

УДК 624.131(470.61-25)

**ГРУНТОВЫЕ ТОЛЩИ Г. РОСТОВА-НА-ДОНУ****Хансиварова Н.М., Гуровская А.С.***ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону,  
e-mail: n.Khansivarova@yandex.ru*

Статья посвящена анализу грунтовых условий территории г. Ростова-на-Дону – крупного индустриально-промышленного центра Европейской части юга России. Актуальность проведенных исследований обусловлена тем, что строительное освоение ведется в трудных инженерно-геологических условиях, которые характеризуются самой высокой категорией сложности – III. Она обусловлена наличием специфических лёссовых грунтов, проявляющих просадочные свойства. Другой важный фактор, определяющий высокую категорию сложности, – повышение уровня грунтовых вод, следствием которого является увеличение влажности грунтов, усиливающее просадочность. Изучены грунтовые массивы 150 площадок проектируемого строительства промышленных и гражданских сооружений. Анализ и обобщение результатов инженерно-геологических изысканий, проведенных на площадках, позволили авторам в соответствии с классификацией грунтов России выделить классы, группы, типы и виды грунтовых толщ, которые слагают территорию города. При выделении грунтовых толщ учитывались два критерия – литологический состав, строение грунтовых массив и степень увлажненности пород. Установлено, что в геологическом строении, в основном, принимают участие грунтовые толщ, сложенные грунтами класса «дисперсные». Всего выделено 13 видов грунтовых толщ. Новизна исследования заключается в том, что впервые для конкретной территории проведено обобщение инженерно-геологической информации на иерархическом уровне «грунтовая толща». Кроме того, в классификацию грунтов России авторами внесены новые данные о литологическом строении и состоянии шести видов грунтовых толщ, которые ранее выделены не были. Полученные автором результаты могут быть использованы при решении прикладных задач, связанных с выполнением инженерно-геологических изысканий, типизации территорий, картирования.

**Ключевые слова:** схематизация, грунтовые толщ, лёссовые породы, дисперсные породы, слабоувлажненные породы

**GROUND LAYERS OF ROSTOV-ON-DON****Khansivarova N.M., Gurovskaya A.S.***Southern Federal University, Rostov-on-Don, e-mail: n.Khansivarova@yandex.ru*

The article is devoted to the analysis of the soil conditions of the territory of Rostov-on-Don, a large industrial center of the European part of the south of Russia. The relevance of the conducted research is because construction development is carried out in difficult engineering and geological conditions, which are characterized by the highest category of complexity – III. It is caused by the presence of specific loess soils that exhibit subsidence properties. Another important factor that determines a high category of complexity is an increase in the level of groundwater, which results in an increase in soil moisture, which increases subsidence. The soil massifs of 150 sites of the projected construction of industrial and civil structures were studied. The groundmasses of 150 sites of the projected construction were studied. The analysis and generalization of the results of engineering and geological surveys conducted at the sites allowed the authors to identify classes, groups, types and types of soil strata that make up the territory of the city in accordance with the classification of soils in Russia. When selecting soil strata, two criteria were taken into account – the lithological composition, the structure of the soil mass and the degree of moisture content of the rocks. It is established that the geological structure mainly involves soil strata composed of dispersed soils. In total, 13 types of soil strata have been identified. The novelty of the research lies in the fact that for the first time for a specific territory, a generalization of engineering and geological information was carried out at the hierarchical level «ground layer». In addition, the authors have introduced new data on the lithological structure and condition of six types of soil strata, which were not previously identified, into the classification of soils in Russia. The results obtained by the author can be used in solving applied problems related to performing engineering and geological surveys, typing territories and mapping.

