



## ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСА БЕЛГОРОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

**С.В. Сергеев,  
М.А. Рыбалов**

*Белгородский  
государственный  
университет  
Россия, 308015, г. Белгород,  
ул. Победы, 85  
E-mail: sergeev@bsu.edu.ru*

Изложены результаты изысканий, анализ инженерно-геологических и гидрогеологических условий в районе университетского комплекса. Приведены свойства грунтов, залегающих в основании зданий и параметры залегания подземных вод. Рассмотрены возможные негативные геологические процессы в ходе дальнейшей эксплуатации зданий.

Ключевые слова: осадочные грунты, инженерно-геологических элемент, свойства грунтов, уровень грунтовых вод, инженерно-геологические условия, свайные фундаменты, основания.

### Геоморфологические условия

В геоморфологическом отношении корпуса БелГУ приурочены к пойменной части р. Везелка, которая является правым притоком р. Северский Донец. Река проходит через территорию БелГУ и отделяет спортивный корпус от остальных корпусов.

В меженные периоды уровень воды в р. Везелка, в пределах территории БелГУ, опускается до отметки 115.2м, а в паводковые периоды может подниматься на величину 3-3.5 м.

С целью исключения затопления площадка в процессе строительства была подсыпана песчано-глинистым грунтом и спланирована с отметками рельефа 118.7-119.5м.

В настоящее время территория БелГУ благоустроена газонами и покрыта песчано-цементной плиткой и асфальтобетоном.

В геологическом отношении участок до глубины 30 м сложен грунтами четвертичной и меловой систем. Четвертичная система представлена аллювиальными отложениями, которые залегают под насыпными грунтами и имеют мощность 6-9 м. Аллювиальные отложения представлены «слабыми» водонасыщенными зеленовато-серыми суглинками, глинами и мелкими и средней крупности водонасыщенными песками. Причем глинистые грунты залегают в верхней части толщи этих отложений, местами они заторфованы (рис.).

Отложения четвертичной системы залегают на размытой поверхности меловой системы представленной белым писчим мелом, водонасыщенным и разрушенным процессами выветривания в кровле до глиноподобного состояния. Вскрытая мощность отложений меловой системы составляет более 20.0 м.

С поверхности аллювиальные отложения прикрыты насыпным грунтом мощностью 2.5-4.0 м и почвенно-растительным слоем мощностью до 1.5 м.

Насыпной грунт состоит из неравномерной смеси чернозема, суглинка, песка и строительного мусора. Грунт не слежавшийся, то есть процесс самоуплотнения в нем не завершился. Почвенно-растительный слой представлен луговым черноземом.

### Инженерно-геологические условия территории

В результате инженерно-геологических изысканий в районе БелГУ выделено 6 инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

ИГЭ -1а: Насыпной грунт:

