

УДК 622.23.054.72

И.П. Иванов, Г.Б. Поспехов

**О НЕКОТОРЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОБЛЕМАХ, ВОЗНИКАЮЩИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЕХНОГЕННОЙ
И ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ**

Семинар № 1

В течение XX века инженерная геология, как ветвь геологической науки, прошла все этапы своего становления и развития, достигнув при этом огромных результатов в научном и прикладном аспектах. В настоящее время все разделы инженерной геологии (Учение о свойствах горных пород как грунтов, Инженерная геодинамика, Региональная инженерная геология, Теория и практика инженерно-геологических изысканий) оформились как самостоятельные научные направления со своими объектами и методами исследований и с определенным кругом теоретических проблем и прикладных задач. Следует отметить, что развитие инженерной геологии в России и Советском Союзе происходило не изолированно от зарубежных исследований в этой области, а напротив, при постоянном взаимодействии и взаимообогащении, о чем можно судить по материалам международных конгрессов, конференций и других научных мероприятий, а также по многочисленным публикациям, в том числе переводам специальной литературы по проблемам изучения свойств горных пород и геологических процессов и явлений. На долю современного поколения выпала весьма тяжелая и ответственная задача - поддерживать высокий уровень многогранных достижений инженерной геологии как геологической науки и не

растерять накопленный ею научный потенциал и престижность.

Вхождение геологической науки в XX век характеризуется определенной спецификой, связанной с ростом требований к ней со стороны строительной и горной практики по изучению геологических условий объектов и прогнозированию геологических процессов и явлений, вызванных или активизированных воздействием человека на окружающую среду в условиях нарастающей интенсивности техногенеза (строительство железных дорог, разработки угольных и рудных месторождений и др.). В первую очередь, это были, без сомнения, исследования гравитационных явлений (оползней, обвалов, осипей) на природных склонах и искусственных откосах дорожных выемок и насыпей, выполненные крупными геологами А.П. Павловым, И.В. Мушкетовым, Д.Л. Ивановым и др. На базе трудов этих ученых впоследствии оформилось главное направление инженерной геологии - учение о геологических процессах и явлениях, возникающих и развивающихся в результате инженерной деятельности человека и приводящих к нарушению условий строительства и эксплуатации различных инженерных сооружений. Основоположниками этого научного направления были известные геологи: А.П. Павлов, В.В. Докучаев, Ф.Ю. Левинсон-

Лессинг, И.В. Мушкетов, Д.Л. Иванов, Ф.Н. Чернышев, В.И. Меллер, П.А. Тутковский, К.И. Богданович и др. Условно можно считать, что до первой мировой войны происходило накопление геологических материалов, исследований и знаний, которое способствовало возникновению нового направления геологической науки, предшественника инженерной геологии. Поэтому сегодня можно с полным основанием утверждать, что это направление зародилось в недрах геологии и вышло из геологии для решения задач, возникающих в связи с инженерной деятельностью человека.

На примере некоторых публикаций конца XIX и начала XX в.в. (в частности, А.П. Павлова, И.В. Мушкетова, Д.Л. Иванова, К.И. Богдановича и др.) можно отметить, что проводимые в этот период геологические исследования на строительных объектах по постановке решаемых задач аналогичны современным инженерно-геологическим изысканиям. Но что особенно важно, это подчеркнутое влияние на развитие гравитационных процессов природных условий («физико-геологических условий», по выражению И.В. Мушкетова) и антропогенных воздействий. Это влияние устанавливалось при проведении специальных работ по изучению геологического строения, физико-механических свойств пород, гидро-геологических условий и характера инженерных сооружений, а специфика инженерно-геологических оценок и прогнозов прослеживается на всех последующих этапах развития инженерной геологии вплоть до настоящего времени.

Окончательное оформление инженерной геологии в самостоятельную научную область геологии, развивающуюся на стыке с техническими научными направлениями, следует отнести к началу 20-х годов XX века. При этом становление

происходило одновременно в России и за ее пределами, и было связано с новым этапом развития цивилизации, с новым уровнем техногенного воздействия на окружающую природную среду, с ростом масштабов строительства во всем мире. Прозвучало название новой отрасли геологии - инженерная геология, и определились главные ее направления: грунтоведение и собственно инженерная геология. Первое направление развивалось во взаимодействии с почвоведением и механикой грунтов такими крупными учеными как В.В. Докучаев, П.А. Замятченский, М.М. Филатов, В.В. Охотин, В.А. Приклонский, Б.И. Гуменский, И.В. Попов и др., и использовалось, в первую очередь, в дорожном строительстве. Отметим, что с самого начала грунтоведение развивалось как естественноисторическая наука (в отличие от геотехники): горные породы изучались как многокомпонентные системы, свойства которых определялись их генезисом и постгенетическими природными и техногенными процессами. С течением времени грунтоведение стало опережать в своем развитии другие направления инженерной геологии. Этому способствовали научные исследования крупных школ, возглавляемых В.А. Приклонским, И.В. Поповым, Е.И. Сергеевым, В.Д. Ломтадзе, А.К. Ларионовым, Н.В. Коломенским, Г.К. Бондариком и др. Основная теоретическая проблема грунтоведения - «Условия формирования инженерно-геологических свойств горных пород» - занимала ведущее положение в инженерной геологии вплоть до 90-х гг. По результатам исследований опубликовано огромное количество теоретических, методических и учебных трудов, среди которых отметим капитальные работы В.А. Приклонского, Е.И. Сергеева, В.Д. Ломтадзе, Г.К. Бондарика и др., определившие ведущее место грунтоведения в мировом масштабе. Разработанная Г.К. Бондариком теория из-

