова М.С. Учение о симметрии как общий метод познания закономерностей развития Земли. — В кн.: Пути познания Земли. М., "Наука", 1971.
- Кокшаров Н.И. Лекции минералогии. Спб., Тип. ИАН, 1863.
- Ломоносов М.В. Полное собрание сочинений, Т. 5. М., Изд-во АН СССР, 1954.
- Ромэ-Делиль Ж.Б. Кристаллография, или описание форм, присущих всем телам минерального царства. Предисловие. Введение. — В кн.: О твердом, естественно содержащемся в твердом. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1957.
- Федоров Е.С. Курс кристаллографии. Спб., Изд-во К.Л. Риккера, 1901.
- Федоров Е.С. Из итогов тридцатипятилетия. Изд-во Моск. с.-х. ин-та, 1904.
- Федоров Е.С. Введение к таблицам для кристаллохимического анализа ("Царство кристаллов"). — В кн.: Кристаллография, вып. 3, Изд-во ЛГУ, 1955.
- Шафрановский И.И. VII Международный конгресс кристаллографов. — "Зап. Всес. минерал. о-ва", 1966, ч. 95, вып. 6.
- Шафрановский И.И. Очерки по минералогической кристаллографии. Л., "Недра", 1974.
- Шубников А.В., Флинт Е.Е., Бокий Г.Б. Основы кристаллографии. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1940.
- Эйхвальд Э. Ориктогнозия преимущественно в отношении к России и с присовокуплением употребления минералов Спб., 1844.

Д. П. РЕЗВОЙ

## К ИСТОКАМ УЧЕНИЯ О ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМАХ

Учение о глубинных разломах, оформившееся во второй половине XX в., естественно вышло на передний край геотектонической науки, когда в результате многолетних геологических и геофизических исследований стало ясно, что верхние сферы нашей планеты обладают первично-неоднородным, резко дискретным строением. Оконча-

тельное оформление этого учения — дело будущего, а сейчас полезно заглянуть в то прошлое, в котором зародилась и выросла интересующая нас проблема.

“Линии Карпинского”, введенные в геологическую литературу Э.Зюссом, широко известны всем тектонистам и по праву могут считаться прообразом линеаментов и глубинных разломов, которые были открыты позже и в настоящее время прочно вошли в арсенал региональной и структурной геологии. Речь идет о разновозрастных дислоцированных породах, тянущихся от Келецко—Сандомирских гор в Польше через Днепровско—Донецкую впадину и Донбасс к Мангышлаку и далее, причем, как указывал сам А.П. Карпинский (1883), выходы осадков с нарушенным напластованием находятся в пределах одной полосы, протягивающейся через всю европейскую часть России по направлению ЗСЗ — ВЮВ, с которым совпадает и преобладающее простирание пород. За границами же этой полосы даже очень древние отложения, как силурийские на Днестре и девонские в Орловской, Воронежской и других областях, остаются горизонтальными. Такую правильность распространения и положения пород с нарушенным напластованием вряд ли можно считать случайным явлением.

Так, одновременно с утверждением о существовании колебательных движений и их роли в развитии Русской платформы впервые возникла и была сформулирована А.П. Карпинским идея о крупных поясах тектонических нарушений и о повышенном в их пределах эффузивном магматизме (базальты). Идея колебательных движений не имела успеха в век безраздельного господства гипотезы контракции. Сам А.П. Карпинский в более поздних статьях, касающихся развития Русской платформы, в значительной степени переносит ответственность за ее тектоническое развитие на рядом лежащие складчатые области.

В дальнейшем мысль об автономном развитии платформы была подхвачена последователями А.П. Карпинского, в первую очередь А.Д. Архангельским. Это совпало во времени с тем кризисом контрактной гипотезы, который четко определился в первой четверти текущего столетия. Что же касается “полос дислокаций” и “зачаточных кряжей”, то они нашли свое настоящее признание значительно позже.

Во многих сводных работах, где рассматривается история развития тектонических идей, в качестве основоположника учения о глубинных разломах выступает американский геолог У. Гоббс, который еще в 1904 г. предположил, что земная кора повсеместно разбита тектоническими разломами, образующими на ее поверхности сплошную сетку. У. Гоббс назвал разломы линеаментами, а позднее (Hobbs, 1911) вывел некоторую закономерность частоты и повторяемости разломов и высказал предположение, что главные черты земного рельефа и геологические структуры связаны именно с этой сеткой, закономерно ориентированной относительно оси земного вращения. У нас нет полной уверенности, что разломы У. Гоббса следует причислять к категории глубинных, поскольку неясен вопрос об их связи с развитием именно глубинного вещества Земли.

Независимо от У. Гоббса, примерно тогда же В. А. Обручев приходит к выводу о необычайно широком развитии разрывных нарушений в центральной части континента Азии, где они огибают "древнее темя" материка. Однако, по мнению В. А. Обручева, разломы — явление более позднее, чем складкообразование, и с ним не связано, как не связано с ним и осадкообразование.

Первая мировая война и эпоха, за ней последовавшая, на долгие годы разобщили геологов разных стран, что не замедлило повлиять на развитие интересующей нас проблемы.

В Западной Европе к идее У. Гоббса в 30-х годах приходит швейцарец Р. Зондер, систематизировавший наблюдения по самым разным регионам мира и сделавший вывод о прямолинейной ориентировке орографических, тектонических и вулканических элементов по сетке, названной им "регматической сетью трещин" (Sonder, 1938). Американский геолог У. Вер Виебе тогда же вводит понятие об "окраинных" разрывах геосинклиналей, возникающих на границах их с платформами (Ver Viebe, 1936).

В Западной Европе наиболее значительным явлением в развитии учения о глубинных разломах следует считать работы Г. Штилле. В статье "Древнейшие направления в тектонике Европы" (Stille, 1947; Штилле, 1964) в разделе "Европейские элементы" дана предельно четкая картина расположения важнейших структурных направлений континента. Среди них линеаменты: Балтийско-Подольский (линия Торнквиста), ограничивающий Русскую платформу с запада; Адриатический; Бискайский и наиболее примечательный — "зона Средиземное море — озеро Мьеса", тянущийся от грабена Осло на севере, через Рейнский грабен и впадины Роны и Соны к Средиземному морю.

Балтийско-Подольский линеамент, по мнению Г. Штилле, переходит на юго-восток в "линии Карпинского". В свете современных данных этот линеамент следует протягивать вдоль Восточных Карпат до Добруджи (Тектоническая карта Европы, 1957 г.). Г. Штилле полагал, что прямолинейность границ крупных геотектонических единиц предопределена изначальными линеаменентами, т.е. "древними заложениями", "древними направлениями" или "древними ослабленными зонами" земной коры. Крупные линеаменты "представляют собой частные элементы внутри целой системы древних ослабленных линий" (1964, с. 612). "И вообще земную кору, а также прежнюю Мегатею следует считать весьма сильно изборожденной линеаменентами, из которых, однако, только отдельные в ходе развития Земли активизировались и приобрели особое значение" (там же). В этих словах заложена идея о первичной делимости земной коры, о которой пойдет речь и у более поздних исследователей. Эта достаточно подробная картина распределения линеаментов в пределах Европы, которую нарисовал Г. Штилле, позволяет зачислить его наряду с А. П. Карпинским в число основоположников учения о глубинных разломах.

В Советском Союзе, когда в эпоху первых пятилеток с новой силой было возобновлено геологическое изучение страны, сведения

о структурных единицах, близких к глубинным разломам, начали поступать из самых разных частей страны.

Так, И.Г. Кузнецов публикует в начале 30-х годов результаты пересечения Кавказского хребта, расчленяет хребет на ряд тектонических зон, разграниченных крутыми разрывами и высказывает идею о длительном существовании этих разрывов. Вертикальные перемещения больших блоков земной коры берутся им за основу развития Кавказа во все времена его геологической истории (Кузнецов, 1933).

Начало изучения региональных разломов Тянь-Шаня положено В.А. Николаевым (1933), наметившим Большой Таласский разлом и Терскойский надвиг как звенья "важнейшей структурной линии Тянь-Шаня". Напомним, что в геологическую литературу этот тектонический элемент навечно вошел как "Николаевская линия". Наиболее полно эту глубинную структуру описал Н.М. Сеницын (1960), который еще в 1936 г. развил представление о Таласо-Ферганском разломе, что значительно расширило первоначальную концепцию В.А. Николаева. Не вдаваясь во все детали, имеющие чисто региональное значение, укажем только, что в основу выделения "важнейшей структурной линии Тянь-Шаня" В.А. Николаевым положен принцип различия геологического развития по обе стороны от "линии": к северу от нее располагается Северный Тянь-Шань с широким развитием допалеозойских и нижнепалеозойских образований и с редуцированным средним и отчасти верхним палеозоем; к югу лежат мощные среднепалеозойские разрезы Южного Тянь-Шаня. На всех тектонических картах вдоль "Николаевской линии" проводится рубеж каледонид и герцинид Тянь-Шаня. В морфологическом смысле "линия" рисовалась ее автору на востоке в виде надвига, на западе — в виде прямолинейного отвесного разрыва. По надвигу, двигавшемуся с юга, оказывалась перекрытой полоса разрезов, "переходных" от Южного к Северному Тянь-Шаню, шириной в несколько десятков километров; по западной части разлома допускалось сдвиговое смещение юго-западного крыла на 75 км к северо-западу.

По В.Н. Огневу, который дал свое собственное толкование Таласо-Ферганского разлома (Огнев, 1939), величина сдвига достигает 135 км. Легко видеть, что представления В.А. Николаева и В.Н. Огнева о происхождении разлома связаны с идеями мобилизма и объяснены перемещению Джеламского выступа платформы Индостана к северу. Критика этих представлений весьма убедительно дана Н.М. Сеницыным (1960)<sup>1</sup>. В не менее убедительной форме он показал развитие Восточно-Ферганского юрского угленосного бассейна в связи с развитием Таласо-Ферганского разлома: угленосный бассейн выступает здесь как типичный

<sup>1</sup> Следует отметить, что все наблюдения Н.М. Сеницына по тектоническому взаимоотношению Северного и Южного Тянь-Шаня выполнены им в период с 1931 по 1939 г. Труды его были опубликованы в 1949 г.

приразломный прогиб. Тем самым подтверждается долгоживучесть разлома. На самых поздних этапах геологической истории вдоль разлома возник Ферганский хребет с присущим ему северо-западным простираем, что резко выделяет его среди широтных хребтов Тянь-Шаня.

С исключительной четкостью понятие о глубинных разломах сформулировано В.И. Поповым, назвавшим их дискорданогенными линиями. "Крупные разломы, — писал он, — сингенетичные с образованием осадков, которые разделяют области согласного и несогласного накопления отложений (обычно различающихся в обеих областях по мощности и фациальному составу); можно назвать "дискорданогенными" (1938, с. 251). Наличие таких разломов легко объяснили пространственные сближения различных фаций без их чисто механического или тектонического перемещения (надвигания), что достаточно затруднительно представить, когда разломы имеют крутое падение. Присутствие одного или даже нескольких таких разломов В.И. Попов считал обязательным в Южной Фергане вдоль границы Ферганской депрессии и Алайско-Туркестанского хребта. Подобное предположение полностью оправдалось при последующих исследованиях.

Продолжателем идей А.П. Карпинского в изучении геологии Русской платформы справедливо считают А.Д. Архангельского. Этому исследователю и созданной им школе, из которой вышел ряд выдающихся геологов, принадлежит очень большая роль в развитии региональной и теоретической геотектоники.

Представляет интерес отношение этой школы к рассматриваемой проблеме, ибо в ней зародился и сам термин "глубинный разлом". А.Д. Архангельский, наиболее полно для своего времени работавший учение о платформах и геосинклинальных областях и о превращении их друг в друга, уделял мало внимания чисто структурным вопросам, в частности таким, как описание форм и генезиса отдельных деформаций земной коры (Шатский, 1951). Может быть, этим объясняется то, что на его Тектонической карте Европейской России (Архангельский, 1923) "линии Карпинского" только угадываются, а на более поздней — Тектонической карте Восточно-Европейской плиты — эти "линии" не идут дальше Мангышлака и заворачивают на юг к Туаркыру. В посмертно изданном обобщающем труде о геологическом строении СССР (Архангельский, 1941) в разделе "Основные структурные элементы земной коры" глубинным разломам, или линеаментам, вовсе не отведено места.

Н.С. Шатский указывал, что впадины Восточно-Русскую и Днепровско-Донецкую А.Д. Архангельский, вслед за А.П. Карпинским, хотя и продолжал считать грабенами, "но на карте уже не проводил ограничивающих их сбросов" (1951, с. 28). Генезис валов на платформе он объяснял движениями и тангенциальными напряжениями в соседних геосинклиналиях. Таким образом, А.Д. Архангельского нельзя зачислить в число сторонников крупных линейных разрывных дислокаций. Тем более интересно, что проблема глубинных разломов занимает такое большое место в научном творчестве

Н.С. Шатского, ближайшего сотрудника и соавтора А.Д. Архангельского.

Н.С. Шатский был несомненно первым исследователем, который поставил учение о глубинных разломах на принципиальную основу и связал его с развитием важнейших геоструктурных единиц земной коры. Можно наметить три ранга подобных глубинных структур, описанных Н.С. Шатским (1946–1948): окраинноконтинентальные глобальные швы с глубокофокусными землетрясениями; зоны сочленения платформ и геосинклинальных систем; глубокие дислокации, охватывающие платформы и складчатые области.

Статья Н.С. Шатского о глобальных зонах сверхглубокофокусных и глубоких землетрясений появилась одновременно с близкой по содержанию статьей А.Н. Заварицкого (1946) и касалась тех протяженных зон, которые тянутся по побережьям Тихого океана и вдоль которых известны глубокие и сверхглубокие землетрясения. Главной целью статьи было показать неразрывное единство верхних частей земной коры с частями более глубокими и с мантией, что, по мнению Н.С. Шатского, ставило прочную преграду перемещению верхних оболочек Земли относительно нижних в духе гипотезы А. Вегенера, которая подверглась им суровой критике.

Рассмотрение зон сочленения платформ со складчатыми геосинклинальными областями привело Н.С. Шатского к широко известным выводам о формировании краевых прогибов и краевых швов и о том, что "древние платформы и складчатые области в эпоху их геосинклинального развития во всяком случае отделены друг от друга поверхностями или зонами, уходящими на большие глубины" (1947, с. 55).