**Keywords:** schematization, ground layers, loess rocks, dispersed rocks, slightly wetted rocks

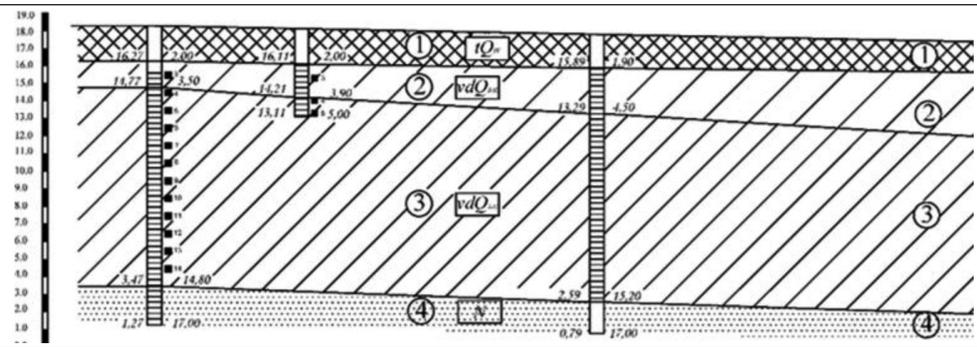
Одним из основных инструментов исследования геологической среды являются инженерно-геологические изыскания, обеспечивающие сведения о показателях свойств, состава и состояния горных пород и подземных вод. Производственная информация, полученная на всех этапах выполнения изысканий, переводится на различные уровни с постепенной схе-

матизацией геологической среды. В общем виде такая схематизация представляет собой переход от описательной текстовой информации к построению геолого-литологических колонок, инженерно-геологических разрезов с последующим расчленением грунтовых массивов на инженерно-геологические (ИГЭ) и расчетные элементы (РГЭ) (таблица).

Выделение ИГЭ и РГЭ осуществляется с применением принципа геолого-генетической оценки состава грунтов, а также хорошо известных вероятностно-статистических методов [1, 2]. На их основе устанавливаются нормативные и расчетные показатели свойств и состава грунтов, выделенных ИГЭ (РГЭ), а также подземных вод. Результатом является структурно-схематическая модель геологической среды, в которой сохраняется инженерно-геологическая основа, используемая для детального комплексного исследования инженерно-геологических условий и их описания, разработки различных количественных критериев, характеризующих состояние компонентов геологической среды; карти-

рования и др. На сегодняшний день высшим иерархическим уровнем схематизации является геомеханическая модель объекта (площадки), которая представляет собой совокупность ИГЭ (РГЭ). Новизной представленных исследований представляется обобщение инженерно-геологической информации на уровне «грунтовая толща». Выполнение подобной схематизации необходимо в связи с тем, что ИГЭ (РГЭ), слагающие грунтовую толщу, имеют разные нормативные и расчетные показатели свойств и состава грунтов, однако для решения многих прикладных геологических и экологических задач необходимо иметь информацию об инженерно-геологических особенностях грунтового массива в целом.

Схематизация инженерно-геологической информации

<p>Визуальное описание ↓</p>	<p>Слой 1 – (t Q ) от 0,0 м до 0,9-1,0 м – асфальтовое покрытие (10 см). Насыпной слой: суглинок, почвенный слой. Слой 2 – (dQ ) от 0,9-1,0 м до 14,30-14,70 м – суглинок тяжелый пылеватый палево-желтый, твердый, просадочный, незасоленный, ненабухающий с включением карбонатов и редкими вкраплениями марганца. Встречаются редкие прослой супеси (5-12 см). Слой 3 – (eQ ) от 14,3-14,7 м до 15,5-16,5 м – погребенная почва – суглинок тяжелый пылеватый, коричневатый, твердый, просадочный, незасоленный, ненабухающий, с карбонатами, вкраплениями марганцами пятнами гумуса</p>																								
<p>Геолого-литологическая колонка ↓</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Возраст пород</th> <th>Глубина, м</th> <th>Мощность слоя, м</th> <th>Условные обозначения</th> <th>Геолого-литологическое описание пород</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>eQ<sub>4</sub></td> <td>0,0-1,0</td> <td>0,1</td> <td>1</td> <td>Асфальт. Насыпной слой: суглинок с почвенно-растительным слоем</td> </tr> <tr> <td>eQ<sub>4</sub></td> <td>От 0,9-1,0 до 14,30-14,70</td> <td>5,0-12,0</td> <td>2</td> <td>Суглинок тяжелый пылеватый, от темно- до желто-бурого, твердый, просадочный, незасоленный, ненабухающий с корнеходами</td> </tr> <tr> <td>dQ<sub>3</sub></td> <td>От 14,30-14,70 до 15,5-16,5</td> <td></td> <td>3</td> <td>Суглинок тяжелый пылеватый, коричневатый, твердый, незасоленный, с вкраплениями марганцами пятнами гумуса</td> </tr> </tbody> </table>	Возраст пород	Глубина, м	Мощность слоя, м	Условные обозначения	Геолого-литологическое описание пород	eQ <sub>4</sub>	0,0-1,0	0,1	1	Асфальт. Насыпной слой: суглинок с почвенно-растительным слоем	eQ <sub>4</sub>	От 0,9-1,0 до 14,30-14,70	5,0-12,0	2	Суглинок тяжелый пылеватый, от темно- до желто-бурого, твердый, просадочный, незасоленный, ненабухающий с корнеходами	dQ <sub>3</sub>	От 14,30-14,70 до 15,5-16,5		3	Суглинок тяжелый пылеватый, коричневатый, твердый, незасоленный, с вкраплениями марганцами пятнами гумуса				
Возраст пород	Глубина, м	Мощность слоя, м	Условные обозначения	Геолого-литологическое описание пород																					
eQ <sub>4</sub>	0,0-1,0	0,1	1	Асфальт. Насыпной слой: суглинок с почвенно-растительным слоем																					
eQ <sub>4</sub>	От 0,9-1,0 до 14,30-14,70	5,0-12,0	2	Суглинок тяжелый пылеватый, от темно- до желто-бурого, твердый, просадочный, незасоленный, ненабухающий с корнеходами																					
dQ <sub>3</sub>	От 14,30-14,70 до 15,5-16,5		3	Суглинок тяжелый пылеватый, коричневатый, твердый, незасоленный, с вкраплениями марганцами пятнами гумуса																					
<p>Геомеханическая модель ↓</p>																									
<p>Грунтовая толща →</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; background-color: #fff9c4;"> <p>Грунтовая толща, сложенная грунтами одного класса, дисперсная, двухпородная преимущественно глинистая с лёссовым слоем в верхней части</p> </div>																								