менчивости инженерно-геолого-технических свойств горных пород явилась новой вехой в геологической науке (Г.К. Бондарик, 1971, 1976). Генетический подход при изучении условий формирования горных пород как грунтов привел к обоснованию научных направлений по изучению лессовых и многолетнемерзлых пород, илов, песков, засоленных грунтов, торфов. По результатам изучения только лессовых пород, было опубликовано более десяти тысяч работ, в том числе крупные монографии известных инженеров-геологов: Н.Я. Денисова, В.А. Приклонского, И.В. Попова, С.С. Морозова, Е.М. Сергеева, А.К. Ларионова, Г.А. Мавлянова, В.П. Ананьева, Л.Г. Балаева, М.П. Лысенко, В.Ф. Краева, И.И. Молодых, Г.К. Бондарика, В.Г. Трофимова и многих других.

Думаю, сегодня можно утверждать, что сложнейшие вопросы происхождения лессов и их просадочности изучены на таком высоком уровне, который позволяет надежно оценивать устойчивость различных сооружений. Изучение скальных и полускальных пород существенно изменилось и приблизилось к решению современных задач строительной и горной практики при переходе к оценке их в массиве с учетом трещиноватости, слоистости, закарстованности и других нарушений однородности. Этому способствовали работы П.Н. Панюкова, опубликованные в начале 50-х гг., а также исследования горняков (Г.Н. Кузнецов, Г.Л. Фисенко и др.).

Инженерно-геологическое изучение природных и техногенных процессов и явлений получило свое развитие в связи с ростом и масштабов строительства гидротехнических, транспортных, горных, промышленных и гражданских сооружений в течение всего XX века. В довоенное и послевоенное время значительный вклад в развитие этого направления внесли Ф.П. Саваренский, И.В. Попов, Н.Ф. Погребов, М.П. Семенов, Н.В. Каменский и др. Тру-

дами этих ученых заложен теоретический фундамент оценки и прогноза сложного процесса взаимодействия геологической среды с инженерными сооружениями. В 1951 г. И.В. Попов в своем капитальном труде «Инженерная геология» отметил две главные особенности развития этого направления: а) внедрение понятия инженерной деятельности человека как геологического фактора и б) новое понимание задач инженерной геологии как науки, изучающей взаимодействие инженерных сооружений с природной геологической обстановкой (Попов, 1951, с.4), в которых еще в середине XX столетия были заложены принципы экологического подхода к оценке и прогнозу последствий взаимодействия двух сред — геологической и техногенной.

На основе этих двух положений происходило окончательное оформление двух главных направлений инженерной геологии - инженерной геодинамики и региональной инженерной геологии. В становлении последней, особую роль сыграли монографический труд И.В. Попова «Инженерная геология СССР» в 5-ти частях (Попов 1961-74) и коллективный труд «Инженерная геология СССР» под редакцией Е.М. Сергеева, вышедшего в 8-и томах в 1976-1978 годах. В последующие периоды эти принципы использовались многими исследователями при определении современных задач инженерной геологии как науки: а) «Изучающей земную кору как среду жизни и деятельности человека» (Сергеев, 1978, с. 10); б) «о геологических условиях строительства сооружений, региональном использовании геологической среды и ее охране в связи с развитием геологических процессов и явлений» (Ломтадзе, 1978, с. 8); в) «о свойствах геологической среды, определяющих ее взаимодействие с другими средами, об ее движении, процессах, проте-

кающих в ходе этих взаимодействий...» (Бондарик, 1981, с. 38).

Наиболее высокий уровень своего развития инженерная геология практически по всем теоретическим и прикладным направлениям достигла в 70-80-е гг. Ведущими учеными страны по накопленным результатам научных и прикладных исследований в разных регионах страны при строительстве крупных сооружений были опубликованы большие обобщающие работы. Среди них, в первую очередь, следует назвать капитальные труды больших коллективов ученых, вышедшие под редакцией Е.М. Сергеева (Грунтоведение 1971, 1973, Инженерная геология СССР в 8-и томах, 1976-1978, Теоретические основы инженерной геологии, 1985-86), серию учебников - монографий В.Д. Ломтадзе, теоретические работы и учебные пособия Г.К. Бондарика, Г.С. Золотарева, И.С. Комарова, В.И. Осипова, В.Т. Трофимова, Г.А. Голодковской, Е.П. Емельяновой, Г.И. Тер-Степаняна, И.М. Горьковой и др.