Наконец, третья проблема – проблема глубоких дислокаций, охватывающих платформы и складчатые области, по своему содержанию перекликается с уже упомянутыми построениями А.П. Карпинского и Г. Штилле и продемонстрирована Н.С. Шатским (1948) на примере грандиозного меридионального пояса, тянувшегося от Урала через восточную часть Русской платформы на Кавказ, а возможно, и дальше к югу. Восточно-Русская зона прогибания отделена здесь от западных частей платформы флексуобразными изгибами и такой уникальной структурной единицей, как Доно-Медведицкий вал. И зона прогибания, и вал отличаются от прочих структурных форм платформы своими значительными размерами, а также тем, что они секут и синеклизы, и антеклизы, т.е. являются формами более крупного порядка (там же, с. 61).

В пределах Предкавказья можно легко заметить различие в строении его западной и восточной части, где Ставропольское поднятие сочленяется через Минераловодскую флексуру с Терским прогибом. Что касается сводовой части самого Кавказа, то в его западной части широко вскрыты палеозойские и докембрийские породы; в восточной же – только мощные юрские сланцевые толщи (там же, с. 62–63). На основе проанализированных данных Н.С. Шатский приходит к выводу о существовании огромных тектонических структур,

охватывающих самые различные по строению участки земной коры, что позволяет ставить вопрос об общности глубинных тектонических движений под геосинклиналями и платформами.

Учение о глубинных разломах было весьма обстоятельно разработано А.В.Пейве (1945, 1947), собравшим воедино все те признаки, по которым эти структурные единицы подразумевались и выделялись более ранними авторами. То обстоятельство, что деятельность этого ученого протекала главным образом на Урале, в Казахстане и Средней Азии, способствовало тому, что глубинные разломы приобрели структурную выраженность, что отразилось и в самом термине "глубинный разлом". Если у А.П. Карпинского и Н.С. Шатского речь шла преимущественно о "полосах" и "зонах" дислокаций, то в работах А.В.Пейве глубинные разломы больше похожи на конкретные дизъюнктивы.

А.В.Пейве дал следующее определение глубинного разлома: "Глубинные разломы нередко прослеживаются на поверхности на многие сотни километров, не мигрируют в пространстве, длительно развиваются по одним и тем же швам независимо от складчатости... Такие особенности разломов привели меня к выводу, что они являются тектоническими элементами глубинными, первичными по отношению к складчатости, некоторым шарьяжам, надвигам, сбросам и другим структурам, которые формируются только в верхнем структурном этаже и являются, таким образом, поверхностными, или вторичными, тектоническими формами" (1947, с.107).

Важным следствием, вытекающим из данного определения, было допущение близкого соседства так называемых гетеротипических фаций, т.е. таких осадочных образований, которые в нормальном седиментационном ряду не соседствуют друг с другом (правило И. Вальтера). Таким образом, было введено понятие о "прерывности" фациального ряда, вызванной долгоживущими разломами, оказывающими влияние на осадконакопление (Пейве, 1945). Все сделанные выводы были направлены против больших горизонтальных перемещений земной коры, непосредственная необходимость в которых отпадала.

Очень важной по своим выводам и заключениям является серия статей А.В.Пейве, опубликованная им в 1956 г. Здесь подводится итог первого этапа исследований глубинных разломов. Еще раз, теперь уже в более категорической форме, декларируется то положение, "что вертикальные ("колебательные") движения земной коры в историческом развитии совершаются главным образом не в форме изгибов коры кверху и книзу, а в виде поднятия и опускания (сопровождающегося короблением), ограниченных глубинными разломами" (с.92).

Очень верно подмечены и структурно-формационные черты глубинных разломов: "Зоны, ограниченные крутыми глубинными разломами, внутри подвижных поясов выражаются очень узкими и вместе с тем в течение длительного времени обособленными структурно-фациальными зонами. По крутым зонам, по-видимому, предпочита-

ют внедряться ультраосновные и основные интрузии" (там же, с. 105). Признание узких и достаточно разных литофациальных зон подразумевает, очевидно, их быструю латеральную смену, когда переходные разрезы между ними могут и отсутствовать. Напомним, что многими исследователями такое отсутствие воспринимается как тектоническое сближение по надвигам.

Мы будем правы, если подчеркнем, что идея о глубинных разломах как особой и весьма существенной форме тектонических нарушений, контролирующей не только важные детали структуры, но и геологическую историю соседних, контактирующих по таким разломам блоков земной коры, получила широкое признание как среди геологов, так и среди геофизиков именно после работ А.В. Пейве. А.В. Пейве установил основные признаки и особенности глубинных разломов, выяснил их роль в развитии земной коры, убедительно проанализировал ряд конкретных примеров и тем самым дал в руки естествоиспытателей удобный инструмент, весьма полезный при конкретном анализе строения земной коры.

С особенным удовлетворением эта идея была воспринята геофизиками, легко, иногда, может быть, излишне охотно объясняющих некоторые особенности геофизических полей влиянием на них глубинных разломов. Однако нелишним будет заметить, что сейчас, при всеобщем увлечении идеями мобилизма, вопрос о реальной роли глубинных разломов в развитии и строении земной коры становится более сложным, чем казалось еще недавно, и придется, по всей видимости, приложить еще немало усилий к тому, чтобы эту роль правильно оценить.

Идея о глубинных разломах, изложенная в трудах А.В. Пейве и Н.С. Шатского, была встречена по-разному. Это в первую очередь касается самой группы Архангельского - Шатского, где эта идея и получила развитие.

Так, Н.П. Херасков (1948), определяя принципы составления тектонических карт, особо останавливается на необходимости выделения "шовных антиклиналей", образование которых он связывает с глубинными разломами Н.С. Шатского и А.В. Пейве. Однако на прилагаемом макете тектонической карты он не дает специальных обозначений ни для шовных антиклиналей, ни для глубинных разломов. В другой, более поздней работе Н.П. Хераскова (1958) можно усмотреть критику по адресу термина "глубинный разлом", который признается весьма общим и к тому же отражающим признак, который непосредственно не наблюдается (имеется в виду глубинность). Касаясь вопроса образования магматогенных месторождений, связанных с поступлением в верхние части коры глубинного вещества, Н.П. Херасков пишет о "зонах повышенной деформации", которыми могут быть разломы, системы разломов, флексуры. Типичным выражением таких "зон" признаются краевые прогибы Н.С. Шатского. Легко видеть, что "шовные антиклинали" являются деталями, а "зоны повышенной деформации" - синонимами того, что было несколько раньше названо глубинными разломами.

А.Л. Яншин (1951), рассматривая соотношения Урала с Тянь-Шанем, избегает прямого указания на глубинные разломы этих регионов, но его "унаследованные антиклинали" сугубо линейной ориентировки и "синклиналь бессточных впадин" прослеживаются от Мангышлака до Сарыкамыша и несомненно выдают присутствие этих геоструктур в регионе.

Близок к А.В. Пейве в трактовке глубинных разломов Н.А. Штрейс (1947), опирающийся в своих выводах на материалы по Уралу, которые легли в основу развивающейся идеи.

В 50-х годах против глубинных разломов выступал достаточно резко Б.А. Петрушевский. Не отрицая их вообще, он был тогда склонен рассматривать эти явления "как частные случаи тектонического процесса, а не как ведущее или одно из ведущих его начал" (1955, с. 502). Это нашло отражение и на схемах в цитируемой работе, где ранг "глубинного" присвоен только Галасо-Ферганскому разлому. В известное противоречие с высказанным негативным отношением к глубинным разломам вступает впервые выдвинутое этим исследователем понятие о "приразломных прогибах" (там же, с. 303), которым придается исключительно важное структурное значение и которые образуются "вдоль крупных, регионально выдержанных разломов, возникающих на стыках обширных, структурно разнородных частей земной коры" (там же).

Любопытно отношение к интересующей нас проблеме со стороны М.М. Тетяева, предпринявшего попытку дать общее теоретическое обоснование геотектонике (1934). В труде этого исследователя отведено достаточно места характеристике и описанию "сбросов". Среди обилия сведений, часто достаточно элементарных, касающихся именно сбросов, т.е. элементарных дислокаций, у М.М. Тетяева можно уловить только намеки на те свойства, которые мы сейчас приписываем глубинным разломам: конседиментационность, группировка в системы и связь с вулканизмом (Исландия, Тихоокеанское кольцо). Вместе с тем первичная и определяющая роль крупных разломов в формировании структуры земной коры, видимо, отрицалась. Эпохами развития сбросов признаются "революционные" периоды развития Земли, когда происходят "макроколебания".

Геотектоническая концепция В.В. Белоусова, близкая в своих истоках к идеям М.М. Тетяева, дает нам пример эволюции взглядов на глубинные разломы. Если первые высказывания ученого по их поводу звучат несколько настороженно: "Было бы совершенно неправильно рассматривать эти разрывы, как иногда делается, чуть ли не основным элементом строения и развития геосинклиналей" (1948а, с. 78), то уже в первом издании "Общей геотектоники" их автор пишет, что глубинные разломы "мы должны трактовать как особую форму проявления колебательных движений там, где земная кора разбита глубокими трещинами и где движение по последним совершается легче, чем путем пластического изгиба" (1948б, с. 434). В последнем издании этой книги глубинным разломам посвящен уже специальный и достаточно большой раздел, в котором, в частности,

сказано, что "невозможно сомневаться в существовании первичных глубинных разломов, образующих то, что можно назвать "основной делимостью земной коры" (1962, с. 325).

Глубинные разломы занимают большое место в научном творчестве В.Е. Хаина, который, начиная со своих ранних сводных работ и до настоящего времени, неизменно уделяет им внимание. В его ранних работах (1954) подчеркивалось, что поверхности сместителей глубинных разломов обычно круты и разделяют собою области различного осадконакопления. Это обстоятельство хорошо объяснило явление сближения литофаций разного состава без привлечения надвигов и шарьяжей большой амплитуды.

В его последней сводке по геотектонике (1973) раздел о глубинных разломах сильно расширен за счет так называемых "глубинных сдвигов" с преимущественно горизонтальным смещением одних глыб коры относительно других, что отражает, очевидно, возросшие симпатии автора к горизонтальным перемещениям. Подчеркивая, что представление о региональных сдвигах с десятками и сотнями километров горизонтального смещения стало весьма популярным, В.Е. Хаин приводит сдвиги Сан-Андреас, Таласо-Ферганский и широтные сдвиги в Тихом океане в качестве неоспоримых примеров. Напомним, что в отношении первых двух вопрос совершенно не решен и высказанное положение оспаривается многими исследователями, в отношении же дна океана неясного еще больше.

Пытаясь типизировать глубинные разломы, В.Е. Хаин (1973) предлагает выделять: глубинные сбросы, глубинные взбросы и надвиги и глубинные сдвиги, т.е. кладет в основу разделения признак чисто кинематический. Подобный подход к проблеме представляется неправильным, поскольку понятие "глубинный разлом" отнюдь не идентично с понятиями обычных дислокаций и прежде всего подразумевает связь с большими глубинами и долгоживучесть, а вовсе не характер взаимного перемещения крыльев, которое может вообще отсутствовать. Противоречит этой классификации и конечный вывод В.Е. Хаина, когда он поднимает значение глубинных разломов до уровня геоструктурных элементов высшего и определяющего порядка и говорит о том, что "заложение геосинклиналей, несомненно, связано с образованием глубинных разломов" и что "по мере углубления в кору и особенно в мантию физическая природа зон глубинных разломов приобретает все более существенные отличия от обычной для них в верхних частях коры характеристики" (1973, с. 337-338).

Очень важным является высказанное В.Е. Хаиным результирующее мнение, что глубинные разломы "не являются осложнением каких-то иных структур, а представляют собой первичные черты строения земной коры, по отношению к которым многие другие черты, в частности геосинклинали, являются вторичными, производными" (там же, с. 310). Предложенное В.Е. Хаиным (1964) деление глубинных разломов по признаку глубины "проникновения" (лучше сказать - "возникновения") на "сверхглубокие", "глубокие" и "коровые" хорошо отвечает природе и смыслу явления.

Легко видеть, что все сказанное В.Е. Хаиним свидетельствует о том, что глубинные разломы прочно закреплены на присущих им местах и ни в какой мере не способствуют горизонтальным перемещениям крупных блоков земной коры.

Большой интерес представляет раздел о глубинных разломах в "Тектонике" Ю.А. Косыгина (1969). Этот исследователь весьма подробно рассматривает различные аспекты связи глубинных разломов с магматизмом, метаморфизмом и геоморфологией и приводит многочисленные примеры из отечественной и зарубежной практики. Интересно предложение Ю.А. Косыгина различать понятия "глубинный разлом" и "структурный шов": смысл первого термина предлагается ограничить поверхностью соприкосновения двух смежных блоков, второй, т.е. "шов", трактовать расширенно в качестве геологических тел с определенным набором структурных и вещественных признаков (там же, с.155). В этом смысле "структурный шов" (очевидно, глубинный) близок к выделяемому нами понятию "зона глубинного разлома". К сожалению, в этой интересной работе без необходимой критики приводится упомянутая нами выше кинематическая классификация глубинных разломов (Хаин, 1973).

50-60-е годы были временем, когда глубинные разломы обнаруживались во всех регионах страны и при съемках всех масштабов, вплоть до детальных. Упоминание о глубинных разломах можно найти почти в любом отчете или статье. Количество подобных источников огромно и просто не поддается учету. Помощь в ориентировке по проблеме могут оказать немногочисленные сводные работы, среди которых упомянем труд А.И. Суворова (1968).

На Русской платформе за это время были подтверждены глубинные разломы, формирующие "линию Карпинского", разломы Урала и Тимана, разлом восточного края Ставропольского плато и др. Протрассирован Закарпатский глубинный разлом, ограничивающий Восточные Карпаты с запада (Лазько, Резвой, 1962).

Проблеме блокового строения земной коры, глобальной системе трещин и образованию рифтогенов главным образом на материале по югу европейской части СССР посвящены работы украинских геологов И.И. Чебаненко, К.Ф. Тяпкина, В.К. Гавриша и др.

Очень много работ посвящено глубинным разломам Сибирской платформы. Значительный интерес среди них представляет сборник Института земной коры СО АН СССР (Иркутск), где дана характеристика основных структур подобного рода и особое внимание уделено диагностике так называемых "скрытых зон" глубинных разломов. Подчеркнуто то большое значение, которое имеют при этом самые различные геофизические методы исследований. В основу объяснения природы глубинных разломов положено допущение о существовании "сетки региональной трещиноватости", охватывающей как древнюю Сибирскую платформу, так и ее складчатое обрам-

ление. Периодическое оживление тектонических блоков и трещин разного направления определило все тектоническое развитие громадного региона центра Азиатского материка. Известным диссонансом звучит здесь допущение горизонтального перемещения выступа Сибирской платформы к югу, что якобы и привело к образованию саянских и байкальских направлений складчатости. Предполагаемый эффект чисто механического воздействия этого "клина" делает ненужным все рассуждения о "сетке трещиноватости", которая, по мнению Хренова, является составной частью общепланетарной системы разрывов регматического скальвания.