Плотность  $\rho = 1.6 \text{ г/см}^3$

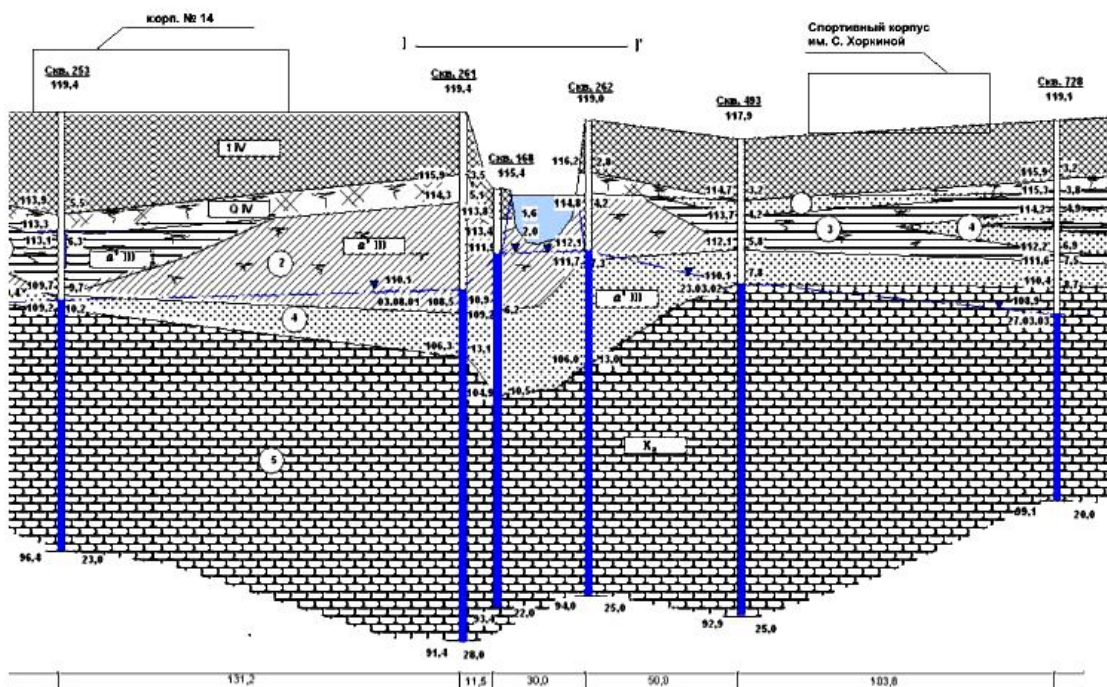


Рис. Геологический разрез по линии «корпус 14 – спортивный центр им С. Хоркиной»

ИГЭ -1: Почва черноземного облика, суглинистая или супесчаная в зависимости от подстилающей ее породы:

Плотность  $\rho = 1.7 \text{ г/см}^3$

ИГЭ -2: Суглинок текуче-пластичный серо-зеленый, местами черный с примесью органических веществ и прослойками супеси и пека:

Природная влажность  $W = 0.30$

Влажность на границе текучести  $W_m = 0.33$

Влажность на границе раскатывания  $W_p = 0.19$

Число пластичности  $I_p = 0.14$

Показатель текучести  $I_L = 0.79-0.80$

Плотность  $\rho = 1.88 \text{ г/см}^3$

Плотность сухого грунта  $\rho_d = 1.45 \text{ г/см}^3$

Коэффициент пористости  $e = 0.85-0.90$

Степень влажности  $S_r = 0.95-1.00$

Относительное содержание органического вещества  $I_{от} = 0.03-0.05$

Модуль деформации  $E = 5 \text{ МПа}$

Угол внутреннего трения  $\varphi = 16-20^\circ$

Удельное сцепление  $C = 15-16 \text{ кПа}$

ИГЭ -3: Глина серо-зеленая, темно-серая, черная, тугопластичная с остатками растительных веществ с прослойками песка:

Природная влажность  $W = 0.34$

Влажность на границе текучести  $W_m = 0.45$

Влажность на границе раскатывания  $W_p = 0.27$

Число пластичности  $I_p = 0.18$

Показатель текучести  $I_L = 0.95$

Плотность  $\rho = 1.75-1.77 \text{ г/см}^3$



Плотность сухого грунта  $\rho_d = 1.31-1.33 \text{ г/см}^3$

Коэффициент пористости  $e = 1.0$

Степень влажности  $Sr = 0.90$

Относительное содержание органического вещества  $I_{от} = 0.020-0.036$

Модуль деформации  $E = 8-10 \text{ мПа}$

Угол внутреннего трения  $\varphi = 7^\circ$

Удельное сцепление  $C = 30-35 \text{ кПа}$

ИГЭ-4: Песок мелкий и средней крупности, водонасыщенный, средней плотности сложения, местами плотный:

Природная влажность  $W = 0.01-0.04$

Степень влажности  $Sr = 1.00$

Модуль деформации  $E = 28-32 \text{ мПа}$

Угол внутреннего трения  $\varphi = 30-34^\circ$

Удельное сцепление  $C = 1-2 \text{ кПа}$

ИГЭ-5: Мел белого цвета, выветрелый в кровле на глубину 4-7м до глиноподобного состояния, ниже до дресвяно-щебенистый с глинистым заполнителем. В кровле мел примерно до глубины 4м имеет текучее состояние, а ниже 4м – текуче пластичный.

