

## Образование и подготовка специалистов

## Geoscience education in the United States

## Геонаучное образование в Соединенных Штатах

Д-р Julie Libarkin<sup>1</sup> – исследователь в отделе геологии на факультете естественнонаучного и математического образования в Мичиганском университете, США, которая изучает изменяющуюся и потенциально важную область геонаучного образования, направленную на понимание процессов, задействованных в изучении геонаук как студентами, так и преподавателями. В первой из двух статей она расскажет о ситуации в Соединенных Штатах, которая, вероятно, напомнит сложившуюся в большинстве западноевропейских высших образовательных учреждений, заключив, что для дальнейшего развития геонаучного образования требуется принятие его в качестве геопознания или геологического познания.

Национальная Академия Наук США недавно опубликовала *Rising Above the Gathering Storm* (COSEPUP, 2006), отчет комитета, созданного для изучения шагов, которые правительство Соединенных Штатов может предпринять для улучшения науки и технологии. Комитет был создан в ответ на очевидную нехватку специалистов в областях STEM (наука, технология, инженерное дело, математика), которые могли бы поддерживать позицию США в глобальной экономике. Отчет указывает на то, что проблема должна решиться с помощью увеличения числа студентов, получающих диплом бакалавра в одной из областей STEM, и предлагает сфокусировать усилия по улучшению STEM-образования на подготовке и повышении квалификации преподавателей.

Этот отчет, как и многие другие, принимает как данность то, что STEM-факультеты в университетах обладают возможностью эффективно подготавливать исследователей и учителей категории K-12 (начальной и средней школы). Тем временем, исследование геонаучного образования показывает, что мы недостаточно знаем о том, как люди воспринимают окружающий мир, как изменяется их мышление в процессе обучения, и как лучше обучать геологическим наукам учеников, принадлежащих к различным социальным и этническим классам. Попытки улучшить геонаучное образование на всех уровнях привели в его высокой прозрачности для геонаучного сообщества США, включающей в себя как традиционных геологов, так и тех, кто занимается изучением проблем образования.

Программы геонаучного образования в США поддерживаются на многих уровнях. Программы, преподаваемые в педагогических колледжах, обычно фокусируются на подготовке преподавателей K-12. Из четырех основных наук науки о Земле являются наименее «популярными»: так, более 78% учеников в школе изучают эти предметы под руководством учителей без лицензии или учителей, не изучавших этот предмет профессионально (McMillen et al., 2003). В геологии и сопряженных областях образовательные программы обычно фокусируются на курсах университетского уровня, в основном вступительных

курсах для студентов, изучающих другие дисциплины.

Концепция геонаучного образования на факультетах геологии значительно изменилась за последние несколько лет. Термин 'геонаучное образование' подразумевает широкий спектр отраслей деятельности, от развития образовательных программ университетского уровня и K-12, до исследования образа мышления студентов и экспертов. Это все поддерживается различными фондами, такими как Национальный Научный Фонд (NSF), хотя большинство финансирования отходит первым двум областям деятельности. Хотя отдельные исследователи в США занимались изучением геонаучного образования в течение десятилетий, оно лишь недавно укрепилось в американском геонаучном сообществе в качестве самостоятельной дисциплины.

Большинство преподавателей геонаук в Соединенных Штатах изначально являются учеными, и, как правило, уже зарекомендовали себя в качестве экспертов в какой-либо традиционной научной области. Обычно они фокусируются на образовательных стандартах и школьной подготовке более, чем на исследованиях. В последнее время некоторые университеты начали найм преподавателей по специальности «Геонаучное образование», как правило, на ассистентском уровне (без звания профессора и постоянной ставки). К этим преподавателям предъявляются такие же требования, что и к преподавателям геологии, включая научную работу – но в их случае, научная работа должна вестись в области геонаучного образования. Причины, повлекшие за собой создание этих мест, пока неясны, хотя роль может играть увеличившееся финансирование методических программ или растущее внимание к реформе школ, стандартизованного тестирования и стандартов научного образования. На данный момент не менее девяти человек были наняты на должности, где от них требуется вести исследования геонаучного образования, и в момент написания статьи еще три геологических факультета искали людей на подобную должность. Их роль неминусом будет изменяться с ростом количества людей, нанятых для исследования геонаучного образования и налаживанием

<sup>1</sup> libarkin@msu.edu.

