Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени Горного института том XXV, выпуск II, 1951 г.

Геолого-разведочное дело

ОБ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ИЗ ЕЕ ИСТОРИИ

Доц. *В. Д. Ломтадзе*

Центральный Комитет нашей партии и лично товарищ Сталин всегда уделяли и уделяют большое внимание идеологической подготовке и воспитанию кадров. Огромное значение приобретает эта работа сейчас, когда наша страна переживает знаменательный период перехода от социализма к коммунизму.

В соответствии с постановлением ЦК ВКП (б) о журналах «Звезда» и «Ленинград» перед советскими учеными была поставлена задача: пересмотреть пути развития отдельных отраслей науки, усилить борьбу с антинаучными течениями, преклонением перед зарубежной наукой и техникой и восстановить приоритет русской науки.

Верным средством борьбы с недостатками всякой работы является критика и самокритика. «Общепризнано, — указывает товарищ Сталин, — что никакая наука не может развиваться и преуспевать без борьбы мнений, без свободы критики» [1].

Это указание товарища Сталина имеет особое значение для инженерной геологии — самой молодой из геологических дисциплин, история развития которой насчитывает всего два десятка лет.

Естественно, что многие положения в инженерной геологии еще недостаточно разработаны и сформулированы, а некоторые совершенно неверны и ошибочны. Критическому рассмотрению некоторых из этих положений и посвящена настоящая статья.

* * *

Каждая научная дисциплина, если она является самостоятельной, имеет свой предмет и свои, отличающиеся от других наук, методы и задачи исследований.

Инженерная геология в 1937 г. была определена академиком Ф. П. Саваренским, как «отрасль геологии, трактующая вопросы приложения геологии к инженерно-строительному делу».

Действительно, инженерная геология привлекается к разрешению практических задач при возведении различных сооружений или осуществлении каких-либо мелиоративных работ, также связанных со строительством сооружений.

По роду своей службы сооружения могут пребывать в различных средах (земля, воздух, вода), однако они всегда в той или иной сте-

[1] И. Сталин. Марксизм и вопросы языкознания, Госполитиздат, 1950, стр. 31.

пени связаны с участками суши, поверхностными горизонтами земной коры, устойчивость и прочность которых определяет устойчивость самих сооружений и нормальные условия их эксплоатации.

Устойчивость этих строительных участков, в первую очередь, определяется их геологическим строением — геологическими условиями в широком смысле этого слова.

При строительстве сооружений часто приходится встречаться с геологическими условиями, неблагоприятными для строительства сооружений вследствие развития тех или иных физико-геологических явлений. Инженерная геология занимается оценкой этих условий, выбором участков для строительства с лучшими условиями и выбором направления мероприятий, обеспечивающих устойчивость сооружений и нормальные условия их эксплоатации. С другой стороны, возводимые сооружения могут оказывать влияние на изменение природных геологических условий. Поэтому инженерная геология занимается изучением не только существующих геологических явлений, но и тех явлений, возникновение и развитие которых возможно в результате возведения сооружений (просадки, оползни, суффозионные явления и др.). В этом случае инженерная геология должна давать прогноз изменений природных геологических условий, которые могут произойти после возведения сооружений, и определять направление мероприятий, обеспечивающих устойчивость и долговечность сооружений в указанных измененных условиях.

Таким образом, развивая определение акад. Ф. П. Саваренского, можно сказать, что инженерная геология есть наука, занимающаяся изучением геологических условий возведения различных сооружений, влияния этих сооружений на изменение природных геологических условий и выбором мероприятий, обеспечивающих устойчивость и нормальную эксплоатацию сооружений в соответствующей геологической обстановке.

Так, по существу, в настоящее время понимается предмет инженерной геологии большинством геологов советской школы.

Однако в свое время имелись и другие определения предмета инженерной геологии. Так, например, в 1936 г. проф. Г. Н. Каменский считал, что предметом инженерной геологии является «выяснение и изучение тех геологических явлений, которые могут возникнуть на месте возведения сооружений и которые могут оказать на сооружения и на условия производства работ по их строительству существенное влияние». Определяя, таким образом, инженерную геологию, как науку о геологических явлениях, проф. Г. Н. Каменский недостаточно полно и точно устанавливал ее предмет.

Решающим фактором, обусловливающим устойчивость сооружений и нормальные условия их эксплоатации, является геологическое строение мест возведения сооружений.

Геологическое строение, главным образом, определяет ход и характер развития геологических явлений. Поэтому не подчеркивать значения изучения геологического строения — значит неточно определять предмет инженерной геологии. Неполнота приведенной формулировки проф. Г. Н. Каменского состоит также и в том, что она не ставит ясно цели изучения геологических явлений. При оценке условий устойчивости сооружений недостаточно выявить значение тех или иных явлений, особенно важно определить направление мероприятий, обес-

печивающих устойчивость сооружений и нормальные условия их эксплоатации. Надо указать пути воздействия на природные геологические условия в нужном для человека направлении.

Несколько иное толкование инженерной геологии и ее предмета давал проф. Н. Н. Маслов. Он столкнулся с тем, что в механике грунтов горные породы рассматриваются как грунты в виде упрощенных двухфазных или трехфазных однородных моделей, что не позволяет во многих случаях оценить состояние и условия работы грунта в его естественном залегании. Механика грунтов, максимально упрощая природу горных пород, заменяя их схемами, приводит к идеализации процессов, протекающих в этих породах под воздействием сооружений и, следовательно, — к искаженным выводам. Поэтому проф. Н. Н. Маслов, являясь одним из передовых советских ученых, всей своей деятельностью способствовавший развитию инженерной геологии, пытался объединить механику грунтов с геологией и создать, таким образом, новую дисциплину, назвав ее термином «геотехника», некритически заимствованным у иностранных специалистов и из иностранной литературы. По этому поводу проф. И. В. Попов в 1936 г. указывал: «Н. Н. Маслов полагает, что, увязывая механику грунтов с геологией и гидрогеологией и учитывая производственные факторы, мы создаем новую науку. Нам кажется, что ничего нового, как некоторый ремонт и приспособление неудовлетворяющих строителей приемов механики грунтов и выводов ее, мы при этом не получим».

В 1941 г. проф. Н. Н. Маслов пишет учебное пособие под двойным названием «Инженерная геология» (Основы геотехники), отождествляя тем самым инженерную геологию и геотехнику. Однако один из выделенных в этом руководстве постулатов гласит: «Инженерная геология призвана помогать выяснению условий устойчивости грунтов». В пояснении к этому постулату указывается, что правильной оценке несущей способности основания призваны служить инженерная геология, рассматривающая геологические процессы с точки зрения интересов строительства, и геотехника, трактующая вопросы о свойствах грунтов и об условиях их устойчивости.

Из указаний видно, что проф. Н. Н. Маслов пытался представить инженерную геологию, как некоторую подсобную отрасль геотехники, помогающую выяснять условия устойчивости грунтов. Геотехнику же он рассматривал как техническую дисциплину. Он пытался геотехникой подменить, с одной стороны, инженерную геологию и, с другой — механику грунтов.