Целью исследования является обособление грунтовых толщ, слагающих территорию г. Ростова-на-Дону, а также приобщение новых типов грунтовых толщ, типичных для южного региона, к общепринятой классификации грунтов России.

#### **Материалы и методы исследования**

Для достижения поставленной цели были изучены 150 отчетов по результатам инженерно-геологических изысканий, проведенных на участках проектируемого строительства объектов промышленного и гражданского назначения. Применены методы анализа информации, такие как сбор данных, метод регистрации, обобщения, ранжирования, классификации и др. [3]. Выделение грунтовых толщ осуществлялось с использованием подхода В.Т. Трофимова к анализу состава, состояния, структуры и территориального распространения грунтов (таблица) [4].

В соответствии с классификацией В.Т. Трофимова по особенностям вещественного состава, структуры и иным критериям грунтовые толщи ранжируются на классы, группы, типы и виды, разновидности. Последние обособливаются значениями характеристик свойств, имеющих важное значение при оценке грунтов как оснований зданий и сооружений.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Город Ростов-на-Дону – ведущий индустриально-промышленный центр Южного федерального округа. В структурно-тектоническом отношении исследуемая территория относится к Скифской плите, которая приурочена к эпигерцинской платформе, в геологическом строении которой участвуют талые и немерзлые горные породы. Платформа состоит из плитного фундамента, представленного темно-сланцевыми отложениями верхнего и нижнего девона. Платформенный чехол сложен породами мезозоя и кайнозоя. Основаниями зданий и сооружений, в основном, являются субаэральные дисперсные породы четвертичного возраста, широко распространенные на территории Европейского юга России [5]. Дисперсные породы представлены связными и несвязными типами, имеют пестрый литолого-петрографический состав, разнообразные структурные особенности и инженерно-геологические свойства. Следует отметить присутствие в грунтовых массивах 1-5 ярусов погреб-

енных почв, датированных четвертичным возрастом [5].

Под грунтовой толщей понимают верхнюю 10-метровую часть массива горных пород, которая находится или может находиться в зоне интенсивного воздействия техносферы [5]. Нами под грунтовой толщей понимается верхняя 30-метровая часть разреза. Это обусловлено тем, что на юге РФ, как правило, бурение инженерно-геологических скважин проводится на глубину не ниже 50 м. Обособление грунтовых толщ осуществлялось по двум группам признаков. Первая группа включала показатели литологического состава и строения, а именно принадлежность грунтов к определенному классу, их сочетание в грунтовом массиве. Вторая группа признаков учитывала степень увлажненности грунтов. Грунтовые толщи, выделенные на территории г. Ростова-на-Дону по литологическим признакам, а также их положение в классификации В.Т. Трофимова представлены на рис. 1.

