

## ГЕОЛОГИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ИСКУССТВА И НАУКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ



Геологическое образование инженеров строителей традиционно считается неотъемлемой частью их профессиональной подготовки. Однако содержание и форма этого образования последние двадцать лет испытывают постепенную деградацию при полном равнодушии как общественности, так и правительственных кругов. Формально в строительных вузах регулярно проходит проверка остаточных геологических знаний студентов строительных специальностей по обширному перечню весьма странных вопросов, очень далёких от действительных потребностей специалиста в области современного строительства. С этими вопросами с большим трудом справляются сами преподаватели геологического цикла, а количество студентов, ответивших самостоятельно на основной перечень вопросов, едва ли превышает 20%.

Автор пытается разобраться в сложившейся ситуации и наметить план действий по выходу из сложившегося положения.

**Михаил Захаров**

Профессор кафедры геотехники Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета

[zhmike@mail.ru](mailto:zhmike@mail.ru)

Общеизвестно, что учебные курсы высшего инженерного образования можно разделить на три вида. Первый имеет чисто ознакомительный характер, второй направлен на формирования аксиоматических знаний теоретического характера, а третий должен

сформировать практические знания на уровне умений. Сбалансированные учебные программы по отдельным специальностям должны содержать все три направления, но практические умения можно сформировать только в ходе самостоятельной работы и практики при достаточном количестве учебного времени.

Например, в Санкт-Петербургском Государственном архитектурно-строительном Университете все геологические знания для бакалавриата основной специальности «Гражданское и промышленное строительство» в настоящее время сосредоточены в единственном курсе «Инженерная геология» объёмом 17 часов лекционных и 17 часов практических (лабораторных) занятий. В таком объёме этот курс по своей сути бессистемен и анархичен. И самое главное – в программе курса игнорируется тот факт, что инженерная геология – самый молодой раздел геологических знаний со своим весьма специфическим методологическим арсеналом, это лишь верхушка всей пирамиды геологических знаний, которые сами по себе имеют мировоззренческое значение для любого культурного человека в современном социуме. Студентов 2-го курса, у которых начатки природоведческих и географических школьных знаний либо размыты, либо вообще утрачены, предлагается сразу погрузить в область весьма специфических проблем взаимодействия зданий и сооружений с Геологической средой.

Магистратура строительных специальностей вообще не предусматривает углубление и развитие геологических знаний, здесь всё зависит от самого магистранта и его руководителя.

В указанных программных и временных рамках каждому преподавателю приходится самому решать, каким образом строить лекционный курс и на чём сосредоточить внимание обучающихся. Дефицит времени заставляет преподавателей опускать рассмотрение методологических основ инженерно-геологического знания и его неразрывной связи с фундаментальными геологическими курсами, такими как кристаллография, минералогия, петрография, структурная геология, историческая геология, геоморфология, четвертичная геология и т.д., всего того, что помогает строить научное объяснение и извлекать из него практические следствия. Если эти разделы и упоминаются в ходе занятий, то они ложатся на полностью неподготовленную почву, засушенную техническими идеологемами. В ходе такого обучения закладывается основное противоречие – разрыв связи рациональных технических решений с природной геологической обстановкой, неумение выполнить необходимый для каждого строительного объекта геологический анализ ситуации. Строители не умеют в полной мере использовать результаты инженерных изысканий, наивно полагая, что любую техническую задачу можно решить на базе только современных строительных технологий и конструкций при наличии достаточного финансирования.

Не лишним будет напомнить, какое значение придавали геологическим знаниям корифеи фундаментостроения. В статье Р.В. Пека «Искусство и наука оснований сооружений», появившейся в журнале «Геотехника» в 1961 году и переведённой на русский язык в 1964, признавались три основания для успешной работы в области оснований сооружений:

***обобщение и использование опыта строительства, знание механики грунтов и практической геологии.*** Из анализа этих трёх составляющих Р.В. Пек делал правомерный вывод о том, что в указанной области человеческой деятельности невозможно провести чёткой грани между наукой и искусством. Уже в то время Р.В. Пека тревожило отсутствие понимания инженерами-строителями творческого начала своей профессии, неоправданное

увлечение механическими формальными решениями, за которыми на видно природы явлений.

«Однако, если обучение всему комплексу необходимых знаний подменяется изучением лишь механики грунтов, уровень подготовки инженера следует считать очень низким» [1, с. 399].