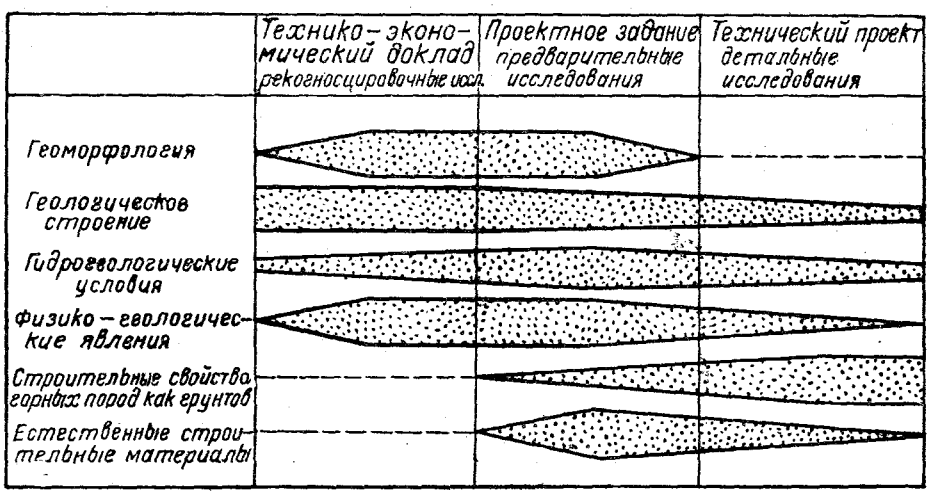
Естественно, что большинство геологов не признали геотехнику, как научную дисциплину, и под руководством акад. Ф. П. Саваренского, проф. Г. Н. Каменского, проф. В. И. Приклонского, проф, И. В. Попова и др., создавших инженерную геологию, продолжали развивать ее в практике социалистического строительства. В то же время инженеры-строители не позволили механику грунтов подменить геотехникой.

Таким образом, геотехника оказалась мертворожденной. Термин «геотехника» в настоящее время постепенно исчезает из нашей научно-технической и учебной литературы. Проф. Н. Н. Маслов в настоящее время пересмотрел свои взгляды на определение предмета инженерной геологии и признал несостоятельность геотехники как научной дисциплины.

Приведенные примеры показывают, что в определении предмета инженерной геологии в прошлом высказывались недостаточно точные, а иногда и неправильные положения.

Инженерно-геологические исследования являются частью подготовительных работ при составлении проекта того или иного сооружения. Материалы исследований обычно служат обоснованием проекта. Поэтому понятно, что в этих материалах должны быть полностью освещены геологические условия места возведения сооружения на основании изучения всех природных факторов, способных влиять на конструкцию, условия возведения, устойчивость и эксплоатацию сооружения. Такими факторами являются: рельеф, геологическое строение, гидрогеологические условия, физико-геологические явления, строительные свойства горных пород как грунтов и наличие месторождений строительных материалов.

Все эти факторы в комплексе определяют геологические или, точнее, инженерно-геологические условия места возведения сооружения и изучаются в определенной последовательности в зависимости от стадий проектирования сооружений, как это показано в приведенной таблице.



Из таблицы видно, во-первых, что инженерно-геологические исследования являются комплексными и должны охватывать изучение различных природных факторов; во-вторых, на стадиях рекогносцировочных и предварительных исследований изучение рельефа, геологического строения и физико-геологических явлений должно иметь большой размах. Изучение этих факторов необходимо продолжать и на следующих стадиях, но объем его сокращается, а сами исследования углубляются и концентрируются на конкретных строительных участках.

Наряду с изучением рельефа, геологического строения и физико-геологических явлений на соответствующих этапах изучаются также и другие природные факторы; при этом в первую очередь необходимо выявить те геологические факторы, которые в данных конкретных условиях представляются наиболее важными и решающими в оценке условий строительства данного сооружения. Поэтому они подлежат глубокому, всестороннему изучению, т. е. изучению их распространения,

генезиса, динамики, качественной и количественной оценке. Количественной оценкой каждого фактора и явления должны завершаться инженерно-геологические исследования, на базе которых определяются соответствующие мероприятия, обеспечивающие устойчивость сооружений.

Таковы прикладные задачи инженерной геологии. Однако было бы неправильно думать, что они исчерпываются решением прикладных вопросов. Инженерная геология, занимаясь изучением разнообразных геологических явлений в связи с рещением практических задач, встретила ряд затруднений, вытекающих из недостаточной изученности этих явлений, закономерности и динамики их развития, взаимосвязи между различными явлениями, методики их изучения и количественной оценки. Недостаточно изучена эффективность многих мероприятий, осуществляемых для обеспечения большей устойчивости сооружений. В соответствии с этим перед инженерной геологией возник ряд теоретических проблем, разрешение которых должно входить в ее основные задачи.

Исходя из запросов практики, можно считать, что такими проблемами, как указывал и проф. И. В. Попов [23], подлежащими теоретическому освещению, являются следующие.

1. Инженерно-геологическое изучение горных пород как грунтов с целью выяснения влияния их генезиса и дальнейшего существования на их строительные свойства. В связи с этой проблемой стоит задача создания генетической инженерно-геологической классификации горных пород как грунтов, разработка новых и унификация существующих методов исследования грунтов и обработки их результатов, разработка методов мелиорации грунтов применительно к различным генетическим типам и литологическим видам.

2. Изучение физико-геологических явлений с целью установления причин и факторов, вызывающих и способствующих их развитию и определяющих динамику и закономерность их хода; разработка методов изучения физико-геологических явлений, качественной и количественной их оценки.

3. Инженерно-геологическое изучение территории СССР с целью разделения ее на инженерно-геологические районы, области и участки; установление зональности в развитии физико-геологических явлений, изменение свойств горных пород как грунтов, учитывая которые можно было бы рационально планировать крупное строительство и осуществление мелиоративных работ; организация работ по кадастру инженерно-геологических данных.

4. Разработка новых и унификация существующих полевых методов инженерно-геологических исследований: инженерно-геологической съемки, разведочных и опытных работ, стационарных наблюдений и т. д. применительно к конкретной геологической обстановке; стадии исследования и типу проектируемого сооружения; разработка методов составления инженерно-геологических карт, разрезов и т. п.

5. Изучение эффективности мероприятий, применяемых для усиления устойчивости сооружений и для борьбы с различными физико-геологическими явлениями; разработка новых мероприятий и средств, повышающих строительные качества горных пород и уменьшающих вредное действие физико-геологических явлений на сооружения.

* * *

Каждая наука отличается не только объектом исследования, но и методами, которыми она пользуется для выполнения поставленных перед нею задач.

Инженерная геология, занимающаяся изучением геологических условий возведения различных сооружений и влияния этих сооружений на изменение природных геологических условий, для решения поставленных перед нею задач пользуется прежде всего методом геологическим.

Геологическое строение любого участка земной коры есть результат истории его геологического развития. Горные породы, участвующие в строении земной коры, приобретают свои свойства, в том числе и строительные, в результате естественно-исторических условий их образования и существования.