\* Эта статья впервые появилась в *Planet* (том 17), изданным центром Географии и Наук о Земле и Окружающей Среде (GEES) Плимутского университета, одним из 24 тематических центров, составляющих Британскую Академию Высшего Образования, занимающуюся развитием образовательных и преподавательских стандартов в высшем образовании.

## Образование и подготовка специалистов

связей между ними. На данный момент, два факультета магистерского уровня предлагают степень магистра в сфере исследования геонаучного образования, и не менее трех факультетов, дающих степень доктора (PhD) развивают исследовательские программы в этой области.

Национальная Академия Наук Соединенных Штатов (NAS) недавно провела семинар об исследованиях систем образования в методических отделениях ([http://www7.nationalacademies.org/CFE/STEM\\_Disciplines\\_Agenda.html](http://www7.nationalacademies.org/CFE/STEM_Disciplines_Agenda.html)). Ученые и инженеры, представляющие STEM-дисциплины (наука, технология, инженерное дело, математика), были приглашены для обсуждения роли и потенциала образовательных должностей, существующих внутри STEM-факультетов. Перед встречей приглашенных попросили оценить роль и функции людей, занимающих подобные должности в их области специализации. Осенью 2005 г. восемь человек, занимающихся проблемами геонаучного образования, ответили на вопросы об их опыте работы и о том, как они видят свои обязанности (Libarkin, 2005).

Специалисты в области геонаучного образования – относительно новое явление; все преподаватели в этой должности были наняты в течение последних семи лет, и во время проведения семинара NAS лишь один заключил бессрочный контракт с университетом. Большинство вузов, создавших подобные должности, являются педагогическими колледжами либо пытаются развивать исследовательскую деятельность: лишь один уже является исследовательским университетом. Образовательный уровень трех мужчин и пяти женщин, нанятых на эти должности, был удивительно схож: семеро обладали докторской степенью (PhD) в геологии и вели исследования в традиционных областях науки, у одного была магистерская степень (MS) в геологии и докторская – в сфере научного образования. Двое также обладали лицензией на преподавание в школе; у одного за плечами было несколько лет преподавания в средней школе. Хотя эти должности требовали исследования геонаучного образования, лишь двое ранее вели научную работу в этой области: человек с докторской степенью в сфере образования и еще один, посвятивший три года научному образованию после получения степени. Это означает, что остальные были вынуждены ориентироваться в новой для них области уже после получения работы, что затрудняло процесс заключения бессрочного контракта и выставляло их в невыгодном свете по сравнению с другими специалистами на факультете. Время, отводимое на заключение контракта – от пяти до семи лет – не включает в себя время на изучение новой сферы деятельности; учебная нагрузка также не уменьшается для преподавателей, нанятых для ведения исследований в незнакомой области.

Расхождение между квалификацией преподавателей и тем, что от них требовалось, привело к расколу внутри этого маленького сообщества. Мнения этих людей о роли геонаучного образования сильно различались, как, впрочем, и в геологическом сообществе. Некоторые преподаватели считали, что геонаучное образование – область, изучающая фундаментальные вопросы об образе мышления и сравнение методик. Двое даже заявили о необходимости укрепления этой научной области. Другие, тем временем,

чувствовали, что роль специалиста в сфере геонаучного образования – развитие эффективных методик с помощью семинаров и встреч преподавателей. Они считали, что геологическое сообщество должно принять новые образовательные стратегии, такие как опросы и совместная работа. Различные мнения исследователей геонаучного образования отразилось и в их совместных обсуждениях вопроса. Например, один сожалел о том, что «почти все доклады на профессиональных встречах по своей природе относятся к педагогике... и большинство статей, которые видят традиционные геологи, не подкреплены исследованиями». Такую точку зрения поддержал другой преподаватель, сказав, что «многие традиционные геологи не осознают, что геонаучное образование (и научное образование вообще) – отдельное и крупное поле для исследований». Другой преподаватель заметил: «я считаю, что геонаучное образование (и научное образование вообще) должно ставить целью внедрение преподавательских методов, эффективность которых была доказана ранними исследованиями». Отчеты, подготовленные для семинара NAS исследователями в других областях STEM, показывают, что такое расхождение во мнениях в той же мере характерно для прочих STEM-дисциплин. Как правило, среди STEM-факультеты растет интерес в исследовании образования, несмотря на то, что его роль остается неясной.

