

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**ПОЛЕВЫЕ МЕТОДЫ  
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Учебно-методическое пособие

Составители  
Ю.М. Зинюков  
Н.А. Корабельников  
А.Э. Курилович

Воронеж  
Издательский дом ВГУ  
2016

## Содержание

Введение .....	4
1. Краткая геологическая характеристика района практики .....	5
1.1. Стратиграфия и литология .....	6
1.2. Гидрогеологические условия .....	8
2. Маршрутные наблюдения .....	9
3. Методы инженерно-геологических исследований .....	11
3.1. Проходка шурфов и отбор проб .....	12
3.2. Микропенетрация .....	13
3.3. Испытания грунта на сдвиг .....	15
3.4. Определение физико-механических характеристик грунта .....	17
3.5. Опытные наливывы в шурфы .....	21
3.6. Срез целиков грунта .....	23
3.7. Статическое зондирование .....	28
3.8. Полевые определения характеристик деформируемости. Метод испытания штампом .....	35
3.9. Измерение удельного электрического сопротивления грунта .....	45
4. Методы инженерно-экологических исследований .....	48
4.1. Оценка состояния атмосферного воздуха .....	48
4.2. Оценка радиационной обстановки .....	52
4.3. Оценка результатов замеров шума .....	56
4.4. Оценка радоноопасности территории .....	58
Список литературы .....	60
Приложения .....	62
Приложение 1. Образец титульного листа отчета по профильной практике .....	62
Приложение 2. Пример оформления результатов статического зондирования .....	63
Приложение 3. Журнал испытания грунта штампом .....	64
Приложение 4. Журнал испытания на срез целиков грунта .....	65
Приложение 5. Протокол определение удельного электрического сопротивления грунта в трассовых условиях .....	66
Приложение 6. Таблица результатов замера мощности эквивалентной дозы внешнего гамма-излучения .....	67
Приложение 7. Результаты замеров концентраций компонентов атмосферного воздуха, мг/м <sup>3</sup> .....	68
Приложение 8. Таблица результатов замера уровня шума .....	69
Приложение 9. Таблица результатов замера плотности потока радона на участке .....	70

рушение экологического равновесия. Данное нарушение связано с множественным складированием бытового и строительного мусора. Весьма негативным фактором является отсутствие централизованной канализации. Все базы отдыха пользуются выгребными ямами, которые, как правило, расположены в песках зоны аэрации.

На настоящий момент времени процессов интенсивно преобразующих территорию базы практики не наблюдается. Однако при возрастании техногенной нагрузки можно ожидать негативных изменений природной среды территории.

### 1.1. Стратиграфия и литология

В геологическом строении территории принимают участие породы архей-протерозойского возраста, слагающие кристаллический фундамент и породы девонского, неогенового и четвертичного возрастов, слагающие осадочный чехол.

#### *Архей – протерозойская система (AR-PR)*

Архей – протерозойская система представлена тонкокристаллическими метаалевролитами и метапесчаниками, залегающими на глубине 197 м. Абсолютные отметки кровли фундамента 92 м. Вскрытая мощность 53 м, мощность коры выветривания 4,8 м.

#### *Девонская система (D)*

##### Средний отдел(D<sub>2</sub>)

##### Эйфельский ярус (D<sub>2ef</sub>)

*Мосоловская свита (D<sub>2ms</sub>)*. Литологически мосоловская свита представлена в нижней части разреза – кварцевыми грубозернистыми песчаниками мощностью 3,4 метра, в верхней – известняками. Общая мощность отложений 16 м. Абсолютная отметка кровли 76 м.

##### Живетский ярус (D<sub>2zv</sub>)

*Воробьевская свита (D<sub>2vb</sub>)*. Литологически воробьевские отложения представлены очень плотными голубовато-серыми аргиллитами, перекрывающимися в верхней части амфиболитами. Мощность отложений 19 м. Абсолютная отметка кровли 57 м.

*Ардатовская свита (D<sub>2ar</sub>)*. Литологически ардатовские отложения представлены плотными аргиллитами табачно-зеленого цвета с прослоями алевролитов и глин мощностью до 1,5 м. Общая мощность отложений 23 м. Абсолютная отметка кровли 34 м.

*Муллинская свита (D<sub>2ml</sub>)*. Литологически муллинские отложения представлены переслаиванием аргиллитов, алевролитов и кварцевых песчаников. Мощность отложений 10,5 м. Абсолютная отметка кровли 23,5 м.