Важным моментом в изучении глубинных разломов Азиатского материка было оформление представления о Монголо-Охотском глубинном разломе (Горжевский, Лазько, 1961), давшее начало многочисленным исследованиям, выясняющим детали строения этой грандиозной структурной зоны и поставившее ряд частных проблем. В их числе — задача разделения глубинных разломов Восточного Забайкалья на две категории: крупные сквозные структурные швы (продольные) и скрытые разломы фундамента (поперечные), которым посвящена статья Н.А. Фогельман. Поперечным глубинноразломным структурам, осложняющим строение Монголо-Охотского пояса, посвящен целый ряд работ, в том числе В.П. Кирилюка, Э.А. Портнягина и Ю.Ф. Мисника.

В хребте Сихотэ-Алинь Н.А. Беляевский, Ю.Я. Громов и другие открыли крупнейший глубинный шов северо-восточного направления, имеющий первостепенное значение в распределении рудных месторождений региона. Разломы Северо-Востока СССР описаны в работах В.Т. Матвеевко, Е.Т. Шаталова и др.

В пределах Центральной Азии глубинные разломы повсеместно упоминаются В.М. Сивичиным (1955), чем подтверждены ранние исследования В.А. Обручева. Намечены крупные линеаменты, ограничивающие меридиональную зону поднятия "Великого геораздела Азии" (Резвой, 1964; Петрушевский, 1969).

Из сводных работ принципиальное значение имеет статья Л.И. Красного "Геоблоки" (1967), развивающая представления о глобальной и региональной дискретности земной коры, что позволяет рассматривать ее как гигантскую брекцию, а историю ее развития как историю движения отдельных глыб.

Особое внимание в последние годы привлекли к себе глубинные разломы Тянь-Шаня, того региона, где они были в свое время впервые описаны. Разломы Северного Тянь-Шаня исследовал К.Д. Помазков с целью выяснения их магмо- и рудоконтролирующей роли. А.С. Довжиковым по-новому была протрассирована южная ветвь Таласо-Ферганского разлома, еще раз была опровергнута его сдвиговая природа. О.М. Борисова и Д.П. Резвой обратили внимание на существование системы поперечных линеаментов так называемого "анти Тяньшаньского" направления и глубокого заложения.

Специальному изучению были подвергнуты системы глубинных разломов Южного Тянь-Шаня в Алайском, Туркестанском и Гиссарском хребтах. Было установлено, что они образуют здесь параллельный пучок и сближены друг с другом. Обладая часто значительной шириной (десятки километров), зоны глубинных разломов не уступают по размерам другим тектоническим единицам, таким, как геосинклинали и геоантиклинали, и образуют вместе с ними очень сложное переплетение, которое лучше всего отвечает термину геосинклинально-глубинноразломный пояс. Одной из особенностей зон глубинных разломов Южного Тянь-Шаня является их исключительная формационная пестрота, связанная с общим мелко-блоковым строением ("клавиатура блоков").

Некоторые палеозойские осадочные формации могут быть признаны специфическими глубинноразломными: карбонатная рифоидная, образованная на относительно поднятых блоках – кордильерах; кремнисто-карбонатно-обломочная малых мощностей, связанная, возможно, с глубоководными некомпенсированными прогибами. Молассоидная и флишоидная формации специфичны для приразломных прогибов. Характерными для некоторых зон глубинных разломов являются эффузивы среднего и основного состава (зона Южно-Ферганского разлома и система глубинных разломов Гиссарского хребта). Офиолитовые образования свойственны этим же системам разломов, что хорошо подчеркивает их глубинность.

Важной стороной учения о глубинных разломах является его металлогеническое значение. В работах В.И. Смирнова, Е.А. Радкевич, В.А. Кузнецова и многих других широко рассматривается рудоконтролирующее и поисковое значение этих структур, главным образом в пределах геосинклинальных областей. Разломы либо отделяют эти области от платформ, либо разъединяют геосинклинали и геоантиклинали, либо ограничивают срединные массивы. Д.И. Горжевский в 1965 г. дал краткий обзор изучения глубинных разломов в связи с металлогенией и предложил различать разломы двух типов: с одними связан подъем ультрабазитов и весь комплекс соответствующих месторождений, с другими – формирование благоприятных структурных форм и геологических формаций.

Учение о глубинных разломах обозначилось и наметилось в конце прошлого века в период расцвета контракционистских воззрений, которые почти безраздельно владели сознанием геологов. Только выдающимся умам той эпохи была доступна мысль о существовании протяженных линейных поясов дислокаций, не представлявших собою настоящих складчатых областей, но длительно сохранявших свое положение на земной поверхности ("зачаточный кряж" А.П. Карпинского).

Первая половина нашего столетия ознаменовалась крахом гипотезы контракции и была эпохой появления множества других гипотез, так или иначе допускавших и объяснявших вертикальные тектонические движения. Признание А.Д. Архангельским вслед за А.П. Карпинским самостоятельного и ведущего значения колебательных

движений привело к необходимости различать в земной коре участки погружения и воздымания, а следовательно ставить и решать вопрос о природе и характере границ между ними. На первых порах эти границы почти всеми подразумевались скорее как изгибы, чем как разрывы сплошности. Не исключено, что боязнь дискретности земной коры являлась известным пережитком влияния гипотезы контракции, основой которой, как известно, было: сперва изгиб — потом разрыв.

У многих исследователей 40-х и даже 50-х годов скепсис в отношении глубинных разломов объяснялся, возможно, именно этой "контракционной инерцией". Напомним, что даже такой приверженец разломов, как В.А. Обручев, наглядно доказавший их роль в строении Азиатского материка, ставил образование разломов в зависимость от складчатости. Несомненно, что на некоторых других тектонистов оказали влияние работа Э. Аргана и его "складки основания" (Argand, 1922).

В какой-то степени идея о преобладании изгибания над разрывами сквозит и в той части учения о геосинклиналях, где инверсия и миграция прогибов осуществляются без существенного участия в этом процессе разломов. В свете сказанного еще более заметна заслуга Н.С. Шатского, уверенно ограничившего платформы разломами и придавшего им ведущую роль в образовании внутриплатформенных структур.

Не менее важным было введение в геологический обиход термина "глубинный разлом", предложенного А.В. Пейве в результате палеозойских геосинклинальных систем, хотя мы совсем не уверены, что сам термин "глубинный разлом" является удачным.

В дальнейшем многое в разработке учения о глубинных разломах принадлежит В.Е. Хаину, показавшему, в частности, что заложение геосинклиналей несомненно связано с глубинными разломами, а сами геосинклинали — это глубинные зоны дробления планетарного масштаба.

Высказанные разными исследователями мысли позволяют считать, что учение о глубинных разломах теснейшим образом переплетается с учением о геосинклиналях и платформах и от него неотделимо. То обстоятельство, что некоторые глубинные разломы пересекают и геосинклинальные области, и платформы, позволяет считать, что они являются более крупными и более общими таксономическими единицами геотектонической классификации, чем геосинклинали и платформы, и отражают более общее структурное качество Земли — ее первичную неоднородность.

Основные свойства глубинных разломов, такие, как очень большая протяженность, значительная глубина заложения и долгоживучесть, позволяют видеть в них геоструктурные элементы высокой пространственной устойчивости, что решительно препятствует развитию любых мобилистических представлений о развитии земной коры.

## ABSTRACT

The deep-fault study began at the end of the XIX c. and couldn't make any success at the time when the contraction theory prospered

The idea of extensive dislocation belts of notfolding origin was clear only to eminent intellects ("the rudiment range" of A.P. Karpinsky, "the lineaments" of W. Hobbs, R. Sonder, H. Stille).

In the thirties I.G. Kuznetsov divided the Caucasus into mobile blocks and indicated that the existence of the separating faults was of great duration. In 1933 V.A. Nikolayev described the "main structure line" of the Tien-Shan, and in 1938 V.I. Popov — the "discordante lines". N.S. Shatsky assumed the great faults as the basis of the platforms and geosyncline development (1936–1948). A. V. Peive was the first to use the term "deep-fault" in its modern sense. A number of explorers (A.V. Peive, V.E. Khain, V.A. Kosygin) undertook the attempts to classify and systematize the deep faults. V.I. Smirnov, E.A. Radkevich and others underlined the metallogenic importance of the deep-faults more than once.

The distinguishing features of the deep-faults: their extraordinary length, the great depth of origin and longevity allow to suppose them to be tectonical elements of great stability. And this comes in conflict with the mobilism ideas.

### Литература

- Архангельский А.Д. Введение в изучение геологии Европейской России, ч. 1. М., 1923.
- Архангельский А.Д. Геологическое строение и геологическая история СССР. Т. I. М.-Л., ОНТИ, 1941.
- Белоусов В.В. Общие закономерности геотектонического процесса. — "Изв. АН СССР. Серия геол.", 1948а, № 5.
- Белоусов В.В. Общая геотектоника. М.-Л., Госгеолиздат, 1948б.
- Белоусов В.В. Основные вопросы геотектоники. М., Госгеолтехиздат, 1962.
- Глубинные разломы юга Восточной Сибири и их металлогеническое значение. М., "Наука", 1971.
- Горжевский Д.И., Лазько Е.М. Монголо-Охотский глубинный разлом. — "ДАН СССР", 1961, т. 137, № 5.
- Заварицкий А.Н. Некоторые факты, которые надо учитывать при тектонических построениях. — "Изв. АН СССР. Сер. геол.", 1946, № 2.
- Карпинский А.П. Замечания о характере дислокаций пород в южной половине Европейской России. — "Горн. ж.", 1883, т. 3.
- Карпинский А.П. Общий характер колебаний земной коры в пределах Европейской России. — "Изв. АН", 1894, № 1.
- Косыгин Ю.А. Тектоника. М., "Недра", 1969.
- Красный Л.И. Геоблоки. — "Геотектоника", 1967, № 5.
- Кузнецов И.Г. Колебательные движения земной коры и их роль в структуре Кавказа. — "Проблемы сов. геол.", 1933, № 7.
- Лазько Е.М., Резвой Д.П. О тектонической природе зоны Карпатских утесов. — "Вестн. Львов. ун-та", 1962, № 1.
- Николаев В.А. О важнейшей структурной линии Тянь-Шаня. — Зап. Всерос. минер. о-ва", 1933, ч. 62, № 2.

- Огнев В.Н. Таласо-Ферганск. разлом - "Изв. АН СССР. Сер. геол.", 1939, № 4.
- Пейве А.В. Глубинные разломы в геосинклинальных областях. - "Изв. АН СССР. Серия геол.", 1945, № 5.
- Пейве А.В. Асимметрия глубинных тектонических структур Урало-Тянь-шаньского орогена и происхождение его виргаций. - "Бюл. МОИП. Отд. геол.", 1947, т. 22, № 5.
- Пейве А.В. Принцип унаследованности в тектонике. - "Изв. АН СССР. Серия геол.", 1956, № 6.
- Петрушевский Б.А. Урало-Сибирская эпигерцинская платформа и Тянь-Шань. М., Изд-во АН СССР, 1955.
- Петрушевский Б.А. Индо-Памирская глубинная зона и Западно-Деканское землетрясение. - "Геотектоника", 1969, № 2.
- Попов В.И. История депрессий и поднятий Западного Тянь-Шаня. Ташкент, Изд-во Ком. наук УзССР, 1938.
- Резвой Д.П. О великом георазделе Азиатского материка. - В кн.: Гималайский и альпийский орогенез. М., "Недра", 1964.
- Синицын В.М. Общая схема тектоники Высокой Азии. - "Бюл. МОИП. Отд. геол.", 1955, т. 30, № 2.
- Синицын Н.М. Тектоника горного обрамления Ферганы. Изд-во ЛГУ, 1960.
- Суворов А.И. Закономерности строения и формирования глубинных разломов. - "Труды ГИН АН СССР", 1968, вып. 179.
- Тетяев М.М. Основы геотектоники. Л., ОНТИ, 1934.
- Хаин В.Е. Геотектонические основы поисков нефти. Баку, Азнефтеиздат, 1954.
- Хаин В.Е. Общая геотектоника. М., "Недра", 1973.
- Херасков Н.П. Принципы составления тектонических карт складчатых областей на примере Южного Урала. - "Изв. АН СССР. Сер. геол.", 1948, № 5.
- Херасков Н.П. Роль тектоники в изучении закономерностей размещения полезных ископаемых в земной коре. - В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1958.
- Шатский Н.С. Гипотеза Вегенера и геосинклинали. - "Изв. АН СССР. Сер. геол.", 1946, № 4.
- Шатский Н.С. О работах А.П. Карпинского по тектонике Восточно-Европейской (Русской) платформы. - "Изв. АН СССР. Сер. геол.", 1947, № 1.
- Шатский Н.С. О глубоких дислокациях, охватывающих и платформы, и складчатые области. - "Изв. АН СССР, Сер. геол.", 1948, № 5.
- Шатский Н.С. Основные направления научной работы академика А.Д. Архангельского. - В кн.: Памяти академика А.Д. Архангельского. М., Изд-во АН СССР, 1951.
- Штилле Г. Избранные труды. М., "Мир", 1964.
- Штрейс Н.А. О некоторых основных понятиях в учении о геосинклиналиях. - "Бюл. МОИП, Отдел геол.", 1947, т. 25, № 5.
- Яншин А.Л. Взгляды А.Д. Архангельского на тектонический характер юго-восточного обрамления Русской платформы и современные представления по этому вопросу. - В кн.: Памяти академика А.Д. Архангельского. М., Изд-во АН СССР, 1951.
- Argand E. La tectonique de l'Asie. Belgique, 1922.
- Hobbs W.H. Repeating patterns in the relief and the structure of the land. - "Bull. Geol. Soc. America", 1911, v. 22, N 5.
- Sonder R.A. Die Lineament-Tektonik und ihre Probleme. - "Eclogae geol. helv". 1938, v. 31, N. 1.
- Stille H. Uralte Anlagen in der Tektonik Europas. - "Z. Dtsch. geol. Ges.", 1947, Bd. 99.
- Ver Viebe W.A. Geosynclinal boundary faults. - "Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists", 1936, v. 20, N 7.

## ИСТОРИЯ ОСНОВНЫХ ИДЕЙ В ИЗУЧЕНИИ ОРГАНОГЕННЫХ ПОСТРОЕК

### Краткая история представлений о современных рифогенных образованиях

В предлагаемой статье сделана попытка (насколько это доступно в краткой форме) проанализировать историю воззрений и современное состояние проблемы рифообразования. Для этой цели был использован метод сравнения ныне происходящих рифовых процессов с аналогичными процессами геологического прошлого (метод актуализма). Необходимость применения этого метода диктуется тем, что только в современных условиях можно наблюдать рифогенные постройки в динамике, тогда как древние образования изучаются в их статичном, так сказать усредненном, состоянии. Однако при таком сравнении нельзя забывать о возможных различиях, связанных с необратимостью в развитии. Как мы увидим ниже, рифы и другие разновидности органогенных построек подчиняются всеобщему принципу необратимости.

