ВВЕДЕНИЕ

Инженерно-геологические изыскания на объекте: «Государственный историко-культурный музей-заповедник «Бозок» выполнены ТОО «Бюро инженерного проектирования» на основании договора.

Право на производство изысканий подтверждено Государственной лицензией ГСЛ №14021434 от 23.04.2014 г., выданной Управлением государственного архитектурно-строительного контроля г. Астаны (Приложение 2).

Согласно техническому заданию целью работ на данном объекте является исследование инженерно-геологических условий участка работ, включающее следующие задачи:

- изучение инженерно-геологического строения;
- изучение гидрогеологических условий;
- определение физико-механических свойств грунтов;
- определение агрессивности грунтов и подземных вод;
- выявление специфических грунтов;
- выявление неблагоприятных инженерно-геологических процессов.

В ходе изучения инженерно-геологических условий участка проектируемого строительства выполнены следующие виды и объемы работ, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Виды и объемы работ

№ пп	Виды работ	Единица измерения	Объем
а) полевые			
1	Ударно-канатное бурение скважин диаметром 127 мм	шт/п.м.	29/259
2	Отбор проб ненарушенной структуры из - скважин	шт.	47
3	Отбор проб нарушенной структуры из - скважин	шт.	11
4	Статическое зондирование	опыт	7
б) лабораторные			
1	Плотность	1 опр.	47
2	Влажность	1 опр.	58
3	Пластичность	1 опр.	47
4	Гранулометрический анализ	1 опр.	15
5	Водная вытяжка	1 опр.	5
6	Химический анализ воды	1 опр.	3
7	Коррозионная активность к стали	1 опр.	5
8	Относительная деформация набухания без нагрузки	1 опр.	7
9	Компрессионные испытания	1 опр.	9
10	Сдвиговые испытания	1 опр.	9
11	Содержание органических веществ	1 опр.	9

№ пп	Виды работ	Единица измерения	Объем
б) лабораторные			
12	Коэффициент фильтрации	1 опр.	6
13	Угол естественного откоса (под водой)	1 опр.	6
14	Оптимальная влажность	1 опр.	3

Методика производства работ и результаты, полученные по всем вышеуказанным видам исследований, приводятся ниже в соответствующих главах настоящего отчёта.

Сведениями о ранее выполненных изысканиях на исследуемой площадке ТОО «Бюро инженерного проектирования» не располагает.

Обработка геологических материалов и составление отчета по данным буровых работ, инженерно-геологического обследования площадки выполнены инженерами-геологами Рымбаевым Е.Т, Хайдаровой Ю.Г. и Пустовит Е.В. под руководством начальника департамента инженерных изысканий Алибековой Н.Т.

1 МЕТОДИКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

1.1 Полевые работы

Полевые инженерно-геологические работы выполнены в период с 20.10.2021 г. по 11.11.2021 г. комплексными буровыми бригадами в составе буровых мастеров Нарымбаева Е.А., Кажкенова Е.Ж. и помощников буровых мастеров Ескендирова К.Т., Оспанова К.М. под руководством инженера Пустовит Е.В.

В процессе полевых работ пробурены 29 скважин глубиной до 15,0 м, согласно техническому заданию ТОО «Бюро инженерного проектирования» и плану расположения скважин (см. Приложение 8).

Планово-высотная привязка выработок выполнена методом интерполяции с топоплана масштаба 1:4000.

Бурение скважин осуществлялось ударно-канатным способом бурения буровой установкой ПБУ-2 на базе КамАЗ, диаметрами 127 мм. В результате бурения скважин были составлены геолого-литологические колонки (Приложение 3). Общий объем бурения составил 259 п.м. Для производства лабораторных исследований грунтов из скважин отобраны 47 пробы ненарушенной структуры (монолитов) и 11 проб нарушенной структуры. Отбор, хранение и транспортировка проб осуществлялась согласно требованиям СТ РК 1289-2004. После отбора проб грунта скважины были засыпаны и утрамбованы обратной засыпкой местным грунтом.

Статическое зондирование осуществлялось аппаратурой ТЕСТ-К4М на буровой установке ПБУ-2 на базе КамАЗ. При статическом зондировании применялся конический наконечник с диаметром основания конуса 35,7 мм и углом при вершине конуса 60 градусов. В качестве штанг, передающих давление на наконечник, применялись стандартные трубы диаметром 36 мм. Диаметр муфты трения – 35,7 мм. Длина муфты трения – 310 мм. Диапазон измерения удельного сопротивления грунта конусу – 0,2÷50 МПа. Диапазон измерения удельного сопротивления грунта по муфте – 0,6÷571 кПа. Согласно таблице 1 ГОСТ 19912-2012, тип установки – средняя.