О больших достижениях инженерной геологии и высоком уровне ее развития можно судить и по публикациям материалов многочисленных международных и всесоюзных конгрессов, конференций, семинаров. Об этом же свидетельствует и создание в 1968 г. международной Ассоциации по инженерной геологии, президентом которой в период с 1976 по 1980 г был академик Е.М. Сергеев.

На всем протяжении своего существования инженерная геология обеспечивала необходимой информацией об инженерно-геологических условиях территорий, осваиваемых человеком, и прогнозировала возможные результаты их взаимодействия с различными сооружениями в период их строительства и эксплуатации. Для этого выполнялись т.н. инженерно-геологические изыскания. Это особое на-

правление в деятельности инженера-геолога, которое по-разному трактуется специалистами, учеными и практиками. Здесь нет возможности останавливаться более подробно на этом вопросе, но надо иметь в виду, что окончательным продуктом таких изысканий является оценка инженерно-геологических условий объекта и прогноз их изменения в результате динамического и функционального взаимодействий, определяющих экологическую и социальную безопасность на освоенных и прилегающих к ним территориях. Успехи данного направления зависят не только от уровня теоретических исследований, но во многом от методики и техники выполнения полевых и лабораторных работ. Достигнутый к настоящему моменту уровень этих работ нельзя признать удовлетворяющим современным требованиям рационального использования территорий и охраны природных ресурсов, что всегда снижало качество выдаваемой инженерно-геологической информации.

В итоге, к концу XX века инженерно-геологическая наука подошла с большим объемом научных и прикладных достижений и с огромным теоретическим потенциалом. Современная инженерная геология способна решать теоретические и производственные задачи по оценке инженерно-геологических условий территорий разной сложности при строительстве и эксплуатации любых инженерных сооружений, по прогнозу изменений этих условий в результате взаимодействия геологической и техногенной сред и по управлению природными и техногенными процессами с целью обеспечения нормального функционирования техносферы и экологической безопасности освоенных и осваиваемых территорий. Для некоторых процессов и явлений, возникающих в результате взаимодействия, разработаны детерминированные и стохастические модели.

Инженерная геология в XXI веке будет развиваться в обстановке, характеризующейся следующими особенностями:

1. Глобальной активизацией природных процессов в земной коре в результате взаимодействия 4-х природных сред ЛС, ГС, АС, БС.

2. Рост разнообразия, масштабов и интенсивности техногенных воздействий на ОС (в т.ч. ГС) в связи с дальнейшим развитием цивилизации человеческого общества.

3. Высокими требованиями к надежности и достоверности оценок и прогнозов условий социально-экологической безопасности жизнедеятельности на планете.

Эти три характерные особенности будут определять основные задачи инженерной геологии в начале XXI века, которые можно сформулировать следующим образом:

1. Главной проблемой всех направлений (разделов) инженерной геологии должно стать взаимодействие между фазами грунтовой системы, компонентами инженерно-геологических условий и элементами техногенно-геологической системы. Разработка теории функционального и динамического взаимодействий позволит повысить уровень наших представлений о природе свойств горных пород (грунтов) и закономерностях техногенно-геологических процессов и явлений, а это значит поднять точность и надежность наших оценок и прогнозов.

2. Исходя из природы, механизма и масштаба взаимодействия (функционального и динамического) необходимо определять форму и размеры сфер влияния воздействия, прогнозировать их изменения во времени и обосновывать оптимальные решения, обеспечивающие нормальные условия функционирования инженерных сооружений и экологическую безопасность жизнедеятельности на осваиваемых территориях; выявлять и оценивать специфику инженерно-геологического мониторинга разных уровней (детального, локального, регионального) и разработать методику их функционирования в общей системе геологического мониторинга.

3. Дальнейшее развитие инженерной геологии по всем ее направлениям (и особенно в области инженерных изысканий) не может происходить без переоценки роли и значения методической и технологической баз полевых и лабораторных работ. Необходимо существенно увеличить объем научных и экспериментальных исследований с целью разработки новых методических подходов к решению современных задач. Особое внимание следует уделить моделированию (по аналогии, физическому, математическому) и усовершенствованию технических средств для лабораторных и полевых исследований, в т.ч. разработка компьютерных программ количественных оценок и прогнозов инженерно-гео-логических и геоэкологических условий осваиваемых территорий и акваторий. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Иванов И.П., Постухов Г.Б. – Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет).

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 1 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. *А.М. Гальперин*.