Это замечание Р.В. Пека о практическом знании геологии надо принимать с определённой осторожностью, поскольку в геологии практические выводы и рекомендации вообще невозможны вне рамок обсуждения и принятия определённых теоретических моделей. Поэтому строители должны иметь достаточно полное представление о тех теоретических посылках, которые скрываются за простейшими схемами геологического строения строительных площадок или таблицами с характеристиками свойств грунтов.

В отечественной практике, как в советское время, так и в постсоветский период, указанный перекоп в образовании строителей получил вообще гипертрофированное звучание в связи с жёстким нормированием строительного процесса во всех его частях. Если говорить обобщённо, то практическое знание геологии, о котором было упомянуто выше, свелось к знаниям строителями примитивных геологических разрезов и нескольких нормативных таблиц показателей свойств грунтов, в лучшем случае привязанных к региональным нормативным документам, как, например, для Петербурга ТСН 50-302-96 (2004).

Зашоренность строителей нормативными представлениями о строении и свойствах геологической среды вполне понятна и вытекает, в первую очередь, из ущербности базового образования. За пределами нормативных документов лежит просто неизвестная область, которая пугает любого специалиста, связанного с необходимостью принятия ответственных решений по фундаментостроению. Чтобы реализовать расширение геологического кругозора, надо на вузовском уровне закладывать умение аналитически осмысливать сложные природные явления, умение отходить от нормативных решений и не прикрываться ими в практической работе. Нельзя допускать, чтобы упомянутые нормативные таблицы и геологические разрезы были основным практическим геологическим багажом, который молодой специалист вынес из вуза. А пока весь образовательный геологический процесс для строителей загоняется в прокрустово ложе нормативных требований строительных стандартов ГОСТ 25100-95 (2011), СП 11-105-97 (2011) и СНиП 2.02.03-85\* (2011). Все они пересматривались и обновлялись в 2011 году, хотя до принципиального улучшения этих документов ещё далеко. Эти нормативные документы не только морально устарели и не соответствуют современному уровню достижений в инженерной геологии и геотехнике, но и содержат грубейшие ошибки, перекопывающие из издания в издание на протяжении десятилетий. Надо ли говорить, что такой подход на вузовском уровне рождает простой житейский императив:

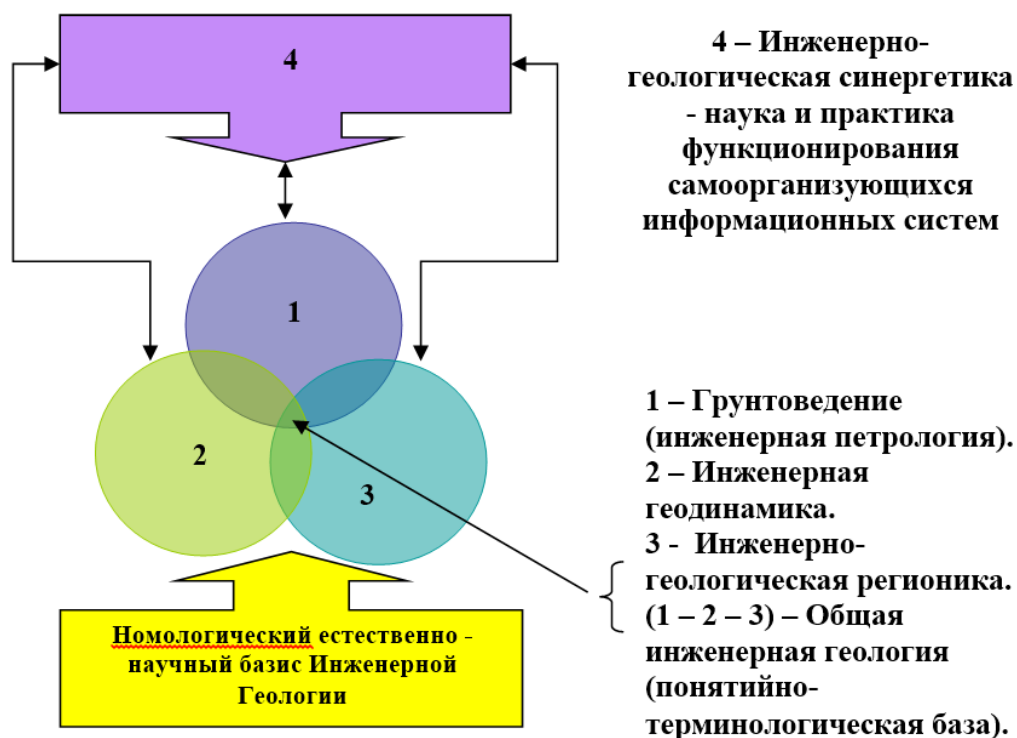
«инженерные изыскания надо делать в минимальном объёме, и всё равно... грунты непредсказуемы!». Конечно, старые опытные специалисты, ныне часто называющие себя геотехниками, самостоятельно в ходе практической работы расширяют свой геологический кругозор, но и над ними довлеет всеобщая приверженность к нормативным решениям. На фоне всеобщего усложнения всех форм строительства количество просчётов и аварий в фундаментостроении неминуемо растёт, поскольку формальными решениями подменяется весь комплекс мастерства и необходимых знаний в области строительства и оснований сооружений. Следует подчеркнуть, что такая позиция геологических знаний в строительном процессе неминуемо ведёт к деградации и самих инженер-геологов. Давно пора вывести нормативы в области изысканий из-под диктата строительства на том