Представление о рифах, как в XIX в. обобщенно назывались все типы органогенных построек, пришло в геологию из географии. Под рифом мореплаватели издавна понимали скалистый выступ, препятствовавший судоходству, около которого постоянно бушуют буруны. При таком толковании рифы могли быть как биогенного, так и небιοгенного происхождения. Это определение сохранилось до наших дней в морской навигации.

Однако в геологии с эпохи знаменитых путешествий Дж. Кука (1768–1779) под рифами стали понимать известковые постройки, воздвигнутые организмами. Сам Дж. Кук и особенно его спутник по второму путешествию (1772–1775) Дж. Форстер описали на примере Большого барьера Австралии роль кораллов в формировании рифов.

После кругосветных плаваний Дж. Кука русские (Ф. Ф. Крузенштерн, 1803–1806, и др.), английские (Ч. Дарвин, 1831–1835) и французские (Ж. С. Дюмон-Дервиль, 1822–1825, 1826–1829) исследователи изучали своеобразный мир рифов. Кроме Большого барьера Австралии наибольшее внимание привлекали кольцевые постройки – атоллы. Разбросанные среди бескрайних океанических просторов, с удивительно прозрачными и спокойными лагунами, с богатым и красочным миром морских животных и растений, с живописными пальмовыми рощами и белоснежными пляжами – атоллы притягивали к себе взоры путешественников.

Уже в первой половине XIX в. натуралисты пытались объяснить происхождение этих замечательных сооружений. Наибольшей популярностью пользовалась гипотеза Ч. Лайеля (Lyell, 1830), согласно которой атоллы возникали на вершинах подводных вулканов. При

этом предполагалось, что лагуна образовалась на месте кратера. В ту эпоху не знали, что многие лагуны имели диаметр свыше 50 км. Между тем вулканические кратеры такого размера на Земле не известны.

Проблема строения современных органогенных построек и их генезиса по-новому была поставлена Ч.Дарвином. В 1842 г. он опубликовал монографию "Строение и происхождение коралловых рифов", в которой выдвинул принципиально новые идеи. Ч.Дарвин выделил три типа построек: береговые, барьерные и атоллы — кольцевые рифы — и показал генетическую связь между указанными типами. Исходными, по его мнению, могут быть береговые рифы, которые растут на склонах, примыкающих к берегу. Их миграция в сторону моря приводила к образованию барьерных построек и обособлению лагуны. Если внутри барьера была отмель или опущенный остров, то возникал атолл с центральной лагуной.

Ч.Дарвин обнаружил, что многие современные коралловые рифы имели большую мощность, и сделал вывод, что в местах роста построек земная кора опускалась. В самом деле, если рифостроящие кораллы могут жить только в мелких водах, то находки коралловых известняков на глубинах, превышающих возможность их роста, объясняются медленными опусканиями дна моря. Тем самым была сформулирована связь между образованием органогенных построек и тектоникой, которую Ч.Дарвин охарактеризовал следующими словами: "Природа рифов определяется природой движения земной коры" (1941, с. 410).

Современники с энтузиазмом восприняли теорию Ч. Дарвина. Для его сторонников книга явилась прекрасным стимулом для поисков ископаемых рифов. Действительно, вскоре Р.И. Мурчисон впервые в истории геологии описал силурийские "рифы" острова Готланда (Murchison, 1847). Речь шла о маломощных постройках (не более 15 м), обязанных своим возникновением табулятам и строматопорам. Несомненно, что исследования Р.И. Мурчисона сыграли исключительную роль, показав наглядно, что органогенные постройки — это явление историческое, что аналоги их создавались уже в далеком геологическом прошлом.

Между тем океанографическая экспедиция на корабле "Челленджер" (1872–1876) вызвала кризис представлений о росте рифов. Участник экспедиции — Дж. Меррей категорически восстал против "теории опускания", как стали называть концепцию Ч.Дарвина. Дж. Меррей отстаивал противоположное мнение, а именно, что в местах роста рифов, особенно атоллов, земная кора испытывает поднятие, вследствие чего возникает так называемая "подводная платформа" — плоское дно, выровненное подводными течениями, на котором могли расти рифы. Поскольку, по мнению Дж.Меррея, в океанах преобладали поднятия, рифы наращивались не в вертикальном направлении, а распространялись по плоскости, горизонтально.

Самое поразительное, что многие сторонники Ч.Дарвина довольно легко перешли на позиции Дж.Меррея. Это тем более удивитель-

но, что к тому времени уже были известны триасовые рифы Тирольских Альп, мощность которых достигала 1000 м и более.

Спор сторонников Дж. Меррея и дарвинистов достиг своего апогея в конце XIX в. Под влиянием этой дискуссии английское адмиралтейство в 1897 г. провело бурение на атолле Фунафути (Тихий океан, архипелаг Эллиса). Из-за трудности бурения на отдаленном, пустынном острове, из-за несовершенства инструментов скважина достигла глубины только около 400 м. Но и этого было достаточно, чтобы убедиться, что атолл Фунафути не роо на платформе, о которой говорил Дж. Меррей, а скорее воздвигался на медленно опускавшемся морском дне.

В это же время начал свою работу Комитет по Большому барьеру Австралии. Исследователи, изучавшие барьер по заданию комитета, показали, что многие рифовые острова и подводные постройки маломощны. История их формирования оказалась сложной, поскольку было зарегистрировано многократное чередование опусканий и поднятий. Приподнятые рифы незначительной мощности были описаны на Синайском полуострове (Walther, 1888), у берегов Флориды и в других местах.

Это обстоятельство вызвало новое обострение кризиса представлений о генезисе рифов. В связи с этим первая половина нашего столетия отмечена работами чисто эмпирического направления. Пожалуй, единственным исключением в этом отношении была попытка Р. Дэли (Daly, 1915) выдвинуть новую систему взглядов, получившую название гипотезы "ледникового контроля". Согласно представлению Р. Дэли, в эпоху четвертичного оледенения рифы, унаследованные от неогена, должны были почти исчезнуть из-за резкого понижения температуры вод океанов и морей (в связи с общим похолоданием на поверхности Земли), а также из-за значительного понижения уровня Мирового океана (порядка 30-40 м) вследствие формирования обширных ледяных шапок вокруг полюсов. Все это привело к осушению больших территорий, на которых преимущественно росли рифы. Лишь только на завершающем этапе голоцена снова началось рифостроение, вызванное поднятием уровня Мирового океана в результате таяния мощных ледниковых панцирей и возникновения обширных шельфовых морей, в частности, в тропиках, вновь ставших центром рифостроения.

Концепция Р. Дэли подверглась критике (Davis, 1928; Равикович, 1954, и др.), поскольку многие факты ей противоречат. Изучение тихоокеанских атоллов показало, что они непрерывно развивались, по крайней мере с плиоцена, а местами даже с эоцена. Рифы Синайского полуострова также не дают каких-либо указаний на нарушение их роста в четвертичное время. На Малайском архипелаге были обнаружены постройки, рост которых продолжался непрерывно с неогена до наших дней.

Но самое веское доказательство в пользу ограниченности гипотезы "ледникового контроля" дает изучение геологических процессов далекого прошлого. К тому времени, когда Р. Дэли сформули-

рвал свою гипотезу, были уже известны органогенные постройки силура Готланда и штата Висконсин (США), девона Рейнских сланцевых гор (Германия), нижнего карбона Йоркшира (Англия), перми Германии, юры Золенгофена (Бавария), неогена Керченского полуострова (Крым) и др. Для объяснения происхождения этих построек "ледниковый контроль" не имел никакой силы, если вспомнить, что в отложениях силура, а также всех периодов мезозоя и палеогена не обнаружено обширных ледниковых явлений.

У. Дэвис (Davis, 1928) собрал и детально проанализировал фактический материал по современным постройкам и пришел к выводу, что теория Ч. Дарвина лучше, чем любая другая, объясняет нам проблему рифообразования.

Эмпирическое направление в изучении современных органогенных построек, преобладавшее в начале XX в., вызвало стремление у исследователей более четко и всесторонне понять эти образования. Выдающуюся роль в этих исследованиях сыграл Комитет по Большому барьеру Австралии, организовавший серию экспедиций, которые в полевых условиях вели постоянные наблюдения и ставили эксперименты. В результате были опубликованы труды (Great Barrier..., 1930-1956), детально освещающие морфологию органогенных построек, а также экологию и физиологию рифостроящих организмов.

Эти традиции продолжены в работах Дж. Уэллса, Х. Уайнеса, С. Ионга, Д. Стоддарта и др. За последние годы советские ученые стали проводить аналогичные изыскания. В 1971 г. комплексные геологические, геофизические и биологические исследования (шестой рейс судна "Дмитрий Менделеев") были поставлены на рифах юго-западной части Тихого океана.

За последние тридцать лет благодаря успехам морской геологии вырисовывались основные черты геологической истории современных органогенных построек (Ф. Шепард, Манк, Сарджент, Г.Т. Одум, Е.П. Одум, Рансон, Н.Д. Ньюелл и др.). В этом отношении большое значение имели результаты, полученные при бурении скважин на рифовых островах Тихого океана (Маршалловы острова, острова Эллиса, о-в Кита-Даито Шима и др.). Было установлено, что рост этих образований происходил с эоцена, а по некоторым данным - с конца мелового периода. Мощностъ пород, слагающих атоллы, местами превышает 1500 м. Это блестящее доказательство теории опускания Ч. Дарвина. За последние годы довольно точно установлено, что к западу от андезитовой линии Тихого океана длительное время преобладало энергичное опускание значительной части океанического дна (Лисицын, Петелин, 1970).

Указанные выше исследования показали, что рифы - это сложное образование, состоящее из сочетания разнообразных фаций, генетически между собой связанных не только в пространстве, но и во времени. Схематично области рифа можно разделить на три зоны.

Первая зона, никогда не заливаемая и поэтому постоянно возвышающаяся над самыми высокими приливами, - "рифовые ост-

рова". Как правило, они слагаются известковыми песками, а в краевых частях – песчаниками, местами косослоистыми, обычно покрытыми наземной растительностью.

Вторая зона, периодически осушающаяся, находится в пределах приливно-отливной зоны. На современных рифах эта зона получила название рифовой платформы (или рифового плато). Для нее характерны сглаженные волновой эрозией коралловые породы, пересеченные в разных направлениях неровностями: желобами, трещинами, западинами и пр. Для данной зоны очень типичны сверлящие животные (моллюски, губки, ежи и др.) и растения (чаще всего водоросли). Осадки преобладают песчаные, но в углублениях могут осаждаться илестые. Поскольку там постоянно задерживается вода, то нередко процветают наименее прихотливые кораллы.

Краевая часть этой области окаймлена крепким гребнем, который построен в основном красными водорослями (литотамниевыми) и массивными колониями склерактиний. Гребень – это волнорез (волнолом), противостоящий бурному натиску волнующихся вод, набегающих из открытого океана, куда обращен гребень. В углублениях, гротах, "пещерах" гребня часто процветают кораллы. Гребень постепенно выдвигается в море, более старые его части сглаживаются, и они-то, собственно, и создают рифовую платформу. На самом гребне все осадки сметаются, но отламывающиеся куски в форме валунов разного размера попадают на прилегающие части рифовой платформы, а также заносятся на рифовые острова.

Третья зона, никогда не осушающаяся, состоит из двух самостоятельных частей: склонов и лагуны. Склоны отличаются богатством и разнообразием организмов, особенно в верхней своей области, хорошо освещенной и прогреваемой и примыкающей к гребню или платформе. Подножие склонов нередко круто обрывается в океанические пучины. Для склонов характерно накопление обломочных карбонатных пород разной крупности и состава, что определяется многими факторами (глубина, преобладающие течения, крутизна склонов и пр.).

Совсем другая обстановка господствует в лагуне, которая обычно связана с барьерами и атоллами. Она находится под защитой платформы и отличается спокойным гидродинамическим режимом, небольшой глубиной, колеблющейся в среднем от 25 до 50 м (у некоторых лагун тихоокеанских атоллов глубина достигает 90 м). По богатству организмов лагуна сильно уступает рифовой платформе и склонам. Однако в лагуне растут кораллы, создающие так называемые "холмы", на которых процветают известковые зеленые водоросли (халимеды).

Таким образом, у современных органогенных построек, относимых к рифам, отмечается сложная морфолого-экологическая и седиментационная зональность. Наиболее характерный комплекс составляет ядро рифа (рифовая платформа и гребень), состоящее из массивных карбонатных пород с богатой фауной и флорой каркасных организмов и сверлящих форм.

## Ископаемые органогенные постройки

Исторически сложилось так, что естествоиспытатели сначала познакомились с современными органогенными постройками и только примерно через полстолетия они убедились, что аналогичные образования наращивались в геологическом прошлом. Однако к началу XX в. эта область знаний все еще находилась в начальной стадии развития, хотя и было доказано, что органогенные постройки росли на протяжении всех периодов фанерозоя.

Все постройки, независимо от их мощности, соотношения фаций, морфологии и палеогеографического режима, описывались как "риффы". Одним из первых, кто провел сравнительный анализ ископаемых и современных органогенных построек, был Н.И. Андрусов, который в начале века дал классическое описание миоценовых Керченских построек (Andrussow, 1909-1912). В своей статье "Онкоиды и стратоиды" Н.И. Андрусов (1915) провел принципиальную грань между массивными и слоистыми органогенными известняками, показав неопределенность термина "риф" и невозможность сопоставления большинства маломощных ископаемых построек с современными коралловыми рифами. Н.И. Андрусов предложил называть тела, сложенные массивными органогенными известняками, "онкоидами" ("желваками"), поскольку в миоценовых постройках Керченского полуострова желвакообразная форма встречалась чаще всего.

В рассуждениях Н.И. Андрусова была в высшей степени плодотворная мысль. Он подчеркивал, что онкоиды имеют простую морфолого-экологическую характеристику, которая не идет ни в какое сравнение со сложно устроенными современными рифами. Таким образом, онкоиды рассматривались как составная часть рифов. Это представление получило признание значительно позднее, уже в 30-60-х годах нашего века.

До 20-х годов ископаемые органогенные постройки привлекали к себе внимание главным образом как великолепные индикаторы палеогеографической обстановки, свидетельствующей, например, о распространении теплых морей в прошлые геологические периоды. Почти единственное практическое использование они получили как источник чистых известняков для строительных целей.