Классификация грунтовых толщ г. Ростова-на-Дону показывает, что на территории города распространены грунтовые толщи, сложенные грунтами одного класса (скальными или дисперсными) и сложенные грунтами разных классов (скальными и дисперсными). Преобладают грунтовые толщи, сложенные грунтами одного класса, – дисперсные грунты. Они составляют 86% от всего количества выделенных толщ и представлены группами: однопородными, двухпородными, многопородными. В литологическом составе перечисленных групп выделяются типы глинистых и лёссовых пород. В меньшей степени присутствуют песчаные и щебнистые грунты. Следует отметить, что в классификации В.Т. Трофимова используется термин «лёссовые грунты», критериями выделения которых являются: гранулометрический состав, светлая палево-желтая окраска, низкая влажность, значительный размер пор и содержание пустотного пространства в объеме породы, присутствие легко- и среднерастворимых солей, в том числе карбонатов, обеспечивающих способность держать вертикальные откосы в сухом состоянии; наличие слабых водонеустойчивых структурных связей. С 1950-х гг. неотъемлемым критерием лёссовых пород стала просадочность – способность доуплотняться при повышении влажности под действием собственного веса или под нагрузкой [6].

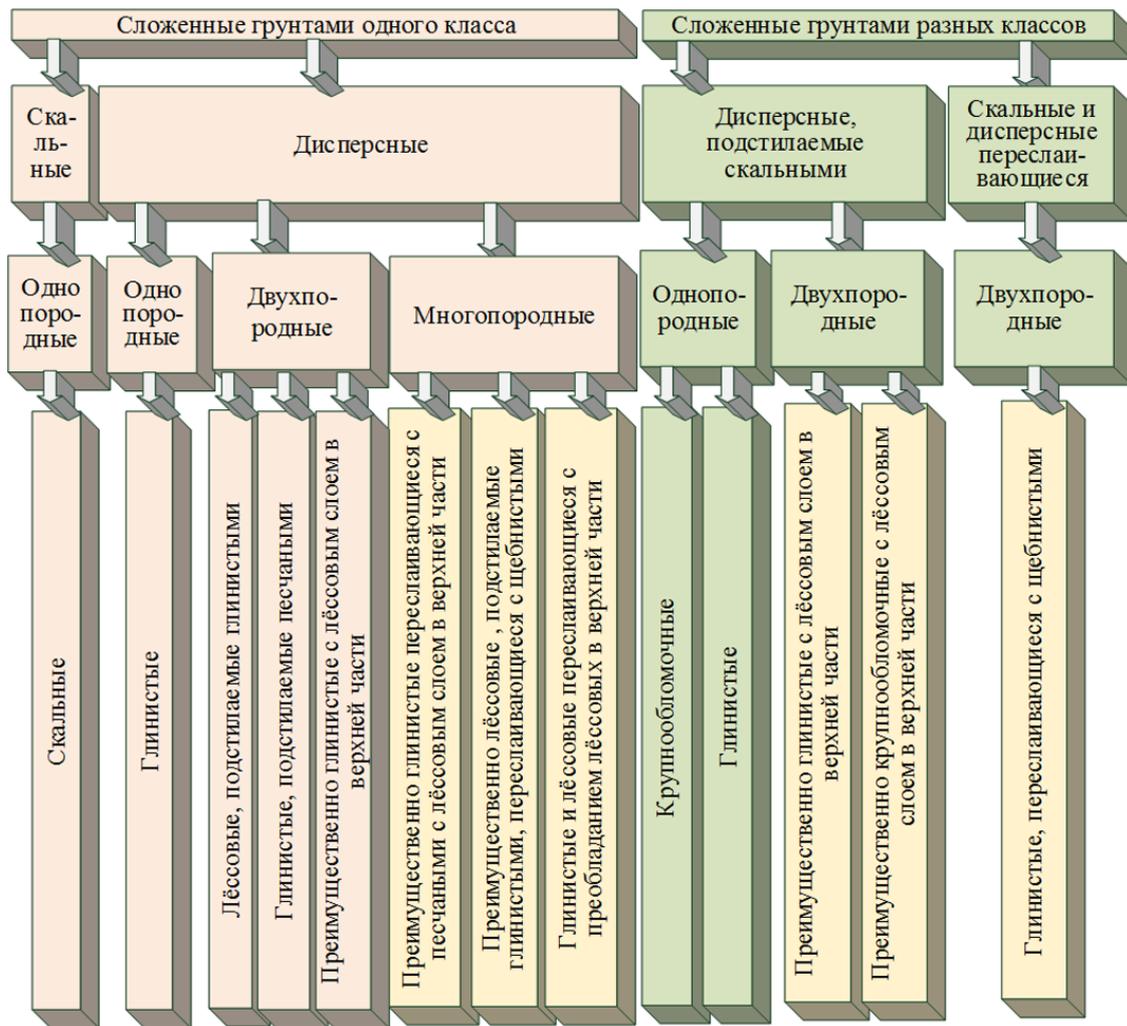


Рис. 1. Классификация грунтовых толщ г. Ростова-на-Дону

Среди глинистых видов, входящих в грунтовые толщи данного класса, наиболее распространены суглинки и глины легкие и тяжелые, пылеватые, от твердой до тугопластичной, реже мягкопластичной консистенции, непросадочные, ненабухающие или слабо набухающие, без примеси или с примесью органических веществ, незасоленные. Лёссовые виды грунтовых толщ, как правило, сложены суглинками легкими, реже тяжелыми, пылеватыми, твердыми, полутвердыми, просадочными, ненабухающими без примеси или с примесью органических веществ, незасоленными или слабозасоленными.

Среди обломочных грунтов преобладает элювий известняка-ракушечни-

ка – дресвяный или щебнистый грунт с обломками известняка разных размеров, разной степени выветрелости, малой или средней прочности, слабоувлажненными с глинистым заполнителем от 20 % до 47 %, основу которого составляет суглинок легкий или тяжелый, пылеватый, твердый. В качестве заполнителя также может присутствовать супесь опесчаненная, твердая.