Различные мнения преподавателей в сфере геонаучного образования, как и их различные образовательные уровни, подсказывает несколько вопросов, которые должно задать себе сообщество исследователей геонаучного образования. Более того, и для отдельных преподавателей, и для отделов, заинтересованных в геонаучном образовании, было бы чрезвычайно полезно обменяться опытом с иностранными и международными организациями, имеющими опыт в данной или смежных областях. Я считаю, что тремя главными вопросами для обсуждения должны быть: 1) Что есть геонаучное образование? 2) Какую роль должны играть специалисты в сфере геонаучного образования в высших учебных заведениях? и 3) Может ли геонаучное образование стать отдельной суб-дисциплиной внутри геологии?

### Что есть геонаучное образование?

Как было отмечено ранее, специалисты в области геонаучного образования в США в первую очередь занимаются образовательными программами и связями с общественностью. Это очень активное сообщество, что подтверждает большое количество участников на ежегодных съездах Американского Геологического Сообщества (GSA). Специальные сессии на этом съезде покрывали самые различные темы (Таблица 1), фокусируясь как на конкретных группах – например, учителях, так и на когнитивных умениях, таких, как концепции и визуализация. В Таблице 1 сведены вместе основные вопросы, которые волнуют экспертов в этих областях. Некоторые примеры, тем не менее, недостаточно хорошо определены, и как специалисты в области геонаучного образования, так и люди извне обладают различными мнениями о том, что такое геонаучное образование и какую оно должно играть роль в развитии геонаук.

## Образование и подготовка специалистов

| ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ  | Актуальные вопросы и ресурсы   |
|---|--|
| <i>Подготовка учителей и повышение квалификации практикующих преподавателей</i> | Что геологи могут взять из программ подготовки учителей в других дисциплинах? Насколько мнения и опыт учителей влияет на концепцию геонауки? Какое влияние на школьное образование имеет научная работа, проводимая учителями? ■ Публикация NAS США о роли, которую исследователи играют в подготовке учителей (CBTIP, 1996)   |
| <i>Студенты, изучающие другие дисциплины</i>                                    | Эффективно ли преподавание? В чем цель курса геологии для студентов других факультетов (изменение образа мысли, картины мира, и т.п)? Как можно заинтересовать студентов в изучении геологии?  |
| <i>Студенты на факультетах геологии</i>   | Эффективно ли преподавание? В чем цели предметов, изучаемых студентами? Какими умениями и знаниями должны обладать выпускники?   |
| <i>Аспирантура и повышение квалификации профессоров</i>                         | Эффективно ли преподавание? В чем цели предметов, изучаемых аспирантами? Соответствует ли программа обучения требованиям работодателей? Как можно сбалансировать исследовательские программы с преподаванием и/или изучением образования?  |
| ШКОЛЬНОЕ И НЕФОРМАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ   | Актуальные вопросы и ресурсы   |
| <i>Концептуальное обучение/картина мира</i>                                     | Какие идеи приносят в класс ученики и взрослые, что они выносят? Откуда появляются идеи? Как знания, полученные в школе и вне ее влияют на идеи и картину мира? ■ Сентябрьский выпуск <i>Journal of Geoscience Education</i> (2005), посвященный концепциям. ■ Описание геонаучных концепций ( <a href="http://newton.bhsu.edu/eps/gci.html">http://newton.bhsu.edu/eps/gci.html</a> ) |
| <i>Математические знания</i>  | Какой уровень математического развития необходим для понимания геологических феноменов? На каком уровне обычно находятся студенты и ученики? Насколько эффективно обучение математике в геонауках? Какими возможностями визуализации обладает география и геонауки? ■ Сентябрьский выпуск <i>Journal of Geoscience Education</i> (2000), посвященный математическим знаниям.           |
| <i>Полевые исследования</i>   | Насколько эффективно обучение полевым знаниям и умениям? Как участие в геонаучных исследованиях меняет понимание геологии? ■ Burnely и др. (2002) обсуждают эффект исследований на восприятии  |
| <i>Пространственное воображение и восприятие времени</i>                        | Как связано восприятие пространства и времени? Что студенты знают об относительном и абсолютном времени? Как обучать их сложным концепциям, связанным со временем? ■ Январский выпуск <i>Journal of Geoscience Education</i> (2006), посвященный геологическому времени.   |
| <i>Эксперты и новички</i>   | Как эксперты «видят» ландшафт? На что похожи геонаучные модели экспертов? Как новичок в геонауках становится экспертом?  |
| <i>Этнокультурные и социальные различия</i>                                     | Различается ли концептуальное понимание геологии для людей разной половой или этнической принадлежности? Существует ли «стеклянный потолок»? Как различные культуры объясняют геологические процессы?  |