основании, что проблема безопасности зданий и сооружений совершенно по-разному должна рассматриваться с позиций проектировщиков и строителей и с позиции изыскателей. Для первых любое конструктивное решение или вид работ напрямую связаны с безопасностью строительного объекта, для вторых – безопасность определяется именно качеством информации, получаемой в результате всего процесса изысканий (Захаров, 2011).

Можно ли только в рамках курса инженерной геологии реализовать углубление геологического образования строителей? В объёме тех учебных часов, которые сейчас отводятся на данный учебный курс, однозначно нет. Сегодняшний курс инженерной геологии для строительных специальностей – это скорее профанация геологического образования. Либо надо дополнять его факультативными курсами, либо расширять как минимум вдвое. Само геологическое образование строителей следует строить в рамках курса не просто «Инженерной геологии», а «Геологии, инженерной геологии и гидрогеологии», поскольку подземные воды зачастую определяют основные проблемы строительства.

В любом случае в начале курса необходимо ознакомить студентов строительных специальностей со структурой инженерно-геологического знания, с основными разделами инженерной геологии и тем научным и практическим багажом, который сейчас сосредоточен в этих разделах (рис. 1).

Каждый из трёх основных разделов инженерной геологии представляет собой развёрнутое учение об определённой стороне Геологической среды. Именно Геологической среды жизнедеятельности человека (в том числе строительной деятельности), а не земной коры или земных недр, что справедливо лишь в задачах поиска, разведки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых.



**Рис. 1.** Структура инженерно-геологического знания

**Грунтоведение** – это учение о формировании состава и свойств грунтов; **инженерная геодинамика** – учение о механизмах геологических процессов и способах управления ими; **инженерно-геологическая региони́ка** разрабатывает пространственно-временные аспекты строения, формирования и изменений Геологической среды. Все разделы инженерной геологии объединены общей методологической базой, включающей в себя **историко-генетический подход, системно-структурный подход и многоаспектное моделирование** отдельных объектов, процессов, территорий. Для каждого из перечисленных разделов можно привести определённые достижения и разработки, позволяющие рассматривать инженерно-геологическое изучение как новый срез геологической действительности, затрагивающий техногенные и природные составляющие.

В приведённой структуре, помимо основных естественно-научных разделов и их стыковых областей, необходимо обратить внимание на **инженерно-геологическую синергетику**, в рамках которой должны формироваться общие правила построения и оптимизации процесса инженерных изысканий с точки зрения требований со стороны различных видов строительства, применения соответствующей техники, приборов и методик, правил взаимодействия с другими участниками строительного процесса, соблюдения критериев надёжности, точности и своевременности инженерно-геологической информации. После рассмотрения самой структуры инженерно-геологического знания можно переходить к практическим наработкам инженерной геологии, опирающимся на определённые теоретические положения. Невозможно говорить о породах, не показывая современные возможности изучения и представления строения минерального вещества. Невозможно построить научно обоснованную классификацию гранулометрических фракций без обращения к закону Стокса и механизмам переноса, накопления и сортировки обломочного материала. Неправомочным будет применение нормативной классификации грунтов, если нарушены общепринятые правила логики построения классификаций, как это демонстрирует ГОСТ 25100. Таких проблемных вопросов в недрах самой инженерной геологии накопилось достаточно много, но их дальнейшая разработка сдерживается именно нормативными подходами, которые их попросту игнорируют или предлагают паллиативные решения.

