



О ТАК НАЗЫВАЕМОМ ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ В ГРУНТОВЕДЕНИИ

ABOUT SO-CALLED GEOGRAPHICAL APPROACH IN SOIL SCIENCE

ТРОФИМОВ В.Т.

Заведующий кафедрой инженерной и экологической геологии геологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, д.г.-м.н., профессор, trofimov@rector.msu.ru

Ключевые слова:

грунтоведение; объект и предмет грунтоведения; основной закон грунтоведения; причина зональности инженерно-геологических условий; географический подход в грунтоведении.

Аннотация

В статье показана ошибочность попытки ввода в терминологию инженерной геологии словосочетания «географический подход в грунтоведении». Это доказывается характеристикой содержания, объекта, предмета и структуры грунтоведения, его основного закона, палео- и современной тепло- и влагообеспеченностью массивов грунтов и соотношением этих характеристик между собой как геофизической причиной зональности инженерно-геологических условий.

Abstract

The paper shows falsity of the attempt to introduce into the terminology of Engineering Geology the phrase of «geographical approach in Soil Science». This is proved by description of the content, object, subject and structure of Soil Science, its basic law, paleo- and present heat and moisture supply of soil masses and the ratio of those characteristics as the geophysical reason of zonality of engineering-geological conditions.

TROFIMOV V.T.

Head of the Department of Engineering and Ecological Geology of the Geology Faculty of Lomonosov Moscow State University, PhD (doctor of science in Geology and Mineralogy), professor, trofimov@rector.msu.ru

Key words:

Soil Science; object and subject of Soil Science; basic law of Soil Science; the reason of zonality of engineering-geological conditions; geographical approach in Soil Science.

Введение

В первом циркуляре — приглашении на юбилейную научно-техническую конференцию, посвященную 100-летию со дня рождения Н.И. Кригера, приведенном в июне 2015 года ОАО ПНИИИС в разделе «Планируемая тематика», был помещен такой пункт: «4. *Лито-экология (географический подход в грунтоведении)*»¹. Для меня, профессионального инженера-геолога, соавтора с третьего по шестое изданий и редактора шестого издания учебника «Грунтоведение» [3], такая постановка вопроса о структуре грунтоведения, о якобы появлении в нем нового, *географического*, направления представляется одиозной и требующей обсуждения. Действительно ли это новое направление (и на каких признаках оно обособлено) или это инициатива какого-либо автора или организационного комитета? Может быть, выдвинутая позиция основана на том, что во многих работах Н.И. Кригер рассматривал связь состава и свойств пород с географической средой?

Для того чтобы ответить на эти вопросы, необходимо рассмотреть не только представления о современном содержании и структуре грунтоведения как научного направления инженерной геологии, его основной закон, но и факторы формирования инженерно-геологических условий, закономерности зонального изменения формируемых ими инженерно-геологических условий.

Содержание и структура грунтоведения

Грунтоведение — геологическая наука о грунтах. Именно геологическая, поскольку она изучает объект как систему динамическую, историко-геологическую, сформировавшуюся на определенном этапе развития Земли, претерпевшую позже постгенетические преобразования под влиянием природных и техногенных процессов и вследствие этого приобретающую те современные особенности, с которыми исследователь встречается в настоящее время в научных или практически

¹ Выделение автора.



ориентированных инженерно-геологических работах. Именно в этом — *подходе к грунту как геологическому объекту* — заключается главное отличие грунтоведения от других наук, также изучающих грунты, например от механики грунтов и геотехники.

Грунтоведение является научным направлением инженерной геологии, которая с использованием термина «грунт» определена в [3] как *наука геологического цикла, исследующая состав, состояние, строение и свойства грунтов верхних горизонтов земной коры, современную их динамику, закономерности формирования и пространственно-временного изменения под воздействием природных и антропогенных (техногенных) современных и прогнозируемых геологических процессов*. Эти процессы могут формироваться как в ходе естественного развития земной коры под влиянием совокупности природных факторов, так и в связи с инженерно-хозяйственной, прежде всего инженерно-строительной, деятельностью человечества. С учетом этих позиций введено следующее определение: *грунтоведение — это научное направление инженерной геологии, исследующее состав, состояние, строение и свойства грунтов и сложенных ими грунтовых толщ (тел и массивов), закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под воздействием современных и прогнозируемых геологических процессов, формирующихся в ходе развития земной коры под влиянием совокупности всех природных факторов и в связи с инженерно-хозяйственной, прежде всего инженерно-строительной, деятельностью человечества* [3, 5].