Природная влажность  $W = 0.35-0.37$

Влажность на границе текучести  $Wm = 0.33-0.35$

Влажность на границе раскатывания  $Wp = 0.23-0.25$

Число пластичности  $Ip \approx 0.1$

Показатель текучести  $I_L (\text{в кровле}) \geq 1.0$ , ниже  $I_L = 0.75 \sim 1$

Плотность  $\rho = 1.75-1.85 \text{ г/см}^3$

Плотность сухого грунта  $\rho_d = 1.30-1.35 \text{ г/см}^3$

Коэффициент пористости  $e = 1.05$

Степень влажности  $Sr = 1.0$

Относительное содержание органического вещества  $I_{от} = 0.020-0.036$

Модуль деформации  $E (\text{в кровле}) = 6-7 \text{ мПа}$

Модуль деформации  $E = 10-12 \text{ мПа}$

Угол внутреннего трения  $\varphi = 16-18^\circ$

Удельное сцепление  $C = 15-18 \text{ кПа}$

Как видно из приведенных выше физико-механических свойств грунтов, грунты слагающие участок БелГУ практически все за исключением песка ИГЭ-4 относятся к структурно-неустойчивым. Поэтому инженерно-геологические условия БелГУ являются сложными и относятся к III категории сложности по СП 11-105-97. Это предопределило применение свайных фундаментов для проектируемых корпусов университета.

### Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия участка БелГУ характеризуются наличием двух горизонтов грунтовых вод:

#### 1. Грунтовые воды типа «верховодка».

Встречаются локально под насыпным грунтом, то есть на глубине 2.5-4.0 м и имеют мощность 1.5-3.0м. Водовмещающим грунтом для «верховодки» служит почвенно-растительный слой и верхняя часть аллювиальных суглинков и глин, которые служат также и водоупором.

Питание «верховодки» происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков в грунт и утечек воды из инженерных коммуникаций. Разгрузка «верховодки» происходит в нижележащий водоносный горизонт.

#### 2. Горизонт грунтовых вод в аллювиальных и меловых отложениях.

Уровень грунтовых вод находится на глубинах 2.0-7.0 м от дневной поверхности, что соответствует абсолютным отметкам 109.0-112.5 м. То есть отметки уровня грунтовых вод значительно ниже, чем отметки воды в р. Везелка (рис. 1). Водовме-



щающими породами для грунтовых вод служат отложения четвертичной и меловой систем (пески, суглинки и мел).

Питание грунтовых вод, в пределах территории БелГУ, происходит за счет воды из р. Везелка, также за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Причиной аномально низкого положения грунтовых вод в пределах университета является работа IV водозабора г. Белгорода, ближайшие скважины которого расположены в 200 м западнее спортивного комплекса между реками Везелка и Гостенка, а радиус влияния депрессионной воронки водозабора составляет около 800 – 900 м. За пределами этого радиуса р. Везелка выше и ниже по течению получает питание от грунтовых вод, а в пределах территории БелГУ грунтовые воды подпитываются из русла р. Везелка.

Вода в р. Везелка считается загрязненной. По мере движения ее к водозаборным скважинам через песок и мел происходит ее естественная очистка. Однако очистка в таком фильтре происходит только от механических частиц и частично от органического загрязнения. Что касается химической составляющей загрязнения, то фильтр из песка и мела для очистки от такого загрязнения будет мало эффективным, поэтому за химическим составом грунтовой воды из скважин VI водозабора необходимо установить постоянное наблюдение.

В настоящее время русло р. Везелки в пределах территории БелГУ периодически очищается земснарядом от донных илистых отложений и соответственно углубляется. По нашему мнению, русло р. Везелка можно углублять максимум до 3-3,5 м, так как при большем углублении будет полностью пройден слой глинистых отложений и загрязненная вода из реки начнет поступать в песок (или мел), коэффициент фильтрации которых на порядок выше, чем коэффициент фильтрации глинистых грунтов.