Очень важно сформировать у специалиста строителя чёткие представления о структуре геологического пространства, а для этого следует показать реальные структурно-тектонические формы геологических тел, от чего зависят планировочные решения и компоновка сооружений. Ущербным будет описание процесса формирования речных террас, если при этом нет наглядной демонстрации такого рода организации земной поверхности.

Особенно важна наглядность и визуализация информации в области инженерной геодинамики. Невозможно говорить о геологических процессах и явлениях с помощью мела и тряпки в руках преподавателя, тем более демонстрировать современные технологии управления свойствами грунтов, минимизации ущерба от геологических процессов. Инженерно-геологическая региони́ка – это не просто текстовое и картографическое описание территорий, а расширение предметной области региональных исследований, которые должны быть основаны на комплексном анализе экономических, социальных и экологических аспектов в характеристике, оценке и использовании геологической среды. В этой области громадную роль играют компьютерные графические технологии, позволяющие самым наглядным образом представить инженерно-геологическую

структуру любой территории, охваченной строительным проектом. Конечно, применение исследователями всё более сложных графических технологий для обработки фактических данных должно сопровождаться их пониманием и контролем со стороны инженеров строителей.

А если в учебном заведении нет ни одной специализированной аудитории с возможностью донести до каждого студента (в том числе для потока в 50 – 100 человек) визуализированную и чётко структурированную информацию, то процесс обучения легко превратить в формальное ознакомление с фактами, которые принципиально не могут быть усвоены аудиторией на уровне знания или умения. Только в 2011 учебном году в СПб ГАСУ появилось сразу несколько специализированных аудиторий, где возможно полномасштабное применение современной видео- и аудиотехники для больших потоков студентов.

Вообще, применение информационных технологий в геологическом образовании требует особого разговора, ибо здесь скрыты значительные резервы для повышения контроля и качества образования. В частности, внедрение интерактивных программ лабораторных (практических) работ по инженерной геологии, когда от каждого студента потребуются умение решить определённую приборно-методическую задачу и получить конкретный результат, может, во-первых, сократить зависимость соответствующих кафедр от наличия большого количества реальных приборов (компрессионные, сдвижные приборы и т.п.), во-вторых, контроль и правильность выполнения работы осуществляются самим исполнителем в пошаговом режиме. Сама работа приобретает игровую привлекательность, что тоже должно учитываться в учебном процессе.

Таким образом, сегодня из неудовлетворительного положения с геологическим образованием студентов строителей можно сделать несколько выводов:

- необходимо системно перестраивать учебные программы и увеличивать число часов на курс «Геология, инженерная геология и гидрогеология» таким образом, чтобы достаточно полным образом раскрыть содержание основных разделов (не менее двух часов лекций и двух часов практических занятий в неделю);
- пересмотреть соотношение часов между практическими занятиями по механике грунтов и инженерной геологии, оставляя за последней лабораторные работы по определению показателей состава и физических свойств грунтов (гранулометрический состав, плотность, влажность и т.п.), соответственно изучение механических свойств сосредоточить в курсе механики грунтов;
- приступить к разработке интерактивных программ для выполнения лабораторных работ и расчётных задач (например, расчёт водопритоков в горные выработки);
- максимально насытить лекционный курс видеоматериалами по различным разделам;
- перейти к нормальной процедуре проверки знаний в виде устного или письменного экзамена по вопросам, охватывающим основные разделы курса;
- в составе учебных геологических дисциплин должны быть как ознакомительные геологические экскурсии, так и учебные практики по полевым методам исследования свойств грунтов на специально оборудованных полигонах;

Указанные направления должны быть в полной мере поддержаны организационными мероприятиями на уровне вуза: сокращением численности студентов в аудиторных потоках, организацией достаточно вместительных специализированных аудиторий,

притоком молодых преподавательских кадров, достойной оплатой нелёгкого преподавательского труда и т.п.