Объектом изучения грунтоведения являются грунты и слагаемые ими грунтовые толщи (массивы) верхней части разреза земной коры, а предметом — знания о грунтах, их составе, состоянии, строении и свойствах. При этом под грунтами понимаются *любые горные породы, почвы, осадки и антропогенные породоподобные геологические образования*, рассматриваемые как многокомпонентные динамичные системы, исследуемые в связи с планируемой, осуществляемой или осуществленной инженерной деятельностью человека. В общем случае, *грунт — это минеральная, минерально-органическая или органоминеральная многокомпонентная многофазная система, которая включает твердый, жидкий и газообразный компоненты (как костные, так и живые) и изучается в инженерно-геологическом отношении*.

Из этого следует, что «грунт» — это специальный инженерно-геологический термин. Именно он дал название первому научному направлению инженерной геологии — грунтоведению. В его структуре обособлены три научных направления: общее грунтоведение, региональное грунтоведение и геодинамическое грунтоведение.

При проведении исследований в грунтоведении, как и в других научных направлениях инженерной геологии, решаются задачи трех типов — морфологические, ретроспективные и прогнозные в отношении грунтовых массивов. Решение задач первого типа позволяет оценить современные особенности их состава, строения, состояния и свойств, второго типа — восстановить историю формирования названных особенностей массивов, третьего типа — предсказать их поведение при хозяйственном освоении. И все эти вопросы — вопросы геологические.

Факторы формирования инженерно-геологических условий и факторы их изменения

В инженерной геологии в настоящее время используются два на первый взгляд схожих и близких по звучанию термина — «факторы инженерно-геологических условий» и «факторы формирования инженерно-геологических условий». В содержательном плане это разные понятия, и их нужно четко разделять. Между факторами инженерно-геологических условий и факторами их формирования существует причинно-следственная связь — вторые являются причиной, а первые — следствием действия вторых.

Под факторами инженерно-геологических условий подразумевают *современные морфологически выраженные геологические особенности территорий, изучаемые в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека*. Именно современные и именно морфологически выраженные. Практически это синоним понятия «компоненты инженерно-геологических условий».

С факторами инженерно-геологических условий мы имеем дело при решении морфологических, статических по своему содержанию, задач. Если нужно охарактеризовать инженерно-геологические условия какой-либо территории, дается описание следующих параметров: отметок, уклонов, расчлененности рельефа; состава, строения, состояния и свойств грунтов; положения водоносных горизонтов, их взаимосвязи, напоров, химического состава и т.д.; распространения, строения, температуры и мощности многолетнемерзлых пород, глубины сезонного протаивания (промерзания) и т.д.; проявлений современных геологических процессов (проявления древних процессов отражены либо в отложениях, либо в формах рельефа).

Перечисленные морфологически выраженные параметры определяют современный инженерно-геологический облик территории и выступают как факторы инженерно-геологических условий. И.В. Попов предложил разделять их на региональные, геологические и зональные. В.Т. Трофимов уточнил, что вторые правильнее называть зонально-геологическими или зональными геологическими факторами инженерно-геологических условий (табл. 1), поскольку, с одной стороны, они отличаются зональным характером пространственного изменения, а с другой — являются геологическими по существу.

Факторы формирования инженерно-геологических условий — это эндогенно и экзогенно обусловленные особенности развития территории, которые являются причиной, создавшей наблюдаемые в настоящее время сочетания инженерно-геологических факторов-параметров. В современной инженерно-геологической обстановке запечатлена долгая и сложная история развития регионов. «Творцами» этой истории были и есть не только геологические, но и климатические факторы; результат их совместного действия получил (получает) геологическое выражение. При необходимости историю развития территории можно восстановить и определить факторы, под влиянием которых сформировались современные ее особенности. Именно это и делает инженер-геолог при решении ретроспективных задач. От факторов формирования мы отталкиваемся при разработке региональных прогнозов. Изучение