Каждое геологическое явление обусловлено целым рядом естественно-исторических факторов и развивается в неразрывной связи с другими геологическими и иными явлениями. Ни одно геологическое явление не может быть понятно в изолированном виде, вне связи и обусловленности от окружающей среды. Поэтому, чтобы управлять геологическими явлениями, необходимо знать причины и факторы, обусловливающие их происхождение и развитие. Следовательно, чтобы правильно определить геологические условия возведения сооружений и сделать прогноз изменений этих условий после возведения сооружений, инженерная геология в первую очередь должна пользоваться методом естественно-исторического анализа — методом геологическим.

Однако одного геологического метода еще недостаточно, так как современное крупное строительство требует не только полной характеристики и качественной оценки геологических условий места возведения сооружений, но также и количественной их оценки. Поэтому большую роль в инженерной геологии играет метод экспериментальный. Лабораторные, полевые опытные работы и стационарные наблюдения имеют исключительно широкое применение в практике инженерно-геологических исследований; они позволяют, в совокупности с изучением геологического строения и геологических условий, получать соответственные количественные характеристики свойств горных пород и геологических явлений. Любое сооружение, возведенное в определенных геологических условиях, является экспериментом, который должен изучаться инженерной геологией и обогащать ее теоретические основы и накопленные практические данные.

Экспериментальный метод в полной мере не дает нужной количественной оценки геологических условий и явлений. Поэтому инженерная геология широко пользуется методом расчетно-теоретическим. Этот метод особенно необходим для количественного прогноза хода геологических явлений. Таким образом, инженерная геология для решения поставленных перед нею задач пользуется методами: геологическим, экспериментальным и расчетно-теоретическим.

* * *

Инженерная геология является отраслью геологии и неразрывно с нею связана. Геологические дисциплины — динамическая геология, структурная геология, петрография, историческая геология, геоморфология, гидрогеология, грунтоведение и другие — служат базой для отдельных разделов инженерной геологии, на основе которой они развива-

ются и совершенствуют методику геологических исследований с точки зрения качественной и количественной оценок природных геологических факторов применительно к инженерно-строительному делу. Поэтому нельзя считать, как указывал проф. И. В. Попов, что нет различия между инженерно-геологическим и петрографическим изучением горных пород, между рассмотрением геологических процессов в динамической геологии и в инженерной геологии, так же как между инженерно-геологическими и общегеологическими исследованиями.

Геологические дисциплины долгое время развивались под влиянием определенных практических запросов, связанных с поисками и разведкой полезных ископаемых. Поэтому их подготовленность к решению инженерно-строительных задач в большинстве случаев недостаточна. Становится понятным, что инженерная геология, имея связь со всеми геологическими дисциплинами, представляя с ними определенное единство, в то же время существенно от них отличается в трактовке геологических явлений, методике их изучения и форме выражения результатов исследования.

Среди геологических дисциплин особенно близки инженерной геологии гидрогеология и грунтоведение. Изучение горных пород и оценка их свойств не могут быть сделаны независимо от их влажности, без учета устойчивости горных пород при воздействии на них воды. Подземные воды являются причиной образования и фактором, способствующим развитию большинства физико-геологических явлений. Поэтому, естественно, при изучении различных форм нахождения воды в горных породах, происхождения воды, условий залегания, движения, качества и т. д. инженерная геология всегда тесно соприкасается с гидрогеологией.

Теснейшим образом инженерная геология связана с грунтоведением. Грунтоведение занимается изучением свойств горных пород как грунтов и изменений этих свойств под влиянием природных физико-геологических условий и искусственных мероприятий. Так как горные породы являются одним из природных факторов, определяющих условия возведения и устойчивость сооружений, то при изучении горных пород как грунтов инженерная геология всегда тесно соприкасается с грунтоведением. Грунтоведение, как подчеркивает проф. В. А. Приклонский, «является базой для инженерной геологиии подобно тому, как минералогия и петрография являются базой для общей геологии».

Современное грунтоведение, изучая преимущественно рыхлые горные породы (песчаные и глинистые), рассматривает их не только как сложные гетерогенные дисперсные системы, но и как естественно-исторические геологические тела определенного генезиса, состава и свойств, находящиеся в условиях естественного залегания под влиянием многообразного воздействия на них окружающей природной среды.

Если рассматривать горные породы с такой точки зрения, то для изучения их геолого-петрографических, физико-механических и физико-химических свойств недостаточно только лабораторных исследований, необходимы и широкие полевые геологические исследования. Таким образом современное грунтоведение так тесно связано с инженерной геологией, что, по существу, может рассматриваться как раздел инженерной геологии.

Инженерная геология для решения своих задач широко использует также выводы и достижения ряда инженерно-технических дисциплин (гидравлики, динамики подземных вод, теоретической и прикладной

механики, строительной механики, инженерных сооружений и др.) и, в первую очередь, выводы и достижения механики грунтов.

Механика грунтов является той отраслью строительной механики, которая изучает поведение горных пород как грунтов при воздействии на них нагрузки (веса вышележащих масс или веса внешней нагрузки).

Рассматривая горные породы как физико-механические системы, механика грунтов изучает изменения, протекающие в этих системах под влиянием нагрузки, распределение напряжений в грунтах и вызываемые ими деформации. Она разрабатывает методы определения деформаций грунтов, оценки их прочности и устойчивости и величины давлений, которые они могут оказывать на ограждения.

Механика грунтов дает возможность инженерной геологии выяснить влияние геологических процессов на изменение механических свойств горных пород, производить количественные оценки геологических явлений и правильно понимать работу тех или иных сооружений в конкретной геологической обстановке. Механика грунтов позволяет геологу понимать требования, которые он должен соблюдать при характеристике геологических условий места возведения сооружения.

Как следует из изложенного об инженерной геологии как науке, комплекс знаний, которым должен располагать геолог, работающий в области инженерной геологии, не может быть узким. Геолог должен иметь широкую общетеоретическую, методологическую и фундаментальную геологическую подготовку и, в известной мере, знать некоторые инженерно-технические дисциплины.

* *
*

Инженерная геология является одной из самых молодых геологических дисциплин. До Великой Октябрьской социалистической революции инженерной геологии как самостоятельной научной дисциплины не существовало. В университетах и высших технических школах такая дисциплина не изучалась; термин инженерная геология вообще не был известен. Различного рода строительные задачи тогда решали геологи, применяя исключительно описательный метод исследований, обычный в практике геологической съемки. Для оценки условий строительства сооружений геологи привлекались в исключительных случаях.