В конце 20-х годов было установлено, что с рифогенными фациями могут быть связаны нефтяные и газовые месторождения. Это обстоятельство обратило на себя внимание геологов США, СССР, Великобритании и других стран. Они заинтересовались морфологией, внутренним строением построек, их взаимоотношением с окружающими породами и т.п. Произведенные с этих позиций исследования были обобщены Е.Р. Камингсом и Р.Шроком (Cumings, Shrock, 1928 и др.), при изучении силурийских отложений штата Висконсин, где встречаются многочисленные постройки, сложенные в основном строматопоридеями и табулятами. Мощность их невелика, порядка 2-5, реже 10-12 м. По общему плану строения,

по типам фаций, мощности и экологическим взаимоотношениям они настолько примитивны, что их нельзя отождествлять с современными коралловыми рифами. Поэтому американские ученые пришли к выводу (который несколько раньше высказал Н.И. Андрусов), что необходимо ввести новые понятия и тем самым новые термины. Предложенные ими наименования "биогерм" и "биостром" получили международное признание.

Идея выделения элементарных единиц в пределах сложного комплекса фаций, связанных с органогенными постройками, была несомненно прогрессивной, так как она позволила расчленить этот комплекс и тем самым проследить этапы формирования органогенных построек разного типа. Понятия о биогермах и биостромах хотя и медленно, но неуклонно проникали в сознание геологов.

Изучение органогенных построек достигло большого размаха после второй мировой войны. К этому времени практикой было доказано, что ряд важнейших промышленных скоплений нефти и газа в разных регионах связан с биогермными известняками, которые представлены карбонатными породами с хорошими коллекторскими свойствами. Возрастающая потребность в жидком и газообразном топливе стимулировала поиски, а также изучение органогенных построек разного возраста в пределах континентов, а за последние годы — и в шельфовой полосе океанов и морей. В связи с этим исследованием ископаемых построек вступили в новую фазу, которую можно охарактеризовать как период комплексного подхода с применением разнообразных полевых и лабораторных методов (литологический, экологический, геофизический, геохимический и пр.).

Обилие фактического материала и разнообразие обобщений заставили геологов США (1962) и СССР (1965, 1966) провести национальные конференции, на которых подводились итоги и выработывался единый подход к изучению ископаемых органогенных построек. Советские ученые пришли к целому ряду важных выводов. Остановимся на некоторых из них.

**Каркасные организмы.** Органогенные постройки — это образования, возникающие на дне морей за счет организмов, сумевших создать каменистый, карбонатный, устойчивый каркас, на котором осадконакопление отличается от такового на прилегающих участках. Как правило, в геологическом разрезе каркас характеризуется массивностью, в отличие от слоистых контактирующих пород. В литературе строители органогенных построек издавна называются "рифостроителями". Но учитывая, что далеко не все постройки являются рифами, мы считаем, что более рационально говорить о "каркасных организмах" как термине общего пользования<sup>1</sup>.

Проследивая историю этих организмов, можно отметить две особенно ярко выраженные черты: неизменное и активное участие

<sup>1</sup> В каждом конкретном случае, в зависимости от типа постройки, можно говорить о биостромостроителях, биогермостроителях и рифостроителях.

известкывыделяющих водорослей разных типов (синезеленые, зеленые, красные) и резкое преобладание колониальных, преимущественно примитивных животных. Эти факторы проявили себя не случайно. Водоросли быстро продуцируют известковые выделения и представляют организмы, прекрасно приспособленные к жизни в постоянно волнующихся водах, где происходит нарастание органогенных построек. Что касается колониальных животных, то для них как раз типичны те же самые черты (наличие твердого скелета, сравнительно быстрый рост, приспособление к жизни в постоянно бушующих водах).

В протерозое и рифее каркасными организмами были синезеленые водоросли, строившие строматолитовые постройки. Таким образом, на протяжении огромного отрезка времени (более двух миллиардов лет) господствовал один тип. Нет сомнения, что таксоны этого типа менялись как в пространстве, так и во времени.

В раннем кембрии единственными животными, строившими каркас, оказались археоциаты, семейства, роды и виды которых сменялись в пределах разных ярусов и горизонтов. В ордовике им на смену пришли кишечнополостные (строматопоры, гидроидные и четырехлучевые кораллы и табуляты), а в мезозое – шестилучевые кораллы (склерактинии). Таким образом, можно считать, что в фанерозое господствующие позиции занимали кишечнополостные, точнее Anthozoa – коралловые полипы. В обобщенном виде не будет ошибкой утверждать, что ведущими каркасными организмами в истории Земли были известкывыделяющие водоросли и кораллы<sup>1</sup>.

Детальное изучение кембрийских водорослевых построек позволило выделить еще более низшую, чем биостромы и биогермы, единицу, получившую название калиптра (Лучинина, 1973). Размеры калиптр колеблются в пределах 10 см в диаметре и высоте; форма их различна: уплощенная, шаровидная и т.п. Одна калиптра не может дать каркас, но совокупность их создает каркас, а тем самым литологические и экологические условия, характерные для биостромов, биогермов и т.п.

Нет оснований полагать, что в прошлом потребности каркасных организмов были принципиально иными, чем современные. Пожалуй, наибольшие сомнения в этом утверждении вызывает температурный режим древних бассейнов, в которых росли органогенные постройки. Мы твердо не знаем, нуждались ли синезеленые водоросли рифея, строившие строматолитовые биостромы и биогермы, в высокой среднегодовой температуре аналогично зеленым и красным водорослям современных рифов. Точно так же мы не можем утверждать, что каркасные животные палеозоя (археоциаты, кораллы, мшанки) всегда процветали в тех же температурных условиях, что и нынешние рифостроители. Более уверенно можно предположить,

<sup>1</sup> Кратковременными строителями органогенных построек выступали мшанки, рудисты и некоторые другие организмы. Но их роль по сравнению с Anthozoa была подчиненной.

что постройки мезозоя – кайнозоя росли в физико–географической обстановке, близкой к теперешним тропикам. Об этом свидетельствует, например, фациальный анализ триасовых и юрских построек.

### Распространение органогенных построек во времени

В геологической истории органогенных построек можно выделить пять этапов. Первый – протерозойско–рифейский, очень своеобразный, до сих пор недостаточно изученный; но за последние годы стали вырисовываться некоторые черты данного этапа. Намечены центры развития органогенных построек в СССР в рифее, а именно Урал, Сибирская платформа и прилегающие к ней складчатые сооружения. Установлено, что все постройки слагаются строматолитами и карбонатными выделениями синезеленых водорослей, создавшими биостромы и биогермы.

Палеозойские постройки известны значительно лучше, чем рифейские, но не настолько хорошо, чтобы уверенно говорить об их появлении и развитии в пределах всех континентов. В течение палеозоя выделяются второй этап, охватывающий ранний и средний палеозой, и третий, совпадающий с поздним палеозоем.

Региональное распространение построек на втором этапе, отличавшемся интенсивным их развитием, отмечено в кембрии на Сибирской, Канадской и Австралийской платформах и прилегающих к ним геосинклинальных областях, в ордовике и силуре – на Русской платформе, а также Уральской геосинклинали и геосинклинальном поясе, обрамляющем Тихий океан. В девоне постройки найдены в изобилии на Урале, в Рейнских сланцевых горах и других частях западно–европейского морского девона (герцинская фация).

На протяжении третьего этапа интенсивность роста построек явно уменьшилась. Они воздвигались в пределах западного склона Урала, в Тюрингии, в Техасе и, возможно, на Дальнем Востоке.

Четвертый этап – мезозойский, когда органогенные постройки обильно развивались в пределах Тетиса и прилегающих к нему районов. Пятый этап совпадает с кайнозоем и продолжается до настоящего времени. Центр роста построек оказался в Тихом и Индийском океанах.

Такое резкое смещение зон роста органогенных построек в истории Земли объясняется прежде всего смещением физико–географических поясов (в особенности климатических).

### Эволюция органогенных построек

Из того, что было сказано выше, вытекает важный вывод: элементарные постройки и их ассоциации качественно отличаются от рифовых комплексов. При этом можно достаточно уверенно считать, что простые постройки воздвигались по крайней мере с протерозоя и рифея. Они продолжают существовать и в настоящее время, не претерпев принципиальных изменений в конструкции, хотя каркасные организмы менялись. Следует подчеркнуть, что биостромы в ог–

ромном количестве строились водорослями, хотя в их образовании не исключалась возможность участия кораллов и других животных. Биогермы, особенно более крупные, создавались в основном каркасными водорослями наряду с животными (археоциаты, кораллы и пр.). На протяжении по крайней мере фанерозоя сосуществовали и продолжают сосуществовать до сих пор примитивные и сложные постройки.

Другая картина вырисовывается, когда речь идет о рифах. Мы не можем отрицать, что с кембрия могло осуществляться рифообразование. Возможно, что биостромные и биогермные массивы создавали волноломы, отделявшиеся от берега лагуной. Но никогда на тех ранних этапах не возникали сложно устроенные рифовые архипелаги, в которых наблюдается характерная сопряженность фаций, связанная с морфолого-экологической зональностью. Это дает нам право утверждать, что в истории органогенных построек намечается тенденция, сказывавшаяся в морфологическом и экологическом усложнении.

Особенность рифовых архипелагов, отражающих пятый, последний, этап развития органогенных построек, состоит в том, что они формировались на обширной территории океанического дна. Здесь сочетались следующие черты: большие площади распространения, контакт с абиссальной зоной, присутствие всех типов построек, включая разнообразные рифы значительной мощности. Во времени такие архипелаги создавали в геологическом разрезе рифовую толщу, которую можно сопоставить с рифовой формацией. До верхнего мела (когда началось формирование тихоокеанской рифовой толщи) нам известны сходные образования в мезозойском Тетисе, в частности в альпийском триасе, крымской юре и пр. Однако между кайнозойской и мезозойской рифовыми формациями имеются определенные различия. Мезозойские рифы не занимали такой обширной территории, как современные. Возможно, это объясняется обширностью акваторий Тихого океана, намного превосходящего Тетис. Далее, нам не известно (отчасти, возможно, из-за недостаточной изученности), чтобы постройки Тетиса достигали такого разнообразия, как рифовые архипелаги Тихого океана.

В эволюции органогенных построек отмечается одна закономерность, которая, собственно, является всеобщей, — ускорение темпов развития по мере приближения к современности. Убыстрение темпов эволюции организмов — давно уже признанное явление. Органогенные постройки также испытывали ускорение в развитии. На протяжении огромного отрезка времени — от протерозоя до кембрия — строились сравнительно примитивные и своеобразные строматолитовые биостромы и биогермы. Начиная с кембрия морфологическое и экологическое усложнение явно продвинулось, но уровень его оставался приблизительно одинаковым вплоть до верхнего девона и карбона.

Темп усложнения возрос в верхнем палеозое и продолжал убыстряться в мезозое, а с эоцена (местами с верхнего мела) этот про-

цесс сказанлся особенно ярко, поскольку усложнение получило новый толчок в связи с тем, что органогенные постройки вышли как бы на океанический простор.

В заключение несколько слов о происхождении органогенных построек. Спор между противниками и сторонниками теории опускания Ч.Дарвина, продолжавшийся более столетия, в общем потерял свою остроту. Вспомним, что разногласия касались вопроса о том, какие движения земной коры благоприятствовали формированию построек — опускания или поднятия. Оказалось, как это нередко наблюдается в геологии, когда дело касается сложных процессов и явлений, что каждый из оппонентов в какой-то мере был прав. Органогенные постройки могли расти в районах с различным тектоническим режимом при опускании, поднятии и на более или менее стабильных участках морского дна. Но, конечно, результаты при этом будут неодинаковыми. В случае преобладающего поднятия возникали маломощные постройки, распространявшиеся на обширной территории, как, например, рифы Синайского полуострова. Они, как правило, не имели сложной и тонкой морфолого-экологической дифференциации. При устойчивом опускании формировались сложно устроенные рифы, обладавшие многочисленными дифференцированными зонами, которые (если они находили для себя подходящий фундамент и физико-географические условия) протягивались на сотни и тысячи километров, приобретая большую мощность и создавая рифовую формацию.

Детальные исследования позволили установить тонкую связь между ростом органогенных построек и разными типами движения земной коры (King, 1942; Успенская, 1946; Маслов, 1950). А.И.Равикович (1960) назвала эту зависимость "тектоническим контролем", а В.Е. Хаин (1962) обосновал планетарное распространение тектонического контроля рифовых массивов.

## ABSTRACT

In the XIX century the all geological bodies creating by the corals, algal and others organisms were named "reefs". In the XX century the investigations made by N.I.Andrussov, E.R. Cumings, R.Shrock e.a. have explained that "reefs" contain simple (onkoid, biostrom, biogerm) and complex (proper reef) kinds. In this connection the Soviet geologists suggested to unite them under the term of free use — "the organic structures".

The process of growth of the organic structures was a natural phenomenon of planetary scale. This process started with the Proterozoic era but it in particular was spreading in Riphean and the Phanerozoic one. During Phanerozoic the centres of formation of the organic structures were displaced more than once. This was connected with the change of structural plan of the Earth's crust and with distribution of climatic zones. The morphology and ecology of organic structures were

clearly defined by building of frame (karkas). Frame (karkas) was characterized by the massive formation and sediments on it have been differed from accumulation of the deposits at the bottom of sea around its. The leading frame (karkas) organisms in the past have been the limestone algal and Anthozoa which have had in their cells the algal-symbiont.