Таблица 1

Факторы инженерно-геологических условий и факторы формирования инженерно-геологических условий					
Факторы (компоненты) инженерно-геологических условий			Факторы формирования инженерно-геологических условий		
Региональные геологические	1. Мега- и мезорельеф. 2. Состав, строение и свойства, степень литификации или метаморфизации пород, условия их залегания и распространения. 3. Условия залегания и химический состав подземных вод глубоких горизонтов. 4. Характер эндогенных и экзогенных геологических процессов		Региональные геологические	1. Совокупность геологических процессов, реализованных в ходе истории геологического развития территории. 2. Современное тектоническое развитие территории	Техногенные
Зональные геологические	1. Современное состояние пород и их свойства. 2. Глубина залегания и химический состав грунтовых вод. 3. Характер и интенсивность экзогенных геологических процессов		Зональные	1. Теплообеспеченность территории. 2. Увлажненность территории. 3. Соотношение теплообеспеченности и увлажненности территории	

причинно-следственных связей дает ключ к решению целого ряда главнейших задач региональной инженерной геологии — выявлению закономерностей формирования инженерно-геологических условий различных структурных зон земной коры и закономерностей пространственного распределения территорий с определенными инженерно-геологическими условиями.

Факторы формирования инженерно-геологических условий делятся на три группы. К первой относятся преимущественно эндогенные по своей природе *региональные геологические факторы*. Вторую группу составляют экзогенные по своей природе *зональные факторы*, которые иногда называют зональными географическими, хотя по своему содержанию они являются геофизическими. Последняя, третья, группа включает *техногенные факторы формирования*, а точнее, *факторы изменения естественно сформированных инженерно-геологических условий* (см. табл. 1).

Региональные геологические факторы формирования инженерно-геологических условий — это совокупность геологических процессов, реализованных в ходе геологической истории территории, и ее современное тектоническое развитие. Именно эти эндогенные причины в решающей степени определяют современный инженерно-геологический облик массивов.

Зональные факторы формирования инженерно-геологических условий — это экзогенно обусловленные особенности территории, прежде всего теплообеспеченность, увлажненность и их соотношение. Эти экзогенные по своей природе факторы определяют современное состояние пород и во многом их свойства,

глубину залегания и химический состав грунтовых вод, характер и интенсивность экзогенных геологических процессов [4, 6, 9].

Основной закон грунтоведения

Основной закон грунтоведения с использованием термина «грунт» сформулирован В.Т. Трофимовым так: *состав, строение, состояние и свойства грунтов определяются их генезисом, характером постгенетических процессов и современным пространственным (координатным) положением.* Подчеркнем, что в данном случае пространственное положение, включая глубину залегания грунта, определяет современный тектонический режим массивов, тепло- и влагообеспеченность объекта, его природное напряженное состояние и характер техногенного воздействия. Этот закон назван законом Приклонского — Сергеева — Ломтадзе [3]. Он объясняет морфологическое многообразие грунтов, а также четко подчеркивает их генетическое многообразие.

Отметим, что причинная обусловленность многообразия грунтов изучена значительно слабее многообразия морфологического. И это естественно, поскольку именно морфологические характеристики, которые мы научились определять, требуются для решения прагматических задач. Изучение же причинной обусловленности многообразия грунтов — задача сугубо научная, но инженерно-геологическая по содержанию. В этой области еще мало сделано и известно существенно меньше, чем в области морфологии грунтов.

Таблица 2

Типы и виды инженерно-геологических зон (по [4, 9])						
Тип, вид	Инженерно-геологические зоны					
Тип	практически сплошного распространения многолетнемерзлых пород (I)		совместного распространения многолетнемерзлых и талых пород (II)		распространения талых (и немерзлых) пород (III)	
Вид	практически сплошного распространения многолетнемерзлых пород* (А)	распространения ледников и многолетнемерзлых пород (Б)	массивно-островного и островного распространения многолетнемерзлых пород** (В)	редкоостровного распространения многолетнемерзлых пород*** (Г)	распространения сильно-увлажненных пород (Д)	распространения слабо- и умеренно увлажненных пород (Е)

* В зоне практически сплошного распространения многолетнемерзлые породы занимают более 95% территории.
 ** В зоне массивно-островного и островного распространения многолетнемерзлые породы занимают от 30 до 95% территории.
 *** В зоне редкоостровного распространения многолетнемерзлые породы занимают менее 30% площади.