### Верхний отдел ( $D_3$ )

#### Франский ярус ( $D_{3f}$ )

*Саргаевская свита ( $D_{3sr}$ )*. Литологически представлена слабо сцементированными известняками. Мощность толщи 20 м. Абсолютная отметка кровли 42 м.

*Семилукская свита ( $D_{3sm}$ )*. Разделена на 2 подсвиты: нижнюю и верхнюю.

Нижняя подсвита представлена аргиллитоподобными глинами с прослоями известняков мощностью до 2 м. Мощность подсвиты 12,5 м. Абсолютная отметка кровли 55 м.

Верхняя подсвита представлена аргиллитоподобными глинами, в верхней части с прослоями известняков мощностью до 10–15 см. Мощность подсвиты 13 м. Абсолютная отметка кровли 68 м.

### Неогеновая система ( $N$ )

#### Плиоцен ( $N_2$ )

*Верхний подотдел ( $N_2^3$ )*. Отложения верхнего плиоцена залегают со стратиграфическим несогласием на породах девонской свиты. Представлены песками светло-серыми, мелко-среднезернистыми, кварцевыми. Мощность отложений 19 м. На отдельных участках долины р. Усманка в северном и южном направлении от базы «Веневитиново» отложения верхнего плиоцена отсутствуют.

### Четвертичная система ( $Q$ )

Представлена аллювиальными отложениями пойменной и первой надпойменной террас. Поверхность пойменной террасы ровная с абсолютной отметкой 99–102 м. Первая надпойменная терраса имеет слаборасчлененную поверхность с абсолютной отметкой 105–110 м.

#### Осташковский горизонт

##### *Аллювиальные отложения первой надпойменной террасы ( $a^1 III os$ )*

Представлены разнозернистыми песками с редкими маломощными прослоями глин и суглинков. Мощность отложений составляет 14–20 м.

#### Голоцен

##### *Аллювиальные отложения пойменной террасы ( $a H$ )*

Современные аллювиальные отложения представлены песками серого и желтовато-серого цветов, кварцевыми, мелко-среднезернистыми. Мощность отложений достигает 23 м.

## 1.2. Гидрогеологические условия

По водному режиму и источникам питания р. Усмань является типичной для полосы умеренно-континентального климата Среднерусской равнины. Питание реки происходит за счет атмосферных осадков, талых и подземных вод. Множество мелких озер расположенных в пойме реки питаются также атмосферными осадками и грунтовыми водами. Болота встречаются, главным образом, в пойме реки.

Полигон «Веневитиново» расположен в пределах юго-восточной части Московского артезианского бассейна. Подземные воды приурочены к четвертичным, неогеновым, девонским отложениям осадочного чехла и к породам кристаллического фундамента.

Выделяются следующие гидрогеологические подразделения:

1. Водоносный неоген-четвертичный комплекс ( $N-Q$ ).
2. Водоупорный верхнесемилукский карбонатно-терригенный горизонт ( $D_3sm_2$ ).
3. Слабоводоносный локально водоносный саргаевско-семилукский карбонатный комплекс ( $D_3sr-sm$ ).
4. Слабоводоносный локально водоупорный муллинско-тиманский терригенный комплекс ( $D_2ml-tm$ ).
5. Водоупорная локально водоносная воробьевско-ардатовская карбонатно-терригенная свита ( $D_2vb-ar$ ).
6. Водоносный клинцовско-мосоловский карбонатно-терригенный комплекс ( $D_2kl-ms$ ).
7. Слабоводоносная архей-протерозойская зона кристаллических пород ( $AR-PR$ ).

В связи с тем, что техногенная нагрузка затрагивает только зону активного водообмена, наиболее важное значение для района исследований имеют неоген-четвертичный, саргаевско-семилукский и муллинско-тиманский водоносные комплексы.

### *Водоносный неоген-четвертичный аллювиальный комплекс ( $N-Q$ )*

Комплекс включает аллювиальные четвертичный и плиоценовый водоносные горизонты, гидравлически связанные между собой и приуроченные к песчаным отложениям.

Нижним водоупором служат верхнесемилукские глины верхнего девона. Верхний водоупор отсутствует. Водоносный комплекс безнапорный. Статический уровень в основном залегает на глубине 3–4 м, реже – на глубине 6–8 м. Мощность обводненных песков составляет 24–30 м. Питание водоносного комплекса осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и паводковых вод р. Усманка.

По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией 0,5 г/л.