Развитие капитализма в России и особенно промышленный подъем конца XIX и начала XX вв. вызвали значительный рост строительных работ и, в первую очередь, увеличение строительства сети железных дорог. В этот период прокладываются дороги: Екатерининская (ныне Днепропетровская), Ивангородская, Домбровская, Екатеринбург-Тюменская, Баскунчакская, Баку-Тифлис-Поти и Закаспийская. Железнодорожное строительство вызвало усиленное развитие трех горнозаводских районов — Уральского, Донецкого и Домбровского; двух соляных — Донецкого и Баскунчакского, двух районов хлопководства — Туркестанского и Закаспийского и основного нефтяного района — Бакинского. В связи с железнодорожным и промышленным строительством все чаще возникала необходимость привлечения геологов к решению прикладных инженерно-строительных задач. Крупные геологи страны — Д. Л. Иванов, Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, А. А. Борисяк, К. И. Богданович, Л. И. Лутугин, А. Н. Рябинин, В. А. Обручев, Н. Ф. Погребов, И. В. Мушкетов, А. П. Павлов, А. В. Львов и дру-

гие — участвуют как эксперты и изыскатели на различных стройках. Начинают проводиться исследования с целью изучения оползней, просадок, провалов, выпираний и обвалов на железных дорогах. Значительные исследования проводятся с целью изучения явлений, связанных с вечной мерзлотой, карстом, обводнением-заболачиванием территорий и т. д. В период первой мировой войны геологические исследования велись в связи с выполнением военно-инженерных мероприятий.

По указанным вопросам появляется многочисленная литература. Из опубликованных в этот период работ наибольший интерес представляют труды геологов — Д. Л. Иванова, А. П. Павлова, Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, С. Н. Никитина, И. В. Мушкетова и др. и инженеров-строителей — С. К. Волобуева, С. Д. Корейша, О. Р. Стецевич, касающиеся условий проведения железнодорожных линий и их устойчивости. Примеры приложения геологии в области гидротехнического строительства опубликованы в отчетах экспедиции Жилинского и др., связанных с ирригационными работами и изучением бассейнов рек Европейской России.

Работы геологов А. П. Павлова и В. В. Докучаева, касающиеся вопросов изучения оползневых, эрозионных и карстовых явлений, а также работа И. С. Богданова об условиях строительства на вечной мерзлоте, не потеряли научного и практического значения и до настоящего времени. Наконец, для дальнейшего развития прикладной геологии огромное значение имела работа А. А. Краснопольского «Грунтовые и артезианские колодцы» (1912 г.), в которой автором были установлены зависимости, определяющие движение подземных вод в зернистых и трещиноватых породах.

В начале XX в. вопросы прикладной геологии ставятся на разрешение Всероссийских съездов деятелей по практической геологии и разведочному делу (1903—1911 гг.): в 1909 г. — на первом Южнорусском съезде в Одессе; в 1913 г. — на первом Северном мелиоративном съезде в Москве; в 1914 г. — на первом Северо-Кавказском мелиоративном съезде в Новочеркасске. Вопросы прикладной геологии и гидрогеологии затрагиваются также и на XIII съезде «Русских деятелей по водным путям» (1911 г.) и др. На всех съездах неоднократно высказывались пожелания об усилении подготовки инженеров-строителей в области геологии. Необходимость создания новой отрасли геологии, касающейся вопросов инженерно-строительного дела, в то время еще не была осознана. Однако к этому времени во всех инженерно-строительных учебных заведениях начинают читаться курсы геологии, в которых кратко излагаются основы общей и исторической геологии. Эти курсы имели мало общего с современной инженерной геологией, тем не менее, они заключали краткие сведения по приложению геологии к инженерному делу. Единственным руководством, уделяющим внимание вопросам прикладной геологии, в то время являлась книга С. Вагнера «Приложение геологии к инженерному делу» (под редакцией И. В. Мушкетова, 1887 г.).

Таким образом, в первые десятилетия XIX в. все чаще ставились вопросы из области прикладной геологии. Однако ни в России, ни за границей широких проблем, выходящих за рамки частных практических задач, почти не ставилось. Не велось почти никакой научно-теоретической или экспериментальной работы в области приложения геологии к инженерно-строительному делу.

Великая Октябрьская социалистическая революция открыла пути для развития прикладной геологии. Наша страна после революции

с успехом прошла период восстановления народного хозяйства и стала переходить к новому периоду — периоду индустриализации страны. Развернувшееся в годы сталинских пятилеток грандиозное строительство предъявило к геологии новые требования, качественно и количественно совершенно отличные от дореволюционных. Стали возникать новые отрасли строительства, отсутствовавшие в дореволюционной России. В процессе начавшегося интенсивного хозяйственного освоения огромных территорий нашей страны встали новые задачи.

Исследования, объединенные единым планом социалистического созидания, широко развернулись и в области крупного гидротехнического строительства.

Великая Октябрьская социалистическая революция открыла широкие возможности использования водных богатств нашей страны. Решающее значение в этом отношении имел план ГОЭЛРО, разработанный по гениальному замыслу В. И. Ленина. По этому плану предусматривалось создание практически совершенно новой отрасли строительства.

Проектирование и строительство таких крупнейших сооружений, как Волховстрой, Свирьстрой и Днепропетровской гидростанций, гидростанций на Волге (Иваньковская, Рыбинская, Ярославская, Горьковская, Куйбышевская, Камышинская), на Оке и Каме, Северном Кавказе, в Грузии (Земо-Авчальская), в Дагестане, в Армении, в Азербайджане, в Таджикистане, в Узбекистане, Беломорско-Балтийского канала им. Сталина, канала им. Москвы и др., потребовало всестороннего изучения геологических условий возведения этих сооружений. Обоснование проектов новых строек требовало применения совершенно новых методов геологических исследований и количественных оценок природных геологических условий, определяющих устойчивость сооружений, разработку методов прогноза изменений геологических условий после возведения сооружений и т. д.

Столь же серьезные и количественно отличные требования предъявило к геологии развивающееся строительство промышленных предприятий — Магнитогорска, Челябинска, Сталиногорска, Кузнецка, Запорожья и др., планирование и реконструкция Москвы и других городов нашей Родины. Большой комплекс геологических исследований был выполнен в связи с постройкой Московского метрополитена, Московского Дворца Советов, набережной реки Москвы и т. д. Крупный комплекс исследований выполнен в связи с вопросами ирригации и мелиорации в Заволжье, Поволжье, Белоруссии, Кура-Араксинской низменности, Рионской долине, Колхидской низменности, Средней Азии и т. д. Инженерно-геологические исследования проводились также в связи с проектированием и строительством железных и шоссейных дорог.

Индустриализация и электрификация нашей страны потребовали проведения разнообразных геологических исследований, которые и привели к выделению особой самостоятельной отрасли геологии — инженерной геологии.

Таким образом, инженерная геология, как самостоятельная научная дисциплина, появилась в нашей стране в результате запросов практики социалистического строительства.

Инженерная геология, организационно как самостоятельная отрасль, выделилась в 1929 г., когда, вместо Отдела подземных вод Геологического комитета, был учрежден Центральный институт гидрогеологии и инженерной геологии (ИНГИДРИНЖ). В нем наряду с другими отделами впервые был организован отдел инженерной геологии.

Позже инженерная геология организационно выходит далеко за рамки Геологического комитета (реорганизованного в ГГРУ[1], затем в Союзгеоразведку, Комитет по делам геологии и ныне в Министерство геологии), успешно развивается и в других многочисленных ведомствах и организациях (Гидротехгео, Институт пути, Гидроэнергопроект, ВОДГЕО, ВИОС, Ленинградский горный институт, Московский горный институт и др.).