Палео- и современная тепло- и влагообеспеченность массивов, их соотношение между собой — причины зональности инженерно-геологических условий как глобального явления

Исследование инженерно-геологических условий Земли показало, что именно различный приток тепла и влаги, их различные соотношения являются теми главными причинами, которые обуславливают формирование разных инженерно-геологических условий на разных широтах (высоте) в пределах одинаковых в структурно-геологическом отношении территорий. Развитие этих работ показало, что зональность инженерно-геологических условий — явление не только региональное, но и глобальное. Это позволило говорить о закономерности рассматриваемого явления и поставить вопрос о законе зональности инженерно-геологических условий континентов Земли. Формулировка этого закона предложена В.Т. Трофимовым в следующей редакции: *зональное изменение инженерно-геологических условий континентов Земли выражается в их закономерной горизонтальной и вертикальной (высотной) трансформации и определяется современной тепло- и влагообеспеченностью и их соотношением между собой* [9].

Для отражения зонального характера изменения инженерно-геологических условий и его учета при инженерно-геологическом районировании было введено понятие «инженерно-геологическая зона» — *крупная часть региона, в пределах которой современное состояние пород в разрезе грунтовой толщи, обусловленное главным образом особенностями фазового состояния воды и ее количества в них, с инженерно-геологических позиций однотипно и регионально выдержанно*. Систематика инженерно-геологических зон

включает три типа, каждый из которых объединяет два их вида (табл. 2). Комплекс инженерно-геологических условий этих единиц различен, что показано в работе [9]. Тепло- и влагообеспеченность инженерно-геологических зон охарактеризована в табл. 3.

Инженерно-геологические зоны и зоны ландшафтные (географические) по своему содержанию различны [9], хотя их наличие и обусловлено одной и той же причиной — характером тепло- и влагообеспеченности поверхности Земли, то есть причиной *геофизической*. Подчеркнем, что именно эта причина — различная тепло- и влагообеспеченность территории и их соотношение — была использована А.А. Григорьевым и И.И. Будыко [2] при разработке периодического закона географической зональности.

Заключение

В качестве итогов обсуждения поставленного во введении вопроса сформулируем следующие позиции.

1. Грунтоведение, являющееся научным направлением инженерной геологии, — *геологическая наука*; в силу этого все научные разделы грунтоведения также являются *геологическими по содержанию*.

2. Грунты и грунтовые толщи — объекты грунтоведения — являются системами *открытыми*, сформировавшимися в определенных геологических условиях, претерпевшими постгенетические изменения и обменивающиеся веществом и энергией с взаимодействующими с ними внешними средами. Одной из таких сред является географическая среда², связь с особенностями которой состава и свойств лессов рельефно описал Н.И. Кригер [7, 8]. Однако особенности этой среды, так же как и инженерно-геологических условий (и грунтовых толщ как их компонента) обусловлены более мощной глобальной причиной — характером

Таблица 3

Типы и виды инженерно-геологических зон территорий с различной тепло- и влагообеспеченностью [9]									
Тепловая энергетическая база — радиационный баланс R , ккал/см ² в год (широты)	Условия увлажнения — радиационный индекс сухости R/Lr								
	< 0 (избыточное увлажнение)	0–1				0,80–1,00 (оптимальное увлажнение)	1–2 (умеренно недостаточное увлажнение)	2–3 (недостаточное увлажнение)	> 3 (крайне недостаточное увлажнение)
		0–0,2	0,20–0,33	0,33–0,60	0,60–0,80				
< 0 (высокие широты)	$\frac{1-B}{I-B}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0–50 (южно-арктические, субарктические и средние широты)	-	I		II		III			
		I-A	II-B	II-Г	III-Д		III-E		
50–75 (субтропические широты)	-	-		III					
		III-Д			III-E				
>75 (тропические широты)	-	-		III					
		III-Д			III-E				

² *Географическая среда (г.с.)* — «природные условия существования человека на Земле, вовлеченные в сферу его деятельности. Г.с. относится к глобальным понятиям, в качестве ее хозяина рассматривается все человечество. Г.с. характеризуют объем и состав входящих в нее элементов и их роль в системе исторически меняющихся взаимосвязей г.с. и общества. Пространственные особенности г.с. (климат, рельеф, обеспеченность стран и районов природными ресурсами и др.) существенно влияют на жизнь общества» [1, с. 578].