#### Литература

- Андрусов Н.И. Онкоиды и стратоиды. - "Геол. вестн.", 1915, № 3.
- Дарвин Ч. Строение и распределение коралловых рифов. Т. 2. М.-Л., Биомедгиз, 1936.
- Дарвин Ч. Путешествие натуралиста вокруг света на корабле "Бигль". М.-Л., Изд-во АН СССР, 1941.
- Журавлева И.Т. Раннекембрийские органогенные постройки на территории Сибирской платформы. - В кн.: Организм и среда в геологическом прошлом. М., "Недра", 1966.
- Журавлева И.Т., Равикович А.И. Морфология и эволюция органогенных построек в геологическом прошлом. - В кн.: Среда и жизнь в геологическом прошлом (поздний докембрий и палеозой Сибири). Новосибирск, "Наука", 1973.
- Ископаемые рифы и методика их изучения. Свердловск, "Уральский рабочий", 1968.
- Лисицын А.П., Петелин В.П. Коралловые рифы и связанные с ними осадки. - В кн.: Тихий океан. Осадкообразование в Тихом океане. М., "Наука", 1970.
- Лучинина В.А. Экология водорослей и микроструктура водорослевых биостромов раннего кембрия среднего течения р. Лены. - В кн.: Среда и жизнь в геологическом прошлом (поздний докембрий и палеозой Сибири). Новосибирск, "Наука", 1973.
- Маслов В.П. Геолого-литологические исследования рифовых фаций Уфимского плато. - "Труды Ин-та геол. наук АН СССР. Сер. геол.", 1950, № 42.
- Мкртчян О.М. Верхнедевонские рифы и их роль в формировании нефтеносных структур востока Урало-Поволжья. М., "Наука", 1964.
- Равикович А.И. Современные и ископаемые рифы. М., Изд-во АН СССР, 1954.
- Равикович А.И. Рифы и роль тектонических движений в их образовании. - "Бюл. МОИП. Отд. геол.", 1960, т. 35, вып. 1.
- Решения Четвертой палеоэколого-литологической сессии, проходившей в Крыму и в Молдавии в сентябре 1966 г. М., 1966.
- Успенская Н.Ю. О связи артинских массивов Башкирского Приамурья с тектоникой этой области. - "Изв. АН СССР. Сер. геол.", 1946, № 3.
- Хайн В.Е. Рифы и тектоника. Труды V сессии Всес. палеонтолог. о-ва. М., Геолтехиздат, 1962.
- Andrussow N. Die fossilen Bryozoenriffe der Halbinseln Kertsch und Taman, Lfg. 1-3. Kiev, 1909-1912.
- Cumings E.R., Shrock R. Niaganan coral reef of Indian and adjacent states and their stratigraphic relations. - "Bull. Geol. Soc. America", 1928, v. 39, N 2.
- Daly R.A. The glacial-control theory of coral reefs. - "Proc. Amer. Acad. Arts and Sci.", 1915, v. 51, N 4.
- Davis W.M. The coral reefs problem. - "Geogr. Amer. Spec. Publ.", 1928, N 9. Great Barrier Reef Expedition, Scientific Reports, v. 1-6. London, Brit. Museum, 1930-1956.

- King P.B. Permian of West Texas and South-Eastern New Mexico. — "Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists", 1942, v. 26, N 4.
- Lyell CH. Principles of geology, v. 1. London. 1830.
- Murchison R.I. On the Silurian and associated rocks in Delecarlia and on the sucession from Lower to Upper Silurian in Smoland Oestland and Gothland and in Scania. — "Geol. Soc. Quart. J.", 1847, v. 3.
- Newell N.D., Rigby J.K., Fischer A.G., Whiteman A.J., Hickok J.E., Bradley J.S. The Permian reefs complex of the Guadalupe Mountain region, Texas and New Mexico. San Francisco, 1953.
- Walther J. Ueber Ergebnisse einer Forschungsreise auf die Sinaihalbinsel und in der Arabischen Wüste. — "Verhandl. Berlin. Ges. Erdkunde", 1888, Bd 15.

В. В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

## ГЕОЛОГИЯ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЕЙ БИОЛОГИИ, ХИМИИ И ГЕОГРАФИИ В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИНСТИТУТАХ СССР

Элементы геологии в средней школе. В условиях научно-технической революции проблема содержания среднего образования приобретает весьма важное государственное значение. Именно среднее образование должно обеспечить основы знаний, без усвоения которых деятельность члена современного общества не может быть полноценной. Учитывая важность этой проблемы, в СССР принято постановление о переходе ко всеобщему обязательному среднему образованию.

Определенная сумма геологических знаний является необходимой частью образования каждого современного человека, независимо от его профессиональной ориентации. В силу напряженности учебного плана средней школы организация особой школьной геологической дисциплины невозможна и сведения о геологии должны сообщаться учащимся при изложении других естественных дисциплин.

В школах СССР преподавание элементов геологии начинается с младших классов. В III классе на уроках природоведения учащиеся впервые знакомятся с наиболее распространенными минералами (кварц, полевые шпаты, слюда) и горными породами (гранит, известняк, мрамор, песок, глина). В IV классе на занятиях по этой же дисциплине круг минералов расширяется в связи с понятием о полезных ископаемых (медный колчедан, свинцовый блеск, цинковая обманка, малахит, каменная соль, магнитный железняк) и продолжается знакомство с горными породами (кварцит, базальт). Учащиеся узнают о горючих полезных ископаемых: каменном угле, торфе, нефти.

В V классе на уроках физической географии по теме "Литосфера" в доступной форме излагаются современные представления о

внутреннем строении Земли, а также рассматриваются вулканы, горячие источники, землетрясения, колебательные движения земной коры, горообразование, геологическая деятельность текучих вод и ветра. По теме "Гидросфера" учащиеся знакомятся со строением дна океана, подземными водами, геологической деятельностью ледников.

В VI классе при изучении дисциплины "География материков" учащиеся получают некоторые представления о геологическом строении материков и о размещении полезных ископаемых в разных странах.

В VII классе в курсе "Физическая география СССР" рассматриваются довольно сложные геологические вопросы: геологическое летоисчисление, понятие о геосинклинальных и платформенных областях, их развитии и образовании месторождений полезных ископаемых, формы залегания горных пород, изменение природы на территории СССР в геологическом прошлом. Учащиеся должны ознакомиться с геологической и тектонической картами, а также усвоить геологические термины. При изучении каждого из районов СССР обращается внимание на геологическое строение, образование полезных ископаемых, влияние геологических событий на формирование современного рельефа.

Разнообразные геологические данные сообщаются на занятиях по ботанике, зоологии, общей биологии и химии. На уроках ботаники (V-VI классы) специально разбираются вопросы появления и развития растений на Земле, при этом используются данные геохронологии. В школьном курсе зоологии (VI-VII классы) имеются темы "Происхождение птиц", "Век пресмыкающихся", "Основные этапы развития животного мира". Одновременно приводятся разнообразные сведения из палеонтологии и осуществляется знакомство с геохронологической шкалой. При изучении химии (VII-IX классы) рассматривается ряд минералов и горных пород, даются сведения о кларках химических элементов, о химическом составе Земли в целом и земной коры. Из этой же дисциплины учащиеся узнают о процессах круговорота химических элементов на поверхности нашей планеты. В курсе общей биологии (X класс) преподаются такие сложные вопросы, как возникновение и развитие жизни на Земле, представление о биосфере.

Таким образом, в средней школе рассматривается довольно широкий круг вопросов геологии, что позволило в IX-X классах ввести факультативные занятия по геологии, на которых все уже известные сведения можно обобщить, дополнить и систематизировать. На эти занятия отводится 80 час. Помимо этого, в связи с развитием краеведческой работы в школах учащиеся получают сведения о геологии, участвуя в походах по изучению своего края.

Из всего изложенного следует, что преподаватели средней школы, ведущие уроки географии, ботаники, зоологии, общей биологии, химии и природоведения, должны иметь достаточную подготовку в области геологии, чтобы излагать соответствующие понятия и фак-

ты на современном научном уровне. Так как самостоятельная учебная дисциплина "Геология" в школе отсутствует, то необходимо разработать хорошо продуманную систему сквозной подачи сведений из геологии в разных школьных курсах. Это, к сожалению, пока еще не достигнуто, в силу чего имеются случаи непоследовательности в сообщении учащимся геологического материала и неравномерного освещения одинаково важных тем. Так, например, в VI классе рассматривается геологическое строение материков, а понятие о геосинклинальных областях, платформах и их развитии дается в VII классе. Недостаточно продуманы сведения о полезных ископаемых, их происхождении и закономерностях размещения.

Геологическое образование при подготовке учителей биологии, химии и географии. Для обеспечения геологических знаний на должном уровне в системе общего среднего образования очень большое значение имеет подготовка преподавателей. В СССР эта подготовка осуществляется в высших учебных заведениях, главным образом в педагогических институтах и отчасти в университетах. И в том и в другом случае образование занимает пять лет.

В педагогических институтах, обеспечивающих основную массу преподавателей естественных дисциплин для средней школы, подготовка студентов производится по трем циклам: общественно-политическому, психолого-педагогическому и специально-образовательному. Наличие обширного цикла психолого-педагогических дисциплин позволяет педагогическим институтам по сравнению с университетами выпускать более подготовленных специалистов для работы в средней школе.

В то же время в педагогических институтах по сравнению с университетами заметно сокращен объем часов, отводимых на изучение специальных дисциплин. Это положение усугубляется тем, что два последних десятилетия в педагогических институтах готовят учителей с основной и дополнительной специальностями. Например, многие педагогические институты дают диплом учителя биологии с дополнительной специальностью "Химия" или учителя географии с дополнительной специальностью "Биология". В результате часть учебного времени, которая отведена на изучение специальных дисциплин, сильно перегружена. В этих условиях на изучение геологии может быть отведен лишь очень небольшой объем учебного времени.

В настоящее время курс геологии входит в учебные планы по специальностям, по которым происходит энергичная подготовка учителей: "Биология" с дополнительной специальностью "Химия"; "География" с дополнительной специальностью "Биология"; "Химия" с дополнительной специальностью "Биология", а также по специальностям, по которым готовятся ограниченные контингенты: "География"; "Химия"; "География", "Химия и "Биология", каждая с дополнительной специальностью "Иностранный язык"; "География" с дополнительной специальностью "Физкультура". Кроме того, в широкой

сети заочных педагогических вузов и отделений геология предусмотрена в учебных планах по специальностям "География" и "Биология" с дополнительной специальностью "Химия". В системе высшего педагогического образования геология ежегодно преподается огромному количеству студентов – десяти тысячам. Эти данные свидетельствуют о масштабах преподавания геологии в педагогических институтах.

Специфика курсов геологии в педагогических институтах для разных специальностей. Курсы геологии имеют непрофилирующее значение и поэтому в учебных планах по разным специальностям заметно различаются объемом учебного времени. Общее количество часов, выделенное учебными планами на геологию для ведущих специальностей, следующее: для "Биологии" с дополнительной специальностью "Химия" – 80; "Химии" с дополнительной специальностью "Биология" – 70; "Географии" с дополнительной специальностью "Биология" – 205.

В процессе более чем пятидесятилетней практики преподавания геологии в системе высшего педагогического образования накоплен значительный опыт. Курсы геологии в педагогических институтах существенно отличаются общим построением и соотношением основных разделов, с одной стороны, от классических дисциплин, обязательных при подготовке специалистов-геологов в университетах, горных и геологоразведочных институтах, а с другой – от курсов геологии, существующих в учебных планах других негеологических высших учебных заведений (инженерно-строительные, гидротехнические, сельскохозяйственные и др.). Это объясняется тем, что в каждом из приведенных примеров геологические дисциплины имеют разное целевое назначение. В системе высшего педагогического образования оригинальные курсы геологии сложились применительно к задачам подготовки преподавателей разных естественных дисциплин в средней школе.

При организации этих курсов возникают большие трудности. Во-первых, приходится исходить из того незначительного объема времени, которое отводится учебными планами на геологию. Во-вторых, содержание курса должно отражать современное состояние геологии в целом, т.е. всех наук геологического цикла. В-третьих, при построении курса должны учитываться интересы основной профилирующей специальности. Комбинации этих трех условий нередко таковы, что делают задачу организации курса почти неразрешимой.

Основная сложность преподавания геологии в педагогических институтах вытекает из незначительного объема учебного времени. В этих условиях особую важность приобретает соотношение материала отдельных разделов. Так, например, в курсе геологии для специальности "Биология" с дополнительной специальностью "Химия" предусмотрено следующее распределение материала. На обзор геологической истории Земли, основных этапов развития органического мира и на элементы эволюционной палеонтологии следует отводить большую часть времени – 45% (36 часов), из них половину – на

лекции и половину – на лабораторные занятия. На знакомство с общими сведениями о Земле и характеристику геодинамических процессов отводится 27% всего учебного времени.

Такое неравномерное распределение учебного времени произведено с расчетом на основную специальность будущего педагога – биологию. Учитывая, что дополнительной специальностью является химия, учителю которой необходимы сведения о составе минералов и горных пород, а также о некоторых проблемах геохимии, изучение этого круга вопросов следует уложить в оставшееся время (27%), причем его большую часть целесообразно затратить на лабораторно-практические занятия.

Иную структуру имеет курс геологии для специальности "География" с дополнительной специальностью "Биология". При подготовке учителя этого профиля необходимо усилить внимание к наукам, характеризующим вещественный состав земной коры: минералогии, петрографии, геохимии и пр. Этому разделу курса отводится 46% всего времени, элементам геотектоники и учению о фациях – 21%. Так как дополнительной специальностью является биология, то палеонтологии и обзору геологической истории уделено также значительное место – 33% всего учебного времени. В этом, последнем, разделе курса наиболее подробно рассматриваются события, имевшие место на протяжении неогена и плейстоцена, представляющие особый интерес для понимания многих явлений и закономерностей современной физической географии. Всего на преподавание геологии в учебном плане этой специальности отведено 205 академических часов.

Учитывая то, что преподаватель химии знакомит учащихся средней школы с положениями геохимии, а также приводит ряд сведений о составе горных пород и минералов, при подготовке учителей этого профиля следует еще более увеличить удельное значение характеристики состава земной коры. При небольшом количестве часов (всего 50), которое было выделено учебным планом для подготовки по специальности "Химия", пришлось отказаться от постановки курса общей геологии и ввести в учебный план курс минералогии и кристаллографии. Преподавание кристаллографии вызвано требованием ознакомить студентов-химиков с основами кристаллохимии, необходимыми для усвоения ряда специальных дисциплин на старших курсах.

Для специальности "Химия" с дополнительной специальностью "Биология" учебным планом предусмотрено 70 часов. Это дает возможность для данной специальности ввести очень сжатый курс геологии, в котором при относительно развернутой характеристике состава и строения минералов и горных пород (40–50% всего учебного времени) должен найти место обзор геологической истории и развития органического мира. Таким образом, в зависимости от профиля подготовки преподавателя средней школы ведущее место в курсе геологии отводится разным группам наук геологического цикла.

Особое строение имеет курс геологии для будущих учителей географии с той или иной дополнительной специальностью. В этом

курсе наряду с большим вниманием к наукам о вещественном составе земной коры значительное место уделяется элементам геотектоники и изучению фаций в палеогеографическом плане. При обзоре геологической истории наиболее подробно рассматриваются события неогена и плейстоцена.

Для сравнения приведем сведения о соотношении геологических дисциплин при подготовке геологов в университетах. В Московском университете в учебном плане для специальности "Геологическая съемка и поиски" на дисциплины, характеризующие вещественный состав земной коры (основы кристаллографии, минералогия, петрография, литология, геохимия, полезные ископаемые), затрачивается примерно 41% всего учебного времени, предусмотренного на геологические науки, составляющего около 1700 академических часов. На дисциплины, характеризующие эволюции форм жизни и события геологической истории (палеонтология, историческая геология, геология СССР), отведено около 25% всего времени, на прочие геологические дисциплины – 33%.