При прекращении работы 4-го водозабора уровень грунтовых вод на территории БелГУ поднимется примерно на 1 м выше, чем уровень воды в меженный период в русле реки и начнет затопливать подвальные части зданий и инженерные коммуникации. То есть, возникнет необходимость инженерной защиты корпусов БелГУ от грунтовых вод.

### **Проектирование оснований и фундаментов**

Пример проектирования и строительства корпусов БелГУ наглядно показывает развитие науки инженерной геологии. Например, в конце 70-х инженерно-геологические изыскания под проектирование главного корпуса проводились институтом «ВИОГЕМ», а проект выполнялся Днепропетровским институтом. Так как практически все грунты под главным корпусом были «слабыми», а при изысканиях статическое зондирование не выполнялось, то для учебного корпуса, из-за отсутствия достоверных данных, были приняты свайные фундаменты длиной до 24 м. То есть в качестве естественного основания был принят дресвяно-щебенистый мел.

В 80-х годах в связи с появлением статического зондирования при дальнейших изысканиях удалось более точно установить границу между текучими и текуче-пластичными мелями. Соответственно повысилось качество проектирования и под некоторыми корпусами были приняты сваи до 18 м. При этом для оценки несущей способности свай наряду со статическим зондированием проводились испытания свай динамическими нагрузками с продолжительностью «отдыха» свай 15-20 суток.

В 90-х годах для оценки несущей способности свай кроме статического зондирования начали применять более точный метод (испытание свай статическими нагрузками). Это позволило принимать длину свай 15-16 м и оставлять их в любых грунтах.

С 2000 года инженерно-геологические изыскания под вновь проектируемый корпус № 17, общежитие № 4, жилой дом преподавателей БелГУ начало проводить ООО «Белгородстройизыскания». Для оценки несущей способности свай, кроме бурения скважин и лабораторных исследований, использовался набор современных полевых опытных работ. В результате была получена полная информация по свойствам грунтов и несущей способности свай. Это позволило для проектируемых зданий при-



нимать сваи разной длины и выбирать наиболее и экономичные варианты. В частности в результате изысканий под фармацевтический корпус было установлено, что пещок ИГЭ-4 имеет здесь мощность более 2м и среднее и плотное сложение. Исходя из этого после консультации и обмена мнениями между специалистами ООО «Белгородстройизыскания», «Белгражданпроект» и БелГУ было принято решение запроектировать фармацевтический корпус на сваях сечением 30\*30 длиной 7-8 м от дневной поверхности или 5 м со дна котлована. То есть длины свай в основании корпусов БелГУ за счет применения новых методов инженерно-геологических изысканий уменьшились в 3 раза.

### Выводы и рекомендации

1. В инженерно-геологическом отношении участок, на котором расположен БелГУ из за наличия в основании структурно-неустойчивых грунтов является сложным.
2. В гидрогеологическом отношении территория университета находится в зоне депрессионной воронки 4-го водозабора. При прекращении работы 4го водозабора уровень грунтовых вод на территории БелГУ поднимется примерно на 1м выше, чем уровень воды в меженный период в русле р. Везелка. Это может привести к затоплению подвалов и инженерных коммуникаций.
3. Дальнейшее строительство и реконструкция зданий на территории БелГУ возможна только в результате инженерно-геотехнических изысканий.
4. Для мониторинга за режимом грунтовых вод на территории БелГУ рекомендуется запроектировать 2-3 гидро-наблюдательных скважин.

### ENGINEERING-GEOLOGICAL OPERATING CONDITIONS OF THE COMPLEX OF BELGOROD STATE UNIVERSITY

**S.V. Sergeev,  
M.A. Rybalov**

*Belgorod State University  
Pobedy St., 85, Belgorod,  
308015, Russia  
E-mail: sergeev@bsu.edu.ru*

Results of research, the analysis of engineering-geological and hydro-geological conditions in the university complex are stated. Ground properties buildings lying down in the buildings basis and underground waters parameters are presented. Possible negative geological processes are considered during the further operation of buildings.

Keywords: sedimentary grounds, engineering-geological an element, properties grounds, level of ground waters, engineering-geological conditions, the pile bases, the bases.