*Водоносный саргаевско-семилукский карбонатный комплекс (D<sub>3sr-sm</sub>)*

На описываемой территории комплекс залегает на муллинско-тиманской терригенной толще, перекрывается водоупорным верхнесемилукским карбонатно-терригенным горизонтом. Глубина залегания подошвы комплекса – 78 м (абсолютная отметка 22,0 м), кровли – 58 м (абсолютная отметка 42,0 м). Водовмещающие породы представлены трещиноватыми известняками мощностью до 20 м. Воды напорные, величина напора достигает 40–60 м.

По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные натриевые с минерализацией 0,6 г/л.

*Слабоводоносный муллинско-тиманский терригенный комплекс (D<sub>2ml-tm</sub>)*

Комплекс залегает под саргаевско-нижнесемилукским карбонатным комплексом. В районе работ вскрывается на глубине 78 м (а.о. 22,0 м). Водовмещающие породы представлены алевролитами, алевролитами и песчаниками. Глубина залегания подошвы комплекса достигает 123,5 м (абсолютная отметка – 23,5 м). Воды напорные, величина напора составляет 70–80 м.

По химическому составу воды хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые с минерализацией 0,5 г/л. Вода слабощелочная (рН 7–8).

## **2. Маршрутные наблюдения**

Маршрутное обследование является традиционным методом геологических и инженерно-геологических исследований, позволяющим всесторонне оценивать район прохождения практики. Данный вид работ представляет собой начальный этап специализированной инженерно-геологической практики. В маршруты направляются группы студентов по 8–10 человек под руководством ведущего преподавателя. Перед началом маршрута проверяется готовность студентов и бригады в целом. В связи с тем, что значительная часть маршрутов осуществляется в лесу, с наличием заболоченных участков, на студентах должна быть надежная обувь, одежда с длинным рукавом, головной убор. Данные меры – защита от нападения змей, энцефалитных клещей и других насекомых. Необходимый набор оборудования уточняется с преподавателем перед каждым маршрутом и включает: топографическую карту местности, геологическую карту окрестной территории, компас, лопату, рулетку, емкости для опробования воды, спиртовой термометр, полевую гидрохимическую лабораторию, мешочки для отбора образцов грунта, этикетки для проб, рюкзак, походную аптечку, навигаторы.

Каждый тематический маршрут имеет название. Студенты знакомятся с целями проводимых наблюдений. В дневнике бригады указывается дата маршрута, описание и привязка точек наблюдений. Пункты наблюдения

приурочены к характерным проявлениям инженерно-геологических условий участка исследований. Каждая точка наблюдений подробно описывается, сопровождается зарисовками обнажений, проявлений экзогенных геологических процессов и явлений, выходов подземных вод и поверхностных водотоков, характера техногенной нагрузки и т.п. По ходу маршрута производится описание и картирование элементов рельефа, ландшафта, водных объектов и т.п.

Маршрут сопровождается навигационным устройством (навигатор GARMIN и др.), позволяющим оперативно привязывать точки наблюдения и прокладывать маршрутный путь по заданным координатам.

Результаты маршрутных исследований представляются в виде следующей документации:

- описание маршрутов и схематическое тематическое картирование;
- рисунки и фотографии наиболее характерных проявлений инженерно-геологической и инженерно-экологической обстановки.

#### *Ландшафтные наблюдения*

Проводятся по маршрутам, начальной точкой которых является р. Усманка, пересекают I, II надпойменные террасы р. Усманка, и завершаются на озере Маклок. Ландшафтные наблюдения предполагают выделение таксономических единиц, характеризующихся однородным геолого-геоморфологическим строением. В основе их выделения лежат:

- особенности геоморфологического строения территории;
- геологическое строение верхней части разреза;
- глубина залегания верховодки, степень дренированности территории, наличие заболоченности;
- характер растительных ассоциаций и техногенной нагрузки.

На карту наносятся элементы рельефа, их морфометрия, особенности литологии приповерхностных отложений, участки заболачивания, родники.

Озеро Маклок представляет собой озеро правобережья р. Усманка. В режим его питания включены как атмосферные осадки, так и подземные воды. Озеро с пресной водой, характеризуется слабокислой реакцией. По берегам могут иметь место экзогенные инженерно-геологические процессы.

#### *Инженерно-геологические наблюдения*

Инженерно-геологические наблюдения проводятся в рамках тематического маршрута, направленного вдоль р. Усманка. В процессе его прохождения студенты фиксируют степень проявленности экзогенных процессов вдоль реки. Обозначают генезис данных процессов. Маршрут начинается на искусственном пляже, расположенном на крутом склоне правого берега реки. Здесь фиксируются процессы плоскостного смыва почв, боковой эрозии, вскрытия коренных отложений. При дальнейшем продвижении описывают-