В связи с широким развитием инженерно-геологических исследований выявилась большая потребность в кадрах, способных выполнять эти исследования на высоком теоретическом уровне и вести научную разработку теоретических вопросов. Для подготовки таких кадров в ряде высших учебных заведений были открыты специальные отделения. Впервые они открылись в 1929—1930 гг. при Ленинградском Горном и Московском Геолого-разведочном институтах.

Во всех учебных заведениях, где открылись специальные отделения для подготовки гидрогеологов и инженеров-геологов, организовались и специальные кафедры. На них сосредоточились ведущие научные силы страны, которые, наряду с подготовкой кадров, вели большую научно-исследовательскую работу в области инженерной геологии, разрабатывая ее теоретические основы. Кафедры гидрогеологии и инженерной геологии являлись постоянно действующими научными центрами, занимавшими ведущую роль в развитии инженерной геологии.

В 1931 г. в системе Союзгеоразведки был основан Центральный научно-исследовательский геолого-разведочный институт (ЦНИГРИ) в Ленинграде и Всесоюзный институт минерального сырья (ВИМС) в Москве. В составе этих институтов были организованы отделы, которые выполняли инженерно-геологические работы.

Для подведения итогов гидрогеологических и инженерно-геологических работ, выполненных в период первой пятилетки, и для своевременной подготовки к работам второй пятилетки в декабре 1931 г. Союзгеоразведкой был созван в Ленинграде первый Всесоюзный гидрогеологический съезд. На съезде в секции инженерной геологии было прочитано более 20 докладов, касающихся методов изучения физических и химических свойств горных пород и различных методов инженерно-геологических исследований. Впервые на этом съезде был поставлен вопрос о профиле специалистов инженеров-геологов. Проф. Г. Н. Каменский в своем докладе не только определил профиль специалистов, работающих в области инженерной геологии, но и, исходя из потребностей практики, наметил план подготовки таких специалистов. Первый Всесоюзный гидрогеологический съезд оказал большое влияние на дальнейшее развитие инженерной геологии.

В 1933 г. при Геологическом институте Академии наук СССР был организован гидрогеологический отдел с сектором инженерной геологии. Этот научный центр в течение нескольких лет оказывал плодотворное организационное и методическое влияние на дальнейшее развитие гидрогеологии и, особенно, инженерной геологии.

В 1938 г. ЦНИГРИ и ВИМС были слиты в один Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт — ВСЕГЕИ, в котором гидрогеологическая и инженерно-геологическая отрасли в 1942—1943 гг. были ликвидированы, так как уже в 1939 г. возник новый научный центр гидрогеологии и инженерной геологии. На базе гидрогеологиче-

[1] Главное геолого-разведочное управление.

ского отдела Геологического института Академии наук СССР и ряда других организаций был создан Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии — ВСЕГИНГЕО. В 1944 г. при Академии наук СССР была организована Лаборатория гидрогеологических проблем имени акад. Ф. П. Саваренского, которая, наряду с гидрогеологическими проблемами, занимается и вопросами инженерной геологии.

Большую роль в развитии инженерной геологии сыграли всесоюзные совещания и конференции по различным специальным вопросам инженерной геологии: карстовые конференции в Кизеле (1934 г.) и в Молотове (1947 г.), первое оползневое совещание при Крымской оползневой станции ЦНИГРИ (1934 г.) и второе совещание в Москве (1946 г.), ряд конференций по вопросам изучения вечной мерзлоты в Москве и Ленинграде, совещание по основным вопросам инженерной гидрогеологии и грунтоведения в связи с крупным гидротехническим строительством в Москве (1935 г.), совещание по изучению условий строительства на лессовидных грунтах в Киеве (1938 г.), совещание по лабораторному исследованию грунтов в строительных целях (1940 г.) и т. д.

Не меньшее значение для инженерной геологии имело также успешное развитие сопредельных с нею наук. Так, например, развитие физики и механики грунтов позволило инженерной геологии воспользоваться новыми методами для количественной оценки свойств горных пород и физико-геологических явлений. Наконец, решающим моментом в окончательном оформлении инженерной геологии, как новой науки, в СССР явился выход в свет капитальных трудов акад. Ф. П. Саваренского — «Инженерная геология» (первое издание, 1937 г., второе издание, 1939 г.); проф. Г. Н. Каменского — «Динамика подземных вод» (первое издание, 1933—1935 гг., второе издание, 1943 г.); проф. И. В. Попова — «Основы инженерно-геологического грунтоведения» (1941 г.), проф. В. А. Приклонского — «Общее грунтоведение» (1943 г.), проф. Н. Н. Маслова — «Инженерная геология» (1941 г.) и др.

Как следует из приведенных данных, в 1949 г. исполнилось 20 лет существования инженерной геологии, как самостоятельной отрасли геологии. Развитие инженерной геологии протекало самостоятельным самобытным путем из первоначальных научных основ прикладной геологии в конкретную целенаправленную науку, тесно связанную с практикой.

Основоположником этой новой научной дисциплины явился действительный член Академии наук СССР — Ф. П. Саваренский (1881—1946) — первый в ее истории академик-гидрогеолог.

Следует заметить, что при восстановлении истории той или иной науки иногда допускают существенные ошибки — путают период накопления фактов — предисторию науки с собственно историей науки. Забывают, что большинство наук зарождается в недрах других наук.

Так, например, проф. Н. Н. Маслов [20] в своей работе «Пути развития и содержание инженерной геологии» указывает, что «...в семидесятых годах прошлого века кончается «детский» период русской инженерной геологии, и она вступает, в «юношеский» возраст. Началом Октябрьской революции и великой перестройки нашей страны заканчивается второй период становления в России инженерной геологии как науки, период юности. С этого времени в СССР наступает период зрелого ее развития».

Приведенную хронологию Н. Н. Маслов устанавливает, исходя из тех фактов, что уже в глубокой древности (XV—XVI в.) ремесленники

умели в какой-то степени учитывать природную обстановку при возведении сооружений, а летописцы — давать описание природных явлений. Юношеский возраст инженерной геологии, по Н. Н. Маслову, совпадает со временем все большего привлечения русских геологов к инженерно-строительной практике. Естественно, что с такой трактовкой истории инженерной геологии согласиться нельзя. Историю, как учит товарищ Сталин, нельзя ни улучшать, ни ухудшать. Всякая попытка нарушить историческую правду, приукрасить или недооценить исторические факты приводит к произволу.

Инженерная геология выделилась из геологии как самостоятельная научная дисциплина после Октябрьской социалистической революции в результате практики социалистического строительства, когда было накоплено достаточно фактов, сделаны обобщения и сформулированы предмет и задачи инженерной геологии.

Выше были отмечены основные даты и факты из истории инженерной геологии и указывалось, что до Октябрьской революции даже термин «инженерная геология» не был известен. Уместно заметить, что за границей, ни в Западной Европе, ни в США, инженерной геологии (в нашем понимании) не существует до настоящего времени. Там до сих пор под инженерной геологией понимается собрание элементарных сведений из геологии для строителей.