Скальные грунты представлены известняками неогенового возраста, плотными, размягчаемыми от средней до сильной степени выветрелости, средней прочности с отдельными прослоями прочного известняка. Породы не выдержаны по простиранию и часто переслаиваются с песками.



Рис. 2. Соотношение наиболее распространенных видов грунтовых толщ, %

Процентное соотношение наиболее распространенных грунтовых толщ, слагающих территорию г. Ростова-на-Дону, представлено на рис. 2.

Присутствие грунтовых толщ в геологическом разрезе изучаемой территории, не отраженных в диаграмме, не превышает 1,5% от общего числа выделенных толщ.

Некоторые грунтовые толщи, отнесенные к классу дисперсных грунтов группы многопородных, выделены авторами впервые. К ним относятся:

- преимущественно глинистые переслаивающиеся с песчаными с лёссовым слоем в верхней части;

- преимущественно лёссовые, подстилаемые глинистыми, переслаивающиеся с щебнистыми;

- глинистые и лёссовые переслаивающиеся с преобладанием лёссовых в верхней части.

Для грунтовых толщ, сложенных грунтами разных классов, характерно меньшее классификационное разнообразие. Отмечается отсутствие грунтовых толщ группы скальных, подстилаемых дисперсными грунтами, а группа дисперсных, подстилаемых скальными, представлена только однопородными и двухпородными типами. Наиболее характерными видами грунтовых толщ данного класса являются глинистые и крупнообломочные породы. Достаточно часто в верхней части толщ имеется лёссовый слой. Крупнообломочные, глинистые и лёссовые виды представлены разновидностями, описание которых приведено для грунтовых толщ, сложенных грунтами одного класса. Грунтовые толщи, отнесенные к группе скальных и дисперсных переслаивающихся, характеризуются чередованием слоев глин, известняка и песка, мощность которых не превышает 1 м.

Среди грунтовых толщ данного класса впервые выделены следующие:

- дисперсные, подстилаемые скальными двухпородные преимущественно глинистые с лёссовым слоем в верхней части;

- дисперсные, подстилаемые скальными двухпородные преимущественно крупнообломочные с лёссовым слоем в верхней части;

- скальные и дисперсные переслаивающиеся двухпородные глинистые, переслаивающиеся с щебнистыми.

### Выводы

На основании анализа и обобщения собранных данных о литологическом составе и состоянии грунтовых массивов, изученных авторами, можно сделать следующие выводы.