тепло- и влагообеспеченности территории и их соотношением между собой. Именно эта причина обуславливает зональное распределение на Земле и ландшафтных, и инженерно-геологических условий. И такой тип пространственного изменения инженерно-геологических условий в целом и грунтовых толщ *не следует называть географическим*.

3. В силу первых двух позиций не следует вводить в оборот словосочетание «географический подход в грунтоведении». А «литозкология», если принять содержание этого термина по Н.И. Кригеру [8], не должна сводиться к указанному словосочетанию.

Ведь литозкология — это «научное направление, изучающее новейшие изменения горных пород и образуемых ими более сложных систем, а также приспособление их к окружающей географической среде (т.е. природным и техногенным физическим полям)». Тут, с моей точки зрения, самое важное — не словосочетание «с окружающей географической средой», а словосочетание «приспособление к... природным и техногенным полям». И надо вернуться к обсуждению введенного Н.И. Кригером и Н.А. Граве еще в 1974 году содержания термина «литозкология» и ответить на вопрос: что же в нем экологичного? 🐞

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большая российская энциклопедия. Том 6. Восьмеричный путь — германцы. М.: Большая российская энциклопедия, 2006. 767 с.
2. Григорьев А.А., Будыко И.И. О периодическом законе географической зональности // Доклады Академии наук СССР. 1956. Т. 110. № 1. С. 129–132.
3. Грунтоведение / Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. (под ред. В.Т. Трофимова). М.: Изд-во МГУ, 2005. 1024 с.
4. Грунтовые толщи Западно-Сибирской плиты / под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во Московского университета, 1988. 128 с.
5. Инженерная геология России. Том 1. Грунты России / под ред. В.Т. Трофимова, Е.А. Вознесенского, В.А. Королева. М.: КДУ, 2011. 672 с.
6. Карта грунтовых толщ Западно-Сибирской плиты масштаба 1:1 500 000. М.: Картографо-геодезическое предприятие ГУЦР, 1972.
7. Кригер Н.И. Лёсс, его свойства и связь с географической средой. М.: Наука, 1965. 296 с.
8. Кригер Н.И. Лёсс. Формирование просадочных свойств. М.: Наука, 1986. 133 с.
9. Трофимов В.Т. Зональность инженерно-геологических условий континентов Земли. М.: Изд-во МГУ, 2002. 348 с.

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ СТАИНА НИКОЛАЯ ЕВГЕНЬЕВИЧА

Родился 8 июня 1950 г. в д. Новоселы Нижнетавдинского района Тюменской области.

В 1967 г. закончил среднюю школу.

1967–1969 гг. — учеба в Тюменском промышленном институте.



1969–1972 гг. — служба в Военно-морском флоте на подводных лодках. Секретарь комсомольской организации корабля.

1972–1978 гг. — учеба в Тюменском промышленном институте. Секретарь комсомольской организации факультета с 1974 по 1978 гг. Закончил институт с отличием по специальности «Гидрогеология и инженерная геология».

1978–1988 гг. работал в тресте «ТюменьТИСИЗ», прошел путь от инженера-геолога до управляющего трестом. Выполнял работы по инженерным изысканиям на объектах Западно-Сибирского нефтегазового комплекса и в городах и поселках Тюменской области, является автором более ста технических отчетов по инженерно-геологическим изысканиям.

В 1988 г. при слиянии треста «ТюменьТИСИЗ» и Сибирского филиала ПНИИИС назначен главным инженером института «ЗапСибПНИИИС».

В 1993 г. избран генеральным директором «Тюмень-ПНИИИС», проработал в этой должности до 2011 г.

С 2011 г. работает директором Тюменского филиала НП СРО «АИИС».

Награжден медалью «За освоение недр Западной Сибири».

Редакция журнала «Инженерная геология» поздравляет Николая Евгеньевича с юбилеем, желает здоровья, сил, счастья и всегда хорошего настроения!