Из приведенных данных видно, что в курсах геологии в педагогических институтах центр тяжести сдвинут в область палеонтологии и геологической истории для биологической специальности и в область минералогии, петрографии и геохимии – для химической специальности. Наиболее близкое строение к университетскому имеет курс геологии для будущих учителей географии.

Некоторые методические и организационные вопросы преподавания геологии в педагогических институтах.

1. Наиболее актуальной задачей преподавания геологии в педагогических институтах является организация лабораторных работ, насыщенных экспериментальными методиками. Предпринимаются попытки внедрения в педагогический процесс методов точного исследования и использования современных приборов (поляризационные микроскопы, фотометры и др.).

Кафедрой геологии и геохимии Московского государственного педагогического института им. В.И.Ленина в последние годы успешно осуществляется геологический практикум. Он представляет собой систему лабораторных работ, которые включают в себя измерение моделей кристаллов прикладным гониометром с последующим нанесением результатов измерения на сетку Вульфа, гранулометрический анализ и графическое изображение его результатов, определение глинистых минералов методом окрашивания с помощью фотометра, изучение структур магматических и метаморфических пород в шлифах с помощью поляризационного микроскопа, минералогическое изучение сульфидов в полированных шлифах, составление геологических профилей по заданному направлению на геологических картах, восстановление фациальных условий по образцам и т.д.

Количество часов, отводимое на лабораторные работы, должно быть не менее суммы лекционных часов. Так, например, в курсе геологии для специальности "География" с дополнительной специ-

альностью "Биология" при изучении основ геотектоники и методов восстановления геологического прошлого на лекции и лабораторные занятия отводится одинаковое время (по 26 часов). При изучении вещественного состава земной коры, что соответствует основам минералогии и петрографии с элементами кристаллографии и геохимии, лекции занимают 38 часов, а лабораторные занятия значительно больше — 57 часов.

2. Важной частью геологического образования в педагогических институтах является летняя полевая практика. Ее продолжительность неодинакова для разных специальностей. При подготовке учителя биологии с дополнительной специальностью "Химия" или "Иностранный язык" из-за многочисленных полевых практик по дисциплинам биологического цикла возможна только лишь краткая четырехдневная геологическая практика после II семестра. Для специальности "Химия" с дополнительной специальностью "Биология" имеется возможность семидневной геологической практики после II семестра. Для географических специальностей в соответствии с преподаванием геологии на протяжении двух первых курсов предусмотрены две летние практики, по пять дней каждая после II и IV семестров.

На первой практике студенты получают навыки описания отложений, ведения полевого журнала, сбора и документации образцов, пользования горным компасом. Одновременно студенты осваивают приемы камеральной обработки собранных материалов, включая простейшие лабораторные литолого-минералогические анализы (определение величины нерастворимого остатка в карбонатных породах, гранулометрический анализ рыхлых отложений, определение минералогического состава песчаной фракции под бинокулярным микроскопом). На второй практике студенты знакомятся с геологическим строением и геологической историей своего района. Это осуществляется путем описания разных обнажений, определения возраста осадочных пород по руководящим формам, изучения геологической карты и разрезов буровых скважин. В процессе геологических практик проводятся сборы каменного материала, который в дальнейшем используется для учебных занятий.

3. В условиях ограниченного учебного времени и многопредметных учебных планов, а также неодинаковой технической оснащенности педагогических институтов необходимы организационные мероприятия для поддержания приемлемого уровня преподавания геологии. Работа по методическому совершенствованию преподавания этой дисциплины проводится во многих педагогических институтах Советского Союза. Для координации усилий, направленных на организацию оптимальных вариантов курсов геологии в рамках учебных планов разных специальностей, при Министерстве просвещения СССР создана Комиссия по геологии.

Для преподавания геологии в педагогических институтах необходимы учебные пособия, составленные применительно к целям подготовки учителя определенной школьной дисциплины (биология, хи-

мия, география) и отвечающие действующим программам. К настоящему времени изданы лишь два таких пособия (Якушева, 1970; Добровольский, 1971). Составлен первый учебник по геологии для педагогических институтов БССР. Ведется подготовка к созданию аналогичного пособия для УССР.

Преподаватели геологии в системе высшего педагогического образования проводят большую учебную и воспитательную работу и нуждаются в периодическом обмене опытом и повышении научно-методической квалификации. Это осуществляется кафедрой геологии Московского государственного педагогического института им. В.И. Ленина при содействии ученых ведущих геологических институтов АН СССР и учреждений Министерства геологии СССР.

## ABSTRACT

A knowledge of fundamentals of geology is indispensable for any member of modern society, whatever his profession may be. In the USSR, geological instruction begins at school level in the 3rd year of Primary School as part of nature studies and is incorporated in the syllabuses of geography (5th to 7th year, or 1st to 3rd year Secondary School), Botany (5th to 6th year), Zoology (6th to 7th year), Chemistry (7th to 9th year) and General Biology (10th year, which is the school-leaving stage). The training of Secondary School teachers is carried out mainly in teachertraining colleges ("institutes"), geology being a compulsory subject for teachers would-be of biology, chemistry and geography. Altogether 10 000 students in higher education receive instruction in geology every year. Original syllabuses have been drawn up to cater for each department varying in emphasis, length of academic course (70 to 205 academic periods) and length of geological field studies (4 to 10 days).

## Литература

- Добровольский В.В. Минералогия с элементами петрографии. М., "Просвещение", 1971.  
Якушева А.Ф. Динамическая геология. М., "Просвещение", 1970.

В. Д. ВОЙЛОШНИКОВ, Б. И. ГУРСКИЙ

## ПРЕПОДАВАНИЕ ГЕОЛОГИИ В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИНСТИТУТАХ УКРАИНСКОЙ И БЕЛОРУССКОЙ ССР

На Украине и в Белоруссии осуществляются три уровня геологического образования: подготовка производственников-геологов в вузах и техникумах; обучение геологии учителей географии в пед-

институтах<sup>1</sup> и отчасти в университетах; ознакомление миллионов школьников (практически всего населения республик) с основами геологии в рамках географических дисциплин (IV–IX классы) на факультативных занятиях по геологии, а с 1974 г. на уроках геологии в IX классе в школах, специализирующихся на углубленном изучении географии.

Таким образом, учителя географии – основные пропагандисты геологических знаний, и от состояния их подготовки непосредственно зависит уровень геологического кругозора населения республик. Это формирует тот фундамент, на котором строится подготовка специалистов–геологов. Им же определяется и сознательный интерес учащихся к геологии и работе в горнодобывающей промышленности. С этой точки зрения работа учителя географии как пропагандиста геологических значений как на Украине, так и в Белоруссии имеет общегосударственное значение. Ведь если Украина – одна из самых богатых минеральными ресурсами территорий Советского Союза (120 различных видов полезных ископаемых здесь размещаются в 3500 месторождениях разной величины, 1700 из которых разрабатывается), а горнодобывающие предприятия здесь часто определяют развитие многочисленных населенных пунктов, городов и даже целых городских агломераций, то Белоруссия – республика бурно развивающейся горнодобывающей промышленности. Поэтому естественно, что геологической подготовке учителей географии в обеих республиках должно быть уделено особенно серьезное внимание.

После долгих лет забвения геология в пединститутах и школах Украины и Белоруссии переживает сейчас годы подъема. Так, если в предвоенные годы геология изучалась в школе как самостоятельный предмет, а соответствующая программа в педвузе была достаточно обстоятельна, то в 50–60-х годах геология в школе не изучалась.

Это обстоятельство также нашло отражение и в учебных планах географических факультетов и отделений пединститутов. Внимание к подготовке учителей географии в эти годы было также ослаблено. Например, из широкой сети географических факультетов и отделений в пединститутах Украины география сохранилась лишь в трех вузах юго-восточной части республики (Симферополь, Ворошиловград и Мелитополь), причем наборы студентов не превышали 50 человек, не развивалась и заочная форма обучения.

С 1967/68 г. в школах страны начался постепенный переход на новые учебные программы, в которых вопросам геологии уделяется большое внимание, рекомендуется специальный факультатив,

---

<sup>1</sup> Проблема изучения геологии в пединститутах на специальностях "Биология – химия" и "Химия – биология" выходит за рамки нашего сообщения.

рассчитанный на 70 часов<sup>1</sup>. Вслед за этим с 1970 г. введены новые учебные планы для географо-биологических факультетов и отделений пединститутов, предусматривающие 200-часовой курс геологии и две пятидневные геологические практики.

В последние годы Министерство просвещения УССР (министр-доктор географических наук, чл.-кор. АН УССР А.М. Маринич), претворяя в жизнь партийные и правительственные решения о подготовке кадров для школы, об улучшении вузовского образования в стране и исходя из перспективных потребностей в преподавателях географии на Украине, расширило сеть педвузов, имеющих географическую специальность, осуществило районирование вузов: открылись географические факультеты и отделения в Киевском, Винницком и Луцком пединститутах. Таким образом, центральные и западные районы республики получили свои центры подготовки учителей-географов. Кроме того, всюду были вдвое-втрое увеличены наборы студентов на географическую специальность, получила распространение и заочная форма обучения. Благодаря этому в пединститутах Украины на двух первых курсах уже сейчас изучают геологию более 1300 студентов-географов.

Сложилась сеть географических факультетов и отделений и в Белоруссии, где геологию изучают студенты Минского, Брестского, Витебского и Могилевского пединститутов.

Педагоги-геологи, а с их помощью и учителя проводят большую работу по приобщению школьников к геологическим знаниям. Формы этой работы разнообразны: чтение лекций и организация бесед, работа школ юных геологов, организация геологических уголков в школах, геологических походов и экспедиций, кружков и т. п.

Преподавателями педагогических институтов проводится большая работа по оказанию помощи школам в создании геологических разделов в кабинетах географии. Для этой цели используются сборы полевых практик, наглядные пособия, создаваемые студентами в процессе педагогической практики и работы по курсу "Изготовление наглядных пособий". Десятки минералогических коллекций и коллекций горных пород, подготовленных кафедрами пединститутов, ежегодно передаются школам. Преподаватели вузов ведут в школах факультативы по геологии. Например, преподаватели Минского, Брестского и Мелитопольского пединститутов сами ведут факультативные занятия или оказывают помощь учителям в организации их. Богатые минералогические музеи, созданные в последние годы при Мелитопольском, Брестском,

<sup>1</sup> Довоенный опыт преподавания геологии в наших школах, преподавание ее в школах многих зарубежных стран, огромный интерес к ней со стороны и учащихся и учителей — все это позволяет говорить о целесообразности введения в учебные планы средней школы предмета геологии.

Ворошиловградском и других пединститутах, широко используются для организации экскурсий учащихся.

Через местные организации общества "Знание" преподаватели геологии пединститутов и учителя географии проводят большую работу по пропаганде геологических знаний. Например, только в 1973 г., по данным Украинской республиканской организации общества "Знание", более 45 000 лекций было посвящено геолого-географической проблематике. Среди них примерно каждая четвертая лекция – геологическая. Разнообразна и тематика лекций. Так, на Украине широко читаются лекции на темы: "Развитие минерально-сырьевой базы Украины в IX пятилетке", "Минеральные ресурсы Украины", "Внутреннее строение Земли", "Эволюция земной коры и верхней мантии", "Проблемы минеральных ресурсов Мирового океана", "Геологическая история отдельных районов республики". Помимо единичных лекций, часто организуются циклы лекций, например "Земля и планеты солнечной системы" (цикл организован Минским пединститутом для рабочих торфопредприятия Смолевичи), "Человек и природа" (лекторий г. Солигорска). Широкой популярностью в Белоруссии пользуются лекции, посвященные полезным ископаемым и геологическому прошлому республики.

При Институте геологических наук АН УССР организован геологический лекторий, а при Институте геохимии и геофизики АН БССР функционирует школа юных геологов, программа которой рассчитана на два года. В школе обучается около 50 учащихся VIII-X классов (директор – доктор геолого-минералогических наук В.А.Кузнецов).

В то же время основная работа, проводимая педагогическими институтами, направлена на подготовку высококвалифицированных учителей-географов, хорошо ориентирующихся в вопросах геологии.

Этому прежде всего способствует глубоко продуманная программа курса геологии для пединститутов, составленная коллективом ученых под общей редакцией проф. В.В. Добровольского (1971).

Изучение курса геологии в пединститутах характеризуется следующими особенностями. В соответствии с программой в лекциях внимание сосредоточивается на изучении фундаментальных проблем современной геологии (строение Земли, вещественный состав литосферы, процессы внутренней и внешней динамики, методы восстановления геологического прошлого Земли, основы геотектоники, элементы металлогении, этапы геологической истории и т.д.). При этом на лекциях постоянно приводится сравнительный материал по геологическому строению и истории развития республик.

На лабораторных занятиях углубляются, расширяются и детализируются знания, основы которых были заложены на лекциях. Здесь студенты знакомятся с методикой научного исследования,

приобретают практические умения и навыки. На лабораторные занятия выносятся темы, посвященные минералогии, петрографии, структурам земной коры, фациальному анализу, стратиграфии и геохронологии, построению геологических карт, палеоклиматических картосхем земного шара по фациям — индикаторам палеоклиматических условий и пр. Все эти занятия, на которых широко используются приемы создания проблемных ситуаций, "малые открытия" студентов и "переоткрытия" уже известных геологических законов, развивают научное мышление студентов.

Полевые практики являются продолжением лабораторных занятий в полевых условиях. В республиках имеются благоприятные условия для их организации. Например, учебными полигонами для украинских вузов являются Крым (Бахчисарайский район, Керченский полуостров и др.), Донбасс, Карпаты и Прикарпатье, Никопольский район, склоны Днепра у Киева, окрестности Житомира. На полевых практиках помимо выполнения программных наблюдений студенты обязательно знакомятся и с отдельными крупными месторождениями полезных ископаемых.

В целом к настоящему времени в пединститутах республик сложилась определенная система изучения геологии, включающая в себя, помимо изучения геологии как учебного предмета, и курсы физической и экономической географии. В рамках этих курсов изучаются тектоническое строение регионов, месторождения полезных ископаемых СССР, УССР и БССР, зарубежных стран, закономерности их размещения на материках. Изучаются и такие вопросы, как способы подсчета запасов, разработка месторождений, обогащение, технология получения некоторых видов сырья. А на географических практиках параллельно с решением специальных задач студенты обязательно знакомятся с важнейшими месторождениями полезных ископаемых, коллекциями геологических музеев Украины, Белоруссии, Центра, Северо-Запада, Урала.