Основная погрешность измерений усилий – не более 2,5%.

Испытание грунта в каждой точке зондирования заканчивалось при достижении предельных усилий на зонд, согласно ГОСТ 19912-2012. Глубина статического зондирования составила 3,20÷11,40 м.

Обработка полученных полевых данных проводилась программой GeoExplorer на основании СП 24.13330.2011 (новая редакция СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты») (Приложение 4).

Нормативное значение предельного сопротивления определены на основании статической обработки частных значений предельных сопротивлений свай (полученных из результатов испытания (п.7.3.4 МСП 5.01-101-2003)).

1.2 Лабораторные работы

Лабораторные исследования грунтов и воды выполнены в аккредитованных лабораториях ТОО «Гео центр «АСТАНА» и ТОО ПИИ «Каздорпроект».

Физико-механические характеристики грунтов определены в соответствии с требованиями ГОСТ 25100-2011, СТ РК 1290-2004, СТ РК 1273-2004, ГОСТ 12248-2010.

Обработка значений физико-механических характеристик грунтов проведена в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012.

Химические характеристики грунтов и воды определены в соответствии с требованиями СН РК 2.01-01-2013, СП РК 2.01-101-2013*.

Результаты лабораторных испытаний грунтов и воды, обработка физико-механических характеристик грунтов приведены в приложениях №5-7.

1.3 Камеральная обработка

На основании полученных данных буровых и лабораторных исследований составлен настоящий отчет.

Полевые, лабораторные и камеральные работы выполнены в соответствии с требованиями СП РК 1.02-102-2014.

Настоящий отчет составлен в трех экземплярах. Экземпляры №№2÷3 и электронная версия в формате PDF – переданы Заказчику, №1 – хранится в архиве ТОО «Бюро инженерного проектирования».

2 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

2.1 Местоположение, геоморфология, рельеф и гидрография

Участок изыскательских работ расположен в левобережной части г. Нур-Султан, район «Есиль», около Микрорайона Уркер, между Кургальжинское шоссе и Юго-западным объездом (Приложение 1). Поверхность земли характеризуется абсолютными отметками по устьям скважин 338,60÷340,90 м.

Гидрографическая сеть представлена оз. Бузукты.

2.2 Климат

Исследуемая территория относится к IВ климатическому подрайону, согласно схематической карте климатического районирования для строительства СП РК 2.04-01-2017*.

Климат резко континентальный и засушливый. Зима холодная и продолжительная с устойчивым снежным покровом, значительными скоростями ветра и частыми метелями. Лето сравнительно короткое, но жаркое. Район относится к зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения, довольно большая сухость воздуха.

Температура. Годовой ход температур воздуха характеризуется устойчивыми сильными морозами в зимний период, интенсивным нарастанием тепла в короткий весенний сезон и жарой в течение короткого лета.

Среднемесячная температура воздуха изменяется от -15,1 до +20,7°С (см. табл. 2). Самыми холодными месяцами являются зимние (декабрь-февраль), теплыми – летние (июнь-август).

Таблица 2 – Средняя месячная и годовая температура воздуха

Средняя температура по месяцам, в °С												средне-годовая
I:	II:	III:	IV:	V:	VI:	VII:	VIII:	IX:	X:	XI:	XII:	
-15,1	-14,8	-7,7	+5,4	+13,8	+19,3	+20,7	+18,3	+12,4	+4,1	-5,5	-12,1	3,2

В холодный период значительные переохлаждения отмечаются в ночные часы суток, поэтому меры защиты от переохлаждения сводятся к теплозащите помещений.

Абсолютная минимальная температура	-51,6°С
Абсолютная максимальная температура	+41,6°С
Температура наружного воздуха наиболее холодных суток	
обеспеченностью 0,92	-35,8°С
обеспеченностью 0,98	-40,2°С
Температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки	
обеспеченностью 0,92	-31,2°С
обеспеченностью 0,98	-37,7°С

Продолжительность периода со среднесуточной температурой <0°С – 161 суток (см. табл.3).