* *
*

Инженерная геология за сравнительно короткий период своего развития по содержанию и методам исследования претерпела существенные изменения. Из чисто описательной науки она стала наукой конкретной, комплексной, тесно связанной с практикой социалистического строительства. И какие бы изменения и отклонения ни наблюдались в развитии инженерной геологии, основные ее направления, заложенные еще акад. Ф. П. Саваренским, его товарищами по совместной работе и учениками (Г. Н. Каменским, И. В. Поповым, В. А. Приклонским, П. А. Шильниковым), сохранились и продолжают развиваться.

Акад. Ф. П. Саваренский ясно и отчетливо определял инженерную геологию как отрасль геологии. Он указывал, что инженерная геология должна «... изучать геологические процессы и физико-технические свойства горных пород, определяющие условия возведения сооружений и направление инженерно-геологических мероприятий по обеспечению устойчивости естественных земляных масс». Поэтому «...специалист в области инженерной геологии должен быть, прежде всего, настоящим геологом, умеющим наблюдать и изучать природные процессы и истолковывать их. Вместе с тем, инженер-геолог должен уметь оценивать природную геологическую обстановку применительно к специальным требованиям строительства, сознательно используя для этого приемы и методы, разработанные механикой, физикой и химией грунтов».

По словам акад. Ф. П. Саваренского, «... инженер-геолог, чуждающийся геологии, ничего не стоит, никакой пользы от него быть не может».

Из приведенных основных положений следует, что в самой основе советской инженерной геологии заложен естественно-исторический подход к изучению горных пород как грунтов, геологических процессов и условий возведения сооружений.

Однако было бы неправильным думать, что все развитие инженерной геологии протекало спокойно без всяких ошибок, противоречий и т. п. Наоборот, в бурном ее развитии имелись недочеты, ошибки и неправильные направления. Главными из них можно назвать следующие.

1. Как отмечалось выше, в период становления инженерной геологии, как самостоятельной научной дисциплины, имелась тенденция подменить ее новой наукой — геотехникой и оторвать ее от естественной геологической базы, зачислить инженерную геологию в число технических дисциплин и наделить ее при изучении горных пород преимущественно методами механики грунтов. Ошибочность такой тенденции в последующем была понята и в значительной степени устранена. Однако полностью эта тенденция еще не изжита, еще слышится много декларативных высказываний за геологию при неудовлетворительном использовании всего комплекса природных геологических факторов для решения теоретических и практических задач.

2. Важнейшей задачей инженерной геологии является изучение горных пород как грунтов. Однако само понятие «грунт» различными исследователями понимается по-разному. В настоящее время существуют следующие определения этого термина. В почвоведении под словом «грунт» принято понимать горную породу, которая подстилает почву и за счет которой образуется почва. В строительном и дорожном деле и механике грунтов термину «грунт» придают различное значение и, несмотря на большое количество работ, посвященных грунтам, вопрос этот остается невыясненным.

Так, проф. М. М. Филатов под словом «грунт» предлагал понимать подпочвенные горизонты различных горных пород, находящиеся в зоне современной коры выветривания. Проф. К. И. Лукашев грунтами называет рыхлые продукты раздробления изверженных и метаморфических пород, слагающих кору выветривания литосферы. Проф. Н. Н. Иванов и проф. В. В. Охотин грунтами называют все рыхлые горные породы, залегающие ниже почвенного слоя. Проф Н. А. Цытович считает «...правильным называть грунтами все рыхлые горные породы (природные минерально-дисперсные образования) коры выветривания литосферы». Проф. В. К. Дмоховский грунтами называет все горные породы, из которых слагается верхняя часть земной коры, когда они используются для основания на них сооружений.

В инженерной геологии принято грунтом называть любую горную породу, рассматриваемую с инженерно-строительной точки зрения (Ф. П. Саваренский, И. В. Попов, В. А. Приклонский др.).

Таким образом, одни авторы грунтом склонны называть любую горную породу, другие — только рыхлые горные породы. Больше того, проф. Н. А. Цытович указывает, что «...отличительной особенностью грунтов и других дисперсных материалов является их раздробленность (обломочность)». Ошибочность и механистичность такого определения очевидны. Смешивать грунты с другими дисперсными материалами нет оснований.

Горные породы как грунты суть естественно-исторические образования земной коры, возникающие и изменяющиеся в неразрывном взаимодействии с окружающей естественной или искусственной средой. Под воздействием окружающей среды в горных породах происходят непрерывные количественные изменения, которые в конечном счете приводят к существенным коренным качественным изменениям свойств пород. Так,

например, сильно насыщенный водой разжиженный глинистый ил в процессе диагенеза (гравитационного уплотнения, дегидратации, физико-химических процессов и т. д.) может стать влажной пластичной глиной, затем слабо влажной полутвердой глиной, уплотненной глиной (аргиллит), глинистым сланцем и т. д.

Рыхлый песок в результате постепенного уплотнения и цементации может оказаться превращенным в прочный песчаник и т. д.

В природных условиях обычно состояние и свойства отдельных разностей пород изменяются постепенно. При возведении сооружений необходима оценка свойств горных пород как рыхлых, так и твердых — скальных. Характер и метод этой оценки различны в зависимости от типа и состояния пород, а также от типа проектируемого сооружения. Поэтому единственно правильным определением термина «грунт» следует признать определение, принятое в инженерно-геологической практике, согласно которому грунтом может называться любая горная порода, рассматриваемая с инженерно-строительной точки зрения. Отличительной особенностью всякого грунта является его способность служить основанием, средой или материалом для проектируемого сооружения.

3. Ошибочность и механистичность в изучении горных пород как грунтов проявилась также в том, что реальные горные породы — песчаные и глинистые — в инженерной геологии, так же как и в механике грунтов, долгое время заменялись элементарными умозрительными моделями, свойства которых характеризовались константами, а процессы, протекающие в грунтах, — отвлеченными схемами. Все различие свойств песчаных и глинистых пород объяснялось только различием размера и формы слагающих их частиц. Песчаные грунты сравнивали с кучей рыхло- или плотно уложенных шаров, а глинистые — с ворохом мелких кусочков бумаги.

Как показали новейшие исследования, различия в свойствах глинистых и песчаных грунтов объясняются не только формой и размером частиц их слагающих. В настоящее время к факторам, существенно обусловливающим их различие, относят также химико-минералогический состав и генезис их. Кроме того, доказано, что свойства этих пород, особенно глинистых, зависят также от степени их влажности.

4. В геологии и сопредельных с нею дисциплинах до сих пор широко распространена физико-механистическая точка зрения на объяснение взаимодействия между глиной и водой, сводящая эти взаимодействия только к капиллярным явлениям и характеризующая глины как материал, состоящий из дисперсных и инертных частиц.

Так, например, акад. В. Р. Вильямс [10], характеризуя почвенные коллоиды, указывает, что «...почвенные коллоиды абсолютно нерастворимы в воде и гранулы их совершенно химически инертны. Они не входят ни в какие химические взаимоотношения с другими телами».