## Образование и подготовка специалистов

### Роль специалистов по геонаучному образованию

Создание новых должностей по изучению геонаучного образования в США – относительно новый феномен, хотя некоторые геологи давно занимаются изучением геонаучного образования. Становление геонаучного образования в качестве самостоятельной области исследования открыло новые горизонты, но и принесло с собой новые проблемы. Так, все еще неясно, как оценивать работу этих специалистов при заключении долгосрочного контракта, и смогут ли коллеги оценивать их по достоинству. Один из геонаучных специалистов написал в опроснике для семинара NAS об исследованиях систем образования в методических отделениях: «хотя я неоднократно писал и говорил о сходстве между исследованием научного образования и традиционной геологической научной работой, мне все еще нахожу трудным убедить традиционных геологов в том, что исследование образования является серьезным занятием. Так, недавно я выступал на собрании факультета и мой старый друг по аспирантуре был очень удивлен моим докладом. Он ожидал услышать методические рекомендации и советы, что ему делать в классе, и все качественные и количественные данные, которые я представил в поддержку моего тезиса, вгоняли его в тоску. Некоторые его коллеги были более заинтересованы в докладе, но я остался под впечатлением, что истории из моей собственной практики понравились бы им куда больше, чем моя научная работа. Тем временем, я не могу представить себе, чтобы у минералога спрашивали о его коллекции камней вместо его исследований!» Этот рассказ иллюстрирует кризис самосознания, который возникает в области геонаучного образования. Должны ли специалисты по геонаучному образованию работать над тем, чтобы улучшать образовательный процесс на всех уровнях, вместо того, чтобы пытаться ответить на фундаментальные вопросы, касающиеся когнитивных процессов и образа мышления? Эти две области не являются взаимоисключающими, но сообществу исследователей геонаучного образования нужно определиться, как нам использовать наши ограниченные возможности и ресурсы, и как позиционировать себя для всего геологического сообщества.

Как показал семинар NAS, очень немногие люди, приглашенные на должность преподавателя геонаучного образования, проходят формальное обучение в области методологии исследования научного образования и смежных областях. Как следствие, они часто вынуждены обучаться исследованию образования одновременно с преподавательской деятельностью. Отсутствие подготовки может быть причиной раскола в их видении исследования геонаучного образования; в этом случае ситуации может помочь дополнительное обучение. Хотя сообщество исследователей геонаучного образования уже владеет некоторыми результатами исследования геологического мышления, лишь небольшая часть этой работы опубликована в журналах – например, *Journal of Geoscience Education*, которые обычно следуют стандартным методологиям, легко узнаваемым экспертами в смежных областях (образование, психология). Ясно, что система геонаучного образования Соединенных Штатов находится в критической фазе. С

появлением докторских программ, специализирующихся на геонаучном образовании (пока лишь в Мичиганском, Аризонском университетах и университете Purdue) у студентов будет возможность получать опыт научной деятельности в сфере образования. Следующее поколение специалистов в геонаучном образовании может выглядеть совершенно отлично от тех, кто занимает эти позиции сегодня. Новая парадигма должна и помочь принятию геонаучного образования как отдельной суб-дисциплины.

Так может ли геонаучное образование быть принято в качестве суб-дисциплины в геологии? «Наш опыт общения с преподавателями показал, что большинство чрезвычайно заинтересовано в своем предмете, большинство знает, приводит ли их преподавание к обучению и большинство знает, когда студенты не заинтересованы в их предмете» пишут Macdonald и др. (2005, стр. 252). Эта цитата демонстрирует общепринятое в США мнение, что преподавательский опыт напрямую связан со способностью видеть, учатся ли студенты. Тем временем, исследование широкого спектра дисциплин, включая геологию (напр., Libarkin и Anderson, 2005), показывает, что преподаватели зачастую не подозревают о связи между преподаванием и обучением. Понимание когнитивных процессов, связанных с обучением – сложное занятие, которое может быть упрощено учетом работы, проделанной в смежных областях.