1. В отличие от В.Т. Трофимова, который принимает мощность грунтовой толщи 10 м, авторами под грунтовой толщей понимаются горные породы и почвы, слагающие верхнюю 30-метровую часть разреза.

2. На территории г. Ростова-на-Дону выделено 13 видов грунтовых толщ. Среди них 8 сложены грунтами одного класса; 5 сложены грунтами разных классов.

3. Среди грунтовых толщ одного класса присутствуют скальные однопородные и дисперсные однопородные, двухпородные и многопородные типы грунтов. Грунтовые толщи дисперсной группы представлены семью видами, среди которых наибольшее распространение получили: преимущественно глинистые с лёссовым слоем

в верхней части; лёссовые, подстилаемые глинистыми; глинистые. Их доля составляет 78% от всех выделенных видов грунтовых толщ обоих классов и 89% – от видов грунтовых толщ, сложенных одним классом (рис. 2). Доля грунтовых толщ скальных однопородных составляет 3% от всех грунтовых толщ данного класса.

4. Классификация грунтов России, разработанная для обширной территории РФ, не может в полной мере отразить многообразные особенности состава, состояния и свойств грунтовых массивов различных регионов. Авторами впервые в группе дисперсных грунтовых толщ, сложенных грунтами одного класса, выделены новые виды, а именно преимущественно глинистые переслаивающиеся с песчаными с лёссовым слоем в верхней части; преимущественно лёссовые, подстилаемые глинистыми, переслаивающиеся с щебнистыми; глинистые и лёссовые переслаивающиеся с преобладанием лёссовых в верхней части. Все перечисленные виды относятся к типу многопородных.

5. Грунтовые толщи, сложенные грунтами разных классов, распространены менее широко по сравнению с толщами предыдущего класса. Среди разноклассовых толщ преобладают дисперсные, подстилаемые скальными, одно- и двухпородные. Их доля составляет 87% от выделенных толщ всего класса. Авторами выделены новые виды, из которых 2 приурочены к группе дисперсных, подстилаемых скальными двухпородных: преимущественно крупнообломочные с лёссовым слоем в верхней части; преимущественно глинистые с лёссовым слоем

в верхней части. Последний является самым распространенным видом среди грунтовых толщ данного класса. На его долю приходится 48% от всех обособленных в данном классе толщ.

6. По степени влажности грунтовые толщи разделяются достаточно равномерно с небольшим преимуществом (57%) слабоувлажненных. Следует отметить, что увлажненные грунтовые толщи в основном залегают в восточной части города.

#### Список литературы / References

1. Комаров И.С., Хайме Н.М., Бабеньшев А.П. Многомерный статистический анализ в инженерной геологии. М.: Недра, 1976. 199 с.

Komarov I.S., Khaime N.M., Babenyshv A.P. Multidimensional statistical analysis in engineering geology. M.: Nedra, 1976. 199 p. (in Russian).

2. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. ГОСТ 20522–2012. М.: Стандартинформ, 2013. 20 с.

3. Hilbert M., López P. The world's technological capacity to store, communicate, and compute information. Science. 2011. V. 332, Is. 6025. P. 60–65.

4. Инженерная геология России. Том 1. Грунты России: монография / Под ред. В.Т. Трофимова, Е.А. Вознесенского, В.А. Королева. М.: КДУ, 2011. 672 с.

Engineering Geology of Russia. Volume 1. Soils of Russia: monograph / Edited by V.T. Trofimov, E.A. Voznesensky, V.A. Korolev. M.: KDU, 2011. 672 p. (in Russian).

5. Трофимов В.Т. Инженерная геология России. Том 3. Инженерно-геологические структуры России. М.: Издательский дом «КДУ», 2015. 710 с.

Trofimov V. T. Engineering Geology of Russia. Volume 3. Engineering and geological structures of Russia. M.: Publishing House «KDU», 2015. 710 p. (in Russian).

6. Теоретические основы аспекты инженерной геологии / Под ред. В.Т. Трофимова. М.: Издательство «Академическая наука» ООО «Геомаркетинг», 2019. 280 с.

Theoretical aspects of engineering geology / Edited by V.T. Trofimov. M.: Publishing house «Academic science» «Geomarketing» Co Ltd, 2019. 280 p. (in Russian).