Проф. Н. П. Песков [29] отмечает, что в качестве «...очень существенной характеристики коллоидной системы является то, что между дисперсной средой и веществом коллоида не существует никакого взаимодействия или, если оно есть, оно должно быть весьма слабо выражено».

Проф. И. В. Яропольский [49] объяснение связности грунта дает следующим образом: «Частицы глины весьма малого размера (меньше 0,005 *мм*) имеют плоскую форму в виде чешуек. Абсолютно сухой порошок из частиц глины является сыпучим телом. Но в природе глина в абсолютно сухом состоянии существовать не может, так как промежутки

между ее частицами представляют капиллярные сосуды, которые всегда наполнены водой». Далее проф. И. В. Яропольский указывает, что «...причиной связности является внутреннее сжатие частиц грунта, как стенок капиллярных сосудов, вызываемое явлением поверхностного натяжения воды».

В отличие от этой механистической точки зрения, ряд геологов (Ф. П. Саваренский, И. В. Попов, В. А. Приклонский, Н. Я. Денисов, Б. М. Гуменский и др.), почвоведов (М. М. Филатов, А. Ф. Тюлин, Н. А. Качинский, А. В. Думанский) и физико-химиков (В. С. Шаров, П. А. Ребиндер, Б. В. Дерягин и др.) в основу понимания взаимоотношения между глиной и водой кладут активное физико-химическое взаимодействие, т. е. рассматривают отношение глин с водной средой как химическое взаимодействие между поверхностным раствором, или сальватной оболочкой глинистых частиц, и внешней водной средой с содержащимися в ней другими растворенными веществами.

Некоторые авторы считают, что истинная поверхностная растворимость глинистых частиц в воде определяет коллоидную природу глин и их отношение к воде.

5. Несомненным недочетом современной инженерной геологии является наличие в ней явно выраженного формализма при рассмотрении некоторых вопросов. Так, например, до настоящего времени не изжита практика подмены инженерно-геологической комплексной оценки условий возведения сооружений, основанной в первую очередь, на полевом изучении природных геологических условий, узкой грунтоведческой, геотехнической, лабораторной оценкой. Не изжита еще практика использования в расчетах характеристик, полученных по табличным данным или условным формулам, либо посредством испытаний, не отражающих действительного природного состояния горных пород как грунтов. Примерами явно выраженного формализма может служить определение допустимой нагрузки на грунт методом кольца Терцаги; исследование напряженного состояния горных пород способами, основанными на моделях малых размеров, с необоснованным переносом результатов этих исследований на сооружения больших размеров; формальное определение горного давления в отрыве от факторов, обусловливающих возникновение этого давления в данных конкретных условиях, и т. д.

6. Одним из существенных недостатков инженерно-геологической практики является недооценка расчета — одного из методов количественной оценки и прогноза геологических явлений. В период 1933—1940 гг. геологи широко пользовались расчетным методом, но затем стали его избегать. Больше того, на оползневом совещании 1946 г. в Москве некоторые высказывались против применения расчета.

Такое отношение к расчетному методу стало складываться только в результате недопонимания того, что должен дать расчет и когда он применим. Например, от расчета устойчивости оползней пытались получить результаты такой точности, как при статических расчетах искусственных сооружений. При этом для расчетов применяли отвлеченные схемы, не отражающие реальной структуры и строения оползней; исходными данными для характеристики свойств горных пород служили единичные определения. Известны случаи, когда расчет устойчивости оползня производился без предварительного выяснения сущности оползневого процесса, физики явления. Естественно, при таких условиях расчет устойчивости оползней сводится к схоластическим упражнениям.

Расчет дает достаточный коэфициент устойчивости, а оползневые подвижки продолжаются, следовательно, расчет не соответствует действительности. Однако производящие расчет причину несоответствия видят в неудовлетворительности применяемых методов расчета, лабораторных исследований горных пород и т. д., забывая, что расчет требует точной расчетной схемы, детального геологического разреза, раскрывающего строение, структуру оползня, обоснованного выбора расчетных показателей свойств грунтов и ясного понимания хода физико-геологического явления, т. е. причин и факторов, способствующих развитию оползневого процесса. Только при соблюдении перечисленных условий расчет будет реальным. Он позволит выявить факторы, способствующие и препятствующие развитию процесса. В соответствии с этим могут быть намечены необходимые мероприятия для обеспечения надежной устойчивости оползня.

7. Недостатком современной инженерной геологии является также отставание теоретических исследований от практики социалистического строительства. В настоящее время решение многих практических задач сталкивается с фактом недостаточной теоретической проработки ряда вопросов. Недостаточно освещена сущность явлений и методика их изучения и оценки. Мало развиты экспериментальные исследования; плохо организован обмен опытом и достижениями между отдельными ведомствами и организациями.

8. Существенным недостатком инженерной геологии являются факты преклонения перед зарубежной наукой и техникой и замалчивание работ русских и советских ученых. Общеизвестным фактом, например, является преувеличение роли Терцаги в развитии инженерной геологии, наделявшего ее метафизическими и механистическими идеями. Известны примеры упоминания и перечисления даже мало значимых иностранных работ и отсутствие ссылок на работы советских ученых и т. д.

Над искоренением перечисленных недостатков в настоящее время успешно работает советская школа инженеров-геологов.

* *
*

После окончания Великой Отечественной войны перед нашей страной возникли грандиозные задачи восстановления и дальнейшего развития народного хозяйства. Необходимо, как указал товарищ Сталин, чтобы наша промышленность «...могла производить ежегодно до 50 миллионов тонн чугуна, до 60 миллионов тонн стали, до 500 миллионов тонн угля, до 60 миллионов тонн нефти. Только при этом условии можно считать, что наша Родина будет гарантирована от всяких случайностей». [1]

Для разрешения этих задач планом послевоенной сталинской пятилетки предусмотрено вложение огромных средств в промышленное, гидротехническое, дорожное, гражданское и другие виды строительства. Великий план преобразования природы — строительство лесозащитных полос, прудов и водоемов требует возведения огромного количества больших и малых сооружений. Инженерная геология должна оказать большую помощь строительству, обеспечивая прочность и устойчивость возводимых сооружений.

1. И. Сталин. Речь на предвыборном собрании избирателей Сталинского избирательного округа г. Москвы 9 февраля 1946 года, Госполитиздат, 1950, стр. 22.

Инженерная геология должна способствовать строительству сооружений технически наиболее целесообразными и экономически наиболее выгодными способами. Советская инженерная геология владеет богатым опытом и методами научных исследований, которые быстро развиваются и совершенствуются. Необходимо еще быстрее развивать теоретическую базу инженерной геологии и улучшать методику разрешения практических вопросов.

Советские инженеры-геологи успешно справятся со стоящими перед ними задачами и обеспечат советской инженерной геологии ведущее положение в практике социалистического строительства и мировой науке.