Я считаю, что исследование геологического мышления должно следовать установленным теориям и методологии, взятой их психологии и научного образования. Более того, геонаучное образование должно доказать свою «серьезность», используя исследовательские парадигмы, принятые во всех STEM-областях. Во-первых, сообщество специалистов по геонаучному образованию должно согласиться на том, какие методы должны быть использованы при научной работе. Исследования должны начинаться с постановки вопроса (фундаментального либо методического), и исследовательские методы должны отражать этот вопрос. Как исследователи, мы обязаны пытаться предоставить объективный ответ, вместо того, чтобы, например, пытаться доказать эффективность новой реформы системы образования. Как ученые, мы обязаны внимательно относиться к вопросам обоснованности и достоверности исследований, и опираться на существующие критерии сбора и анализа качественных и количественных данных (напр., Lincoln и Gubba, 1985; Maxwell, 2005; Patton, 1990; Trochim, 2006). Мы также должны прийти к согласию касательно исследовательских методов и теоретической основе нашей работы; до сих пор неясно, сможет ли наше сообщество прийти ко всеобщему согласию в этом отношении, и как будут определены границы области изучения геонаучного образования.

Еще мне интересно, не мешает ли термин «геонаучное образование» правильному восприятию этой дисциплины. Образование, по определению [www.dictionary.com](http://www.dictionary.com) – «процесс получения или передачи определенных знаний или умений». Термин «геонаучное образование» вызывает картину обучения геонаукам, а «специалист по геонаучному образованию» – кого-то, кто занимается преподаванием геонаучных дисциплин. Тогда под это определение

подходит любой геолог, занимающийся преподавательской деятельностью (в формальной или неформальной обстановке). Добавление слова «исследование» не изменяет сложившееся восприятие, что геонаучное образование не является исследовательской дисциплиной. Если принять как данность тот факт, что специалисты по геонаучному образованию изучают то, как люди воспринимают Землю (фундаментально или в ответ на обучение), то нам может быть целесообразнее принять имя, которое более аккуратно отражает дисциплину. Термин «познание» относится к «мысленному процессу постижения знаний, включая такие аспекты, как осознание, восприятие, ощущение, размышление, и оценка» (Словарь Американского Наследия), и таким образом включает в себя широкий спектр концептуальных, культурных, и гносеологических вопросов, которые задают исследователи геонаучного образования. Термины «геопознание» и «геологическое познание» эффективно смешивают сферы геонауки и познания. Я предлагаю специалистам в области геонаучного образования поразмышлять над тем, не сможет ли смена названия нашей дисциплины изменить то, как она воспринимается традиционными геологами.

#### Ссылки

- Burnley, P.C., Evans, W., and Jarrett, O.S. [2002] A comparison of approaches and instruments for evaluating a geological sciences research experiences programs. *Journal of Geoscience Education*, 50, 1, 15-24.
- CBTIP, Committee on Biology Teacher Inservice Programs [1996] *The role of scientists in the professional development of science teachers*. National Academies Press, Washington, DC, 256.
- COSEPUP, Committee on Science, Engineering and Public Policy [2006] *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*. National Academies Press, Washington, DC. 524 pp.
- Libarkin, J.C. [2005] Geoscience Educators in Geology Departments; Expectations and Experiences. *NAS Workshop on Education Research in STEM Disciplinary Departments*, Lincoln, Y.S. and Guba, E.G. [1985] *Naturalistic Inquiry*: Sage Publishing, Beverly Hills, 416 pp.
- Macdonald, R. H., Manduca, C A., Mogk, D. W., and Tewksbury, B. J. [2005] Teaching methods in undergraduate geoscience courses: Results of the 2004 on the cutting edge survey of US Faculty. *Journal of Geoscience Education*, 53, 3, 215-219.
- Maxwell, J.A. [2005] *Qualitative research design: An interactive approach* (2nd ed.). SagePublications, Thousand Oaks, C A.
- McMillen, M., Seastrom, K.J. Gruber, R.H., McGrath, D.J., and Cohen, B.A. [2003] Qualifications of the Public School Teacher Workforce: Prevalence of Out-of-Field Teaching 1987-88 to 1999-2000. *Education Statistics Quarterly*, 4, 3.
- Patton, M.Q. [1990] *Qualitative evaluation and research methods*. Sage, Newbury Park, 523 pp.
- Trochim, W. M. [2006] *The Research Methods Knowledge Base*, 2nd Edition. Internet WWW page, at <http://trochim.human.cornell.edu/kb/index.htm> (version current as of 20 October, 2006).