Таблица 3 – Продолжительность периодов и температуры воздуха

Средняя продолжительность (сут.) и температуры воздуха (°С) периодов со средней суточной температурой воздуха, °С, не выше						Дата начала и окончания отопительного периода (период с температурой воздуха не выше 8°С)	
0		8		10			
продолжит.	t°	продолжит.	t°	продолжит.	t°	начало	конец
161	-10,0	209	-6,3	221	-5,5	29.09	26.04

Средняя за месяц и год амплитуды температуры наружного воздуха приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Средняя за месяц и год амплитуды температуры воздуха

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
9,0	9,8	9,6	10,7	13,2	13,2	12,4	12,8	12,8	9,8	7,9	8,5	10,8

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов определена по формуле (1), согласно СП РК 5.01-102-2013*:

$$d_{fn}=d_0\sqrt{M_t}\,, \qquad (1)$$

где d_0 – величина, принимаемая равной, м, для:

- суглинков и глин – 0,23;
- супесей, песков мелких и пылеватых – 0,28;
- песков гравелистых, крупных и средней крупности – 0,30;
- крупнообломочных грунтов – 0,34.

M_t – безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений отрицательных температур за зиму в данном районе (принят равным 55,2 по СП РК 2.04-01-2017*, пункт Нур-Султан (Астана)).

Результаты подсчетов сведены в нижеследующую таблицу 5.

Таблица 5 – Нормативная глубина промерзания

Нормативная глубина промерзания грунтов, в м			
суглинков и глин	супесей, песков мелких и пылеватых	песков гравелистых, крупных и средней крупности	крупнообломочных грунтов
1,71	2,08	2,23	2,53

Глубина проникновения нулевой изотермы 0˚С в грунт под естественной поверхностью приведена в нижеследующей таблице 6.

Таблица 6 – Глубина проникновения нулевой изотермы 0˚С

Глубина проникновения нулевой изотермы 0˚С в грунт, в м			
суглинки и глины	супеси, пески мелкие и пылеватые	пески гравелистые, крупные и средней крупности	крупнообломочные грунты
1,88	2,29	2,45	2,78

Средняя глубина нулевой изотермы из максимальных за год составляет 142 см, согласно СП РК 2.04-01-2017.

Осадки. Среднее количество атмосферных осадков, выпадающих за год, составляет 319 мм. По сезонам года осадки распределяются неравномерно. Наибольшее количество осадков выпадает в теплый период года (апрель-октябрь) – 220 мм, наименьшее в холодный период – 99 мм.

Средний суточный максимум осадков за год составляет 28 мм, наибольший суточный максимум за год – 86 мм.

Среднегодовая высота снежного покрова составляет 22 мм, запас воды в снеге 67 мм. В распределении снежного покрова на описываемой территории какой-либо закономерности не наблюдается. Снежный покров появляется в первой декаде ноября. Устойчивый снежный покров устанавливается обычно через 20-30 дней после его появления. Средняя высота снежного покрова из наибольших декадных за зиму составляет 27,2 см, максимальная из наибольших декадных – 42,0 см. Количество дней со снежным покровом в году – 147.

Согласно карте районирования (Приложение В, НТП РК 01-01-3.1(4.1)-2017) номер района по весу снегового покрова – III, снеговая нагрузка на грунт – 1,5 кПа.

Влажность воздуха. Наименьшее значение величины абсолютной влажности в январе-феврале (1,7÷1,8 мб), наибольшее – в июле (12,7 мб), (см. табл. 7).

Таблица 7 – Средняя за месяц абсолютная влажность наружного воздуха

Абсолютная влажность по месяцам, мб											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1,7	1,8	2,8	5,5	8,0	10,9	12,7	11,4	8,1	5,4	3,2	2,1

Наименьшая относительная влажность бывает в летние месяцы (53÷57%), наибольшая – зимой (77÷79%), среднегодовая величина относительной влажности составляет 67% (см. табл. 8).

Таблица 8 – Средняя за месяц и год относительная влажность

Относительная влажность по месяцам, %												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
78	77	79	64	54	53	59	57	58	68	80	79	67

Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч. для самого холодного месяца (января) составляет 74% и для самого теплого месяца (июля) – 43%.

Наиболее высокий дефицит влажности наблюдается в июне-июле (12,2-12,4 мб), низкий – в декабре-феврале (0,3-0,4 мб). Среднегодовая величина влажности составляет 4,8%. Годовое испарение с водной поверхности 680 мм, с поверхности почвы – 280 мм.

Ветер. Для исследуемого района характерны частые и сильные ветры, преимущественно северо-восточного (за июнь-август) и юго-западного (декабрь-февраль) направлений (см. рис. 1).

Средняя скорость за отопительный период составляет 3,8 м/с, максимальный из средних скоростей по румбам в январе – 7,2 м/с, минимальная из средних скоростей по румбам в июле – 2,2 м/с. Один раз в 5 лет возможна скорость ветра 31 м/сек, в 10 лет – 35 м/сек, в 100 лет – 40 м/сек.