Однако при этом всегда надо помнить слова товарища Сталина: «Нельзя двигаться вперед и двигать вперед науку без того, чтобы не подвергнуть критическому разбору устаревшие положения и высказывания известных авторитетов» [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Бакиров, Планирование производственных и научно-исследовательских работ в области изучения подземных вод Союза. Водные богатства недр земли на службу социалистическому строительству, Труды первого Всесоюзного гидрогеологического съезда, 1932, сборник № 2.
2. А. А. Бакиров, Развитие гидрогеологических работ за 15 лет Октября, Вестник союзгеоразведки, 1932, № 11.
3. А. А. Бакиров, Роль подземных вод в народном хозяйстве и задачи гидрогеологических работ во второй пятилетке, Гидрогеологические работы во втором пятилетии, 1932, вып. 5.
4. Г. В. Богомолов, Итоги работ и ближайшие задачи Гидротехинститута. Водные богатства недр земли на службу социалистическому строительству, Труды первого Всесоюзного гидрогеологического съезда, 1932, сборник № 2.
5—6. Г. В. Богомолов, Основные наметки второго пятилетнего плана по гидротехнике и инженерной гидрогеологии, Гидротехгеолинститут, 1938, вып. 12.
7. Г. В. Богомолов, Основные проблемы в области гидрогеологии и инженерной геологии в разрезе задач третьей пятилетки, Гидрогеология и инженерная геология, 1940, № 5.
8. Г. В. Богомолов, Задачи ВСЕГИНГЕО, Советская геология, 1939, т. IX, № 12.
9. Г. В. Богомолов, Гидрогеологические и инженерно-геологические работы за 30 лет, Сборник Советская геология за 30 лет, 1947.
10. В. С. Вильямс, Почвоведение, изд. 4, 1938.
11. Д. И. Гордеев, Академические экспедиции второй половины XVIII в. и их роль в развитии гидрогеологических знаний в России, Труды лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР, 1948, том I.
12. Д. И. Гордеев, Успехи и общие задачи советской гидрогеологии, Труды лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР, 1948, том. III.
13—14. Д. И. Гордеев, Роль В. В. Докучаева в истории отечественной гидрогеологии, Труды лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР, 1949, том VI.
15. Д. И. Гордеев, Основные этапы развития гидрогеологии в дореволюционной России, Труды лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР, 1949, том II.
16. Г. Н. Каменский, Предмет инженерной геологии как науки, Известия АН СССР, серия математических и естественных наук, 1936, № 1.

[1] И. В. Сталин, Ответ на письмо тов. Разина, Большевик, 1947, № 3.

17. Г. Н. Каменский, Профили специалистов по гидрогеологии и инженерной геологии, Водные богатства недр земли на службу социалистическому строительству. Труды первого Всесоюзного гидрогеологического съезда, 1932, сборник № 2.

18. А. А. Маккавеев, Гидрогеология и инженерная геология на службе социалистического строительства, Разведка недр, 1947, № 5.

19. Н. Н. Маслов, Роль геотехники в вопросах устойчивости сооружений. «Свирьстрой», Материалы по сооружению Свирьской гидроэлектросиловой установки, изд. Управл. Свирьстрой, Ленинград, 1934.

20. Н. Н. Маслов, Пути развития и содержание инженерной геологии как русской и советской науки, Труды лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР, 1949, том VI.

21. С. С. Морозов, Роль Московского университета в оформлении и развитии советского грунтоведения, Ученые записки Московского Университета им. М. В. Ломоносова, 1949, вып. 133, кн. I.

22. И. В. Попов, Инженерная геология или геотехника, Проблемы советской геологии, 1937, № 4.

23. И. В. Попов, Некоторые проблемы инженерной геологии как теоретической дисциплины, Советская геология, 1947, № 19.

24. В. А. Приклонский, Жизнь и деятельность академика Ф. П. Саваренского, Труды лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР, 1948, том. I.

25—26. И. В. Попов, Очередные задачи гидрогеологии, важные для инженерной геологии, Труды лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР, 1948, том. III.

27. И. В. Попов, Советская инженерная геология, Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии, 1949, сборник № 12.

28. И. В. Попов, Учение о грунтах как геологических образованиях, Труды лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР, 1949, том VI.

29. Н. П. Песков, Физико-химические основы коллоидной науки, изд. 2, 1934.

30. И. В. Сталин, Ответ на письмо тов. Разина, Большевик, 1947, № 3.

31. Ф. П. Саваренский, Успехи инженерной геологии в СССР, Труды XVII сессии международного геологического конгресса, Москва, 1937, том 5.

32. Ф. П. Саваренский, Успехи и задачи инженерной геологии в СССР, Вестник АН СССР, 1937, № 6.

33. Ф. П. Саваренский, Задачи инженерной геологии в третьей пятилетке, Известия АН СССР, серия геологическая, 1939, № 2.

34. Ф. П. Саваренский, Новые направления в гидрогеологии и инженерной геологии, Бюллетень Московского общества испытателей природы, отдел геологии, том XV (5).

35. Ф. П. Саваренский, Значение работ А. П. Павлова для инженерной геологии, Бюллетень Московского общества испытателей природы, отдел геологии, 1940, том XVIII (3—4).

36. Ф. П. Саваренский, Инженерная геология, Сборник Успехи геолого-географических наук за 25 лет, Известия АН СССР, 1943.

37. Ф. П. Саваренский, Проблемы гидрогеологии и инженерной геологии в СССР, Вестник АН СССР, 1944, № 4—5.

38. Ф. П. Саваренский, Советская инженерная геология на пороге новой пятилетки, Вестник АН СССР, 1946, № 7.

39. М. П. Семенов, Состояние и дальнейшее направление научно-исследовательских работ в области инженерной геологии, Труды лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР, 1948, том III.

40. Г. П. Синягин, Проблемы научно-исследовательских работ по гидрогеологии и инженерной геологии на 3-ю пятилетку, Материалы Всесоюзного научно-исследовательского института, 1940, сборник № 4, стр. 20—23.

41. А. А. Смирнов, Итоги гидрогеологических и инженерно-геологических работ Союзгеоразведки в 1931 г., Водные богатства недр земли на службу социалистическому строительству, Труды первого всесоюзного гидрогеологического съезда, 1932, сборник № 2.
42. Б. К. Терлецкий, Основные итоги и ближайшие задачи теоретических и методологических работ и практические достижения в области гидрогеологии и инженерной геологии, Водные богатства недр земли на службу социалистическому строительству, Труды первого всесоюзного гидрогеологического съезда, 1932, сборник № 2.
43. И. И. Трофимов, Региональная инженерная геология, Советская геология, 1949, № 40.
44. М. М. Филатов, Предмет и задачи науки о грунтах, Почвоведение, 1940, № 8.
45. М. М. Филатов, Докучаевское почвоведение и грунтоведение, Почвоведение, 1939, № 2.
46. В. А. Флорин, Вопросы развития механики грунтов, Совещание о путях развития механики грунтов, Программы и тезисы докладов, 1948.
47. Н. А. Цытович, Механика грунтов и ее место среди естественно-исторических и инженерных наук, Совещание о путях развития механики грунтов, Программы и тезисы докладов, 1948.
48. И. В. Яропольский, Основания и фундаменты, 1948.