В процессе обучения геологии студенты активно включаются в научно-исследовательскую работу через геолого-географические кружки, пишут курсовые и дипломные работы. В отдельных пединститутах на старших курсах организованы спецкурсы по геологии с целью подготовки студентов к проведению школьных занятий по темам геологического содержания, а также школьного факультатива по геологии. Так, например, в Минском пединституте на протяжении ряда лет ведется спецкурс "Вопросы геологии в школьной программе", который читается в IX семестре в объеме 30 часов (программа разработана Б.Н. Гурским), а также спецкурс "Геохимия ландшафтов".

Все пединституты республик имеют преподавательские кадры высокой квалификации. Они ведут научную и научно-методическую работу, выполняя тематические исследования, участвуя в составлении общесоюзных вузовских программ (В.Д. Войлошников и др.) и создании учебно-методической литературы.

Белорусские издательства уделяют большое внимание геологической литературе, специально предназначенной для учителей географии. Так, в 1973 г. в Минске издано пособие Д.М. Корулина "Геология в школьной географии", в 1974 г. написан первый в Белоруссии учебник по геологии (Б.Н. Гурский).

Много геологической литературы для учителей выпускает киевское издательство "Радянська школа" (заведующий редакцией географии Т.В. Шаповаленко). За последние годы оно издало книги В.Г. Бондарчука "Геологія для всіх" (1970 г.), М.А. Откаленко "Про планету Земля" (1974 г.) и др. Издательство выпускает специальную серию "Бібліотека учителя географії". В одной из книг этой серии, посвященной физической географии Украины (редактор А.М. Маринич), содержатся интересные палеогеографические построения и сведения о полезных ископаемых республики. Сейчас готовятся к изданию "Краткий словарь географических терминов", "Изучение полезных ископаемых в школьном курсе географии", "Полезные ископаемые и их использование", "Очерки о геологическом прошлом Земли" и др.

Киевское издательство "Вища школа" (заведующий редакцией географии и геологии Ю.Ф. Кирьянов) также издает много учебной литературы по геологии для пединституты. В 1973 г. им опубликовано пособие по геологии Д.К. Биленко, в настоящее время издательство готовит учебное пособие по геологии для пединституты Украины, а для вузов страны — "Геохронологические таблицы".

Достигнутые успехи позволяют наметить и пути дальнейшего совершенствования курса геологии в пединститутах Украины и Белоруссии. Уровень обучения во многом зависит от учебных пособий по геологии. Как и все пединституты страны, вузы республик нуждаются в комплекте учебных пособий (учебник, практикум, хрестоматия, руководство по полевой практике, атлас геологических карт), в котором, учитывая специфические условия каждой из республик, хотелось бы иметь дополнения к учебнику, отражающие и особенности геологического строения, и минерально-сырьевую базу. Полезными могли бы быть и книги для чтения по геологии Украины и Белоруссии, а для работающих учителей географии — книги о месторождениях полезных ископаемых и об интересных геологических маршрутах по республикам.

Геологов пединституты еще мало привлекают к исследованиям по линиям министерств геологии. Между тем участие их в этой работе совместно со студентами не только способствовало бы развитию вузовской науки и приносило бы пользу производству, но и в конечном счете помогало бы решать общегосударственную задачу — повышения общего уровня геологического образования населения республик.

Для обмена опытом между пединститутами разных республик в деле подготовки учителей было бы полезно издание всесоюзного периодического журнала "Известия педагогических институтов" (с геолого-географической серией).

## ABSTRACT

The profoundest courses in geology in the Ukrainian and Byelorussian teachertraining colleges are in the combined departments of Geography and Biology. Recent years have seen a considerable increase in the training of teachers in this field. Lectures treat of the fundamental problems of the geological sciences, while in the laboratory students are introduced to the methods of mineralogy, petrography, facies analysis, structural geology. Field studies are carried out in places interesting for their geological structure, such as the Crimea, the Donetsk Coal Field, the Carpathians, etc. A geology textbook has been put out for teacher-training colleges in Byelorussia and work is under way to produce a similar one in the Ukraine.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
В.И. Оноприенко, А.С. Поваренных. История геологии, методология и геологическая теория . . . . .	5
Е.Е. Милановский. Геологическая школа Московского университета и ее роль в развитии региональной геологии. 15	
В.А. Кудрявцев, К.П. Мельникова. Формирование мерзлотоведения в СССР и преподавание этой дисциплины в Московском университете . . . . .	25
И.И. Шафрановский. Роль кристаллографии в истории преподавания геологических дисциплин . . . . .	35
Д.П. Резвой. К истокам учения о глубинных разломах	44
А.И. Равикович. История основных идей в изучении органогенных построек . . . . .	60
В.В. Добровольский. Геология в средней школе и геологическая подготовка учителей биологии, химии и географии в педагогических институтах СССР . . . . .	72
В.Д. Войлошников, Б.Н. Гурский. Преподавание геологии в педагогических институтах Украинской и Белорусской ССР . . . . .	79

## CONTENTS

Preface . . . . .	3
V.I.Onoprienko, A.S.Povarennykh. History of Geology, Methodology and Theory of Geology . . . . .	5
E.E.Milanovsky. The Geological School of the Moscow University and Its Role in the Development of Regional Geology . . . . .	15
V.A.Kudryavtsev, K.P.Melnikova. The Making Up of Permafrost Science in the USSR and Its Instruction in the Moscow University . . . . .	25
I.I.Shafranovsky. The Significance of the Crystallography in the History Geological Subjects Teaching . . . . .	35
D.P.Rezvoy. On the Sources of Deep-Fault Study . . . . .	44
A.I.Ravikovich. The History of the Principle Ideas in the Study the Organogenic Structures . . . . .	60
V.V.Dobrovolsky. Geology in Soviet Schools and Geological Instruction in Departments of Biology, Chemistry and Geography in Soviet Teacher-Training Colleges ("Institutes") . . . . .	72
V.D.Voiloshnikov, B.N.Gursky. Geological Instruction in Teacher-Training Colleges ("Institutes") in the Ukraine and Byelorussia . . . . .	79

История геологии, методология и геологическая теория. Оноприенко В.И., Поваренных А.С. "Геологическое образование и история геологии". М., "Наука", 1976 г., с.5-15.

В статье представлена попытка осмысления взаимосвязи историко-научных и методологических исследований в геологических науках и выяснения их роли для развития теории в этих науках. Методологические исследования выступают в форме рефлексии над конкретно-научным знанием, выявляют его специфику и структуру. Однако методологические разработки невозможны без основательного изучения истории науки. В то же время эффективность историко-научных исследований значительно повышается в том случае, когда удается выявить методологический "каркас" тех или иных научных концепций, теорий, методов и их эволюции. Обсуждается проблема формирования теоретической геологии, основные подходы, возможности и задачи на пути ее решения.

Библиогр. 17 назв.

УДК 550 + 378.1

Геологическая школа Московского университета и ее роль в развитии региональной геологии. Милановский Е.Е. "Геологическое образование и история геологии". М., "Наука", 1976 г., с.15-25.

Геологи Московского университета сыграли важную роль в развитии представлений о геологическом строении СССР и в создании и совершенствовании учебного курса "Геология СССР". Наиболее выдающимися представителями геологической школы Московского университета были проф. Г.Е. Шуровский (1803-1884), акад. А.П. Павлов (1854-1929), акад. А.Д. Архангельский (1879-1940), проф. А.Н. Мазарович (1886-1950), проф. А.А. Богданов (1906-1971). В докладе освещается значение работ этих и других ученых МГУ в изучении геологии России, СССР и зарубежных территорий и в усовершенствовании подготовки специалистов в области регионально-геологических исследований. Наибольший размах эти исследования, проводимые сотрудниками и воспитанниками университета, приобрели в послевоенные десятилетия.

Библиогр. 36 назв.

УДК 550 + 378.1

Формирование мерзлотоведения в СССР и преподавание этой дисциплины в Московском университете. Кудрявцев В.А., Мельникова К.П. "Геологическое образование и история геологии". М., "Наука", 1976 г., с.25-34.

В статье изложена краткая история возникновения и формирования мерзлотоведения в системе геологических наук; показаны особенности развития этой науки в России и в СССР; изложена логическая структура мерзлотоведения и особенности отдельных его направлений, теоретические основы которых были разработаны М.И. Сумгиным - основоположником мерзлотоведения в России. На фоне истории мерзлотоведения показаны этапы подготовки специалистов-мерзлотоведов и преподавания мерзлотоведческих дисциплин, главным образом в Московском университете. Анализируются программы подготовки мерзлотоведов геологического и географического профиля.

Библиогр. 6 назв.

Роль кристаллографии в истории преподавания геологических дисциплин, Шафрановский И.И. "Геологическое образование и история геологии". М., "Наука", 1976 г., с. 35-44.

Кристаллография с самого начала была связана с геологоразведочной практикой (Г.Агрикола, Н.Стенон, М.В. Ломоносов). Основатель научной кристаллографии и первый лектор-кристаллограф Ж.Б. Ромэ-Делиль считал, что наука о кристаллах должна лечь "в основание теории земного шара".

Долгое время внимание ученых было обращено на внешнее ограничение кристаллов, в связи с чем кристаллография играла роль подсобного минералогического курса. Значение кристаллографии чрезвычайно возросло в связи с развитием кристаллооптической методики и созданием федоровского теодолитного метода в минералогии и петрографии. Достижения рентгеноструктурного анализа и кристаллохимии дали основу для становления новых геолого-минералогических наук: геохимии и структурной минералогии. Обновленная кристалломорфология способствовала созданию новой ветви генетической минералогии – онтогении минералов. Учение о симметрии, развивавшееся кристаллографами, рассматривается сейчас как "общий метод познания закономерностей развития Земли" (Г.А. Дмитриев, М.С. Потапова).

Библиогр. 17 назв.

## УДК 550

К истокам учения о глубинных разломах. Резвой Д.П. "Геологическое образование и история геологии". М., "Наука", 1976 г., с. 44-59.

Учение о глубинных разломах возникло в конце XIX в. и не могло иметь успеха в эпоху расцвета гипотезы контракции. Только выдающимся умам того времени была доступна мысль о протяженных поясах дислокаций, не являющихся складчатыми областями ("зачаточный кряж" А.П. Карпинского, "линеаменты" У.Гоббса, Р.Зондера, Г.Штудле). В 30-х годах И.Г. Кузнецов расчленил Кавказ на подвижные блоки и указал на длительность существования разделяющих их разрывов, В.А. Николаев описал в 1933 г. "важнейшую структурную линию" Тянь-Шаня, а В.И. Попов – "дискорданогенные линии", выразившие ту же мысль о глубинных разломах (1938). Н.С. Шатский положил представления о крупных разломах в основу развития платформ и геосинклиналей (1936-1948). Учение о глубинных разломах в 40-х годах было обстоятельно разработано А.В. Пейве. Попытки классификации и систематизации глубинных разломов предпринимались рядом исследователей (А.В. Пейве, В.Е. Хаин, Ю.А. Косыгин). Металлогеническое значение глубинных разломов неоднократно подчеркивалось В.И. Смирновым, Е.А. Радкевич и др. Основные черты глубинных разломов: протяженность, глубина возникновения, долгоживучесть – делают их тектоническими элементами высокой пространственной устойчивости, что противоречит представлениям мобилизма.

Библиогр. 43 назв.

## УДК 550

История основных идей в изучении органогенных построек, Равикович А.И. "Геологическое образование и история геологии". М., "Наука", 1976 г., с. 60-72.

Образования, созданные организмами и известные в XIX в. под названием "риффы", как выяснилось благодаря работам Н.И. Андрусова, Е.Р.Ка-

мингса, Р.Шрока и других, оказались весьма разнообразными. Они содержат как простые (онкоиды, биостромы, биогермы), так и сложные формы (собственно рифы). В связи с эти советские исследователи предложили объединить их под общим названием "органогенные постройки". Процесс возникновения органогенных построек – явление планетарного масштаба, начавшееся с протерозоя, но особенно интенсивно распространившееся в рифеи и фанерозое. В течение фанерозоя центры образования органогенных построек смешались, что было связано с изменением структурного плана земной коры и перемещением климатических зон. Морфология и экология органогенных построек определяются главным образом строением каркаса. Ведущими каркасными организмами в геологическом прошлом (как и в настоящее время) были известкововыделяющие водоросли (синезеленые, зеленые, красные) и *Anthozoa*, содержащие в своих клетках водоросли-симбионты.

Библиогр. 25 назв.

УДК 373 + 378

Геология в средней школе и геологическая подготовка учителей биологии, химии и географии в педагогических институтах СССР. Добровольский В.В. "Геологическое образование и история геологии". М., "Наука", 1976 г., с. 72-79.

В школах СССР преподавание геологических сведений начинается с III класса на уроках природоведения, затем продолжается на уроках географии (V-VII классы), ботаники (V-VI), зоологии (VI-VII), химии (VII-IX) и общей биологии (X класс). Подготовка преподавателей средней школы осуществляется преимущественно в педагогических институтах. При подготовке учителей биологии, химии и географии геология является обязательной дисциплиной. Для каждой специальности разработаны оригинальные курсы геологии, различающиеся соотношением разделов и длительностью учебного времени.

Библиогр. 2 назв.

УДК 378

Преподавание геологии в педагогических институтах Украинской и Белорусской ССР. Войлошников В.Д., Гурский Б.Н. "Геологическое образование и история геологии". М., "Наука", 1976 г., с. 79-85.

В педагогических институтах Украинской и Белорусской ССР геология наиболее обстоятельно изучается на географо-биологических отделениях и факультетах. На лекциях излагаются фундаментальные проблемы наук геологического цикла. На лабораторных занятиях студенты знакомятся с методами минералогии, петрографии, фацеального анализа, структурной геологии. Во время полевых практик студенты посещают районы с интересным геологическим строением: Крым, Донецкий бассейн, Карпаты и др. Создан учебник по геологии для педагогических институтов Белоруссии, ведется работа по составлению аналогичного учебника для институтов УССР.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
И ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИИ

Утверждено к печати  
Национальным Комитетом геологов  
Советского Союза

Редактор Г. П. Хомизури

Редактор издательства А. В. Колп

Художественный редактор В. А. Чернецов

Технический редактор Г. В. Лазарева

---

---

Подписано к печати 22/1 - 76 г. Т - 03418  
Усл. печ. л. 5,8. Уч.-изд. л. 6,6  
Формат 60 x 90 1/16. Бумага офсетная № 1  
Тираж 1250 экз. Тип. зак. 587  
Цена 66 коп.

Книга издана офсетным способом

Издательство "Наука", 103717 ГСП, Москва, К-62,  
Подсосенский пер., 21  
Московская типография № 9 Союзполиграфпрома  
Москва, Волочаевская ул., 40

66 коп.

1485