Указанные выше проблемы только усугубляются переходом на двухуровневую подготовку специалистов. Геологическое образование по направлению строительства в рамках специальности «Промышленное и гражданское строительство» переносится на 2-ой курс бакалавриата точно в таком же объёме, что и подготовка традиционного специалитета (34 часа), при этом в полном объёме сохраняется курсовая работа, но экзамен по курсу заменяется зачётом. На самостоятельную работу отводится 38 часов, из них 20 часов на подготовку курсовой работы «Оценка гидрогеологических условий площадки». При таком раскладе можно определённо прогнозировать дальнейшую деградацию геологического образования строителей и неизмеримо возрастающие трудности, как для преподавательского состава, так и для самих студентов. Бакалавры 2-го курса будут просто не готовы к освоению весьма специфического и нового для них направления, а вымирающее племя компетентных преподавателей в рамках предлагаемых программ не в состоянии организовать и контролировать учебный процесс эффективным образом. Как показал опыт Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета, в настоящее время студенты 3-го курса дневного отделения указанной специальности с громадным напряжением осваивают полный курс инженерной геологии. Из наличного состава учебного потока в 100 – 125 человек, обслуживаемого всего двумя-тремя преподавателями геологического профиля, своевременно заканчивают курс не более 50% студентов, а высокие оценки (хорошо и отлично) можно пересчитать по пальцам. Легко спрогнозировать, какие результаты будут получены в рамках бакалавриата. Последующая магистратура для ограниченного контингента учащихся не спасает положение, так как там основное внимание уделяется специальным строительным дисциплинам.

Следует признать правильным решение сохранить специалитет с 6-летним сроком обучения по направлению «Строительство уникальных зданий и сооружений». Однако дифференциация геологической подготовки по конкретным видам строительства более чем странная. Так, например, в учебном плане для специализации «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений» предусмотрено общее увеличение аудиторных занятий до 85 часов, из них 34 часа лекций, 34 практических занятий и 17 часов лабораторных занятий, сосредоточенных в 5-ом семестре в рамках двух дисциплин «Инженерная геология» и «Инженерно-геологическое обеспечение работ для строительства...». Общий объём самостоятельной работы студентов должен составить 131 час, в том числе предусмотрено выполнение курсовой работы по дисциплине «Инженерная геология». Такое наполнение инженерно-геологических дисциплин позволяет сформировать нормальный и достаточно напряжённый учебный курс, охватывающий все основные разделы Инженерной Геологии, включая разделы специальной инженерной геологии, посвящённые особенностям инженерных изысканий для различных сооружений, но при такой нагрузке логичным выглядел бы экзамен по курсу, а не зачёт, указанный в учебном плане.

На этом фоне совершенно абсурдным выглядит отсутствие в учебных планах других инженерных специализаций дисциплины «Инженерно-геологическое обеспечение работ по строительству...», что сразу создаёт существенную брешь в образовании специалистов, связанных со строительством таких уникальных сооружений, как объекты атомной энергетики, высотное строительство, гидротехническое строительство, подземное строительство и т.д. Для указанных строительных направлений вопросы инженерных

изысканий играют не меньшую, если не большую, роль, чем для строительства автомагистралей и аэродромов. Одного курса по «Инженерной геологии» в объёме 17 часов лекций, 17 часов практических занятий и 17 часов лабораторных занятий явно недостаточно, чтобы сформировать специалистов строителей высокого уровня, тонко чувствующих специфику своего направления строительства.

Создаётся впечатление, что в планировании геологического образования строителей правая рука не знает, что делает левая, при этом в самом строительном сообществе закладывается замедленная мина изначального социального неравенства специалистов. С одной стороны, будет создаваться племя недоучек – бакалавров, которым можно будет поручить разве что строительство ангаров и коровников, и то не всех видов, с другой, признаётся сложность и уникальность почти всех видов строительства и делается попытка создать прослойку инженеров высокой квалификации на базе 6-летней подготовки, хотя и здесь, как было показано выше, далеко до совершенства учебного процесса. Тем не менее, следует признать, что переход к 6-летнему инженерному образованию в строительстве был бы единственно правильным решением, отвечающим вызовам современности.

В рамках отдельно взятых учебных заведений, готовящих строителей высокой квалификации, следует более продуманно и целенаправленно решать вопрос о преемственности поколений, реализуя специальную подготовку опытными преподавательскими кадрами своих сменщиков из числа передовых студентов, магистров и аспирантов.

Из приведённого анализа можно сделать только один вывод: геологическая подготовка строителей в настоящее время не соответствует требованиям и вызовам времени, а действующие учебные программы наносят непоправимый ущерб качеству высшего образования и не позволяет готовить высококвалифицированные кадры строителей.

#### **Список литературы**

Пек Р.В. Искусство и наука оснований сооружений. Сб. Проблемы инженерной геологии. М.: изд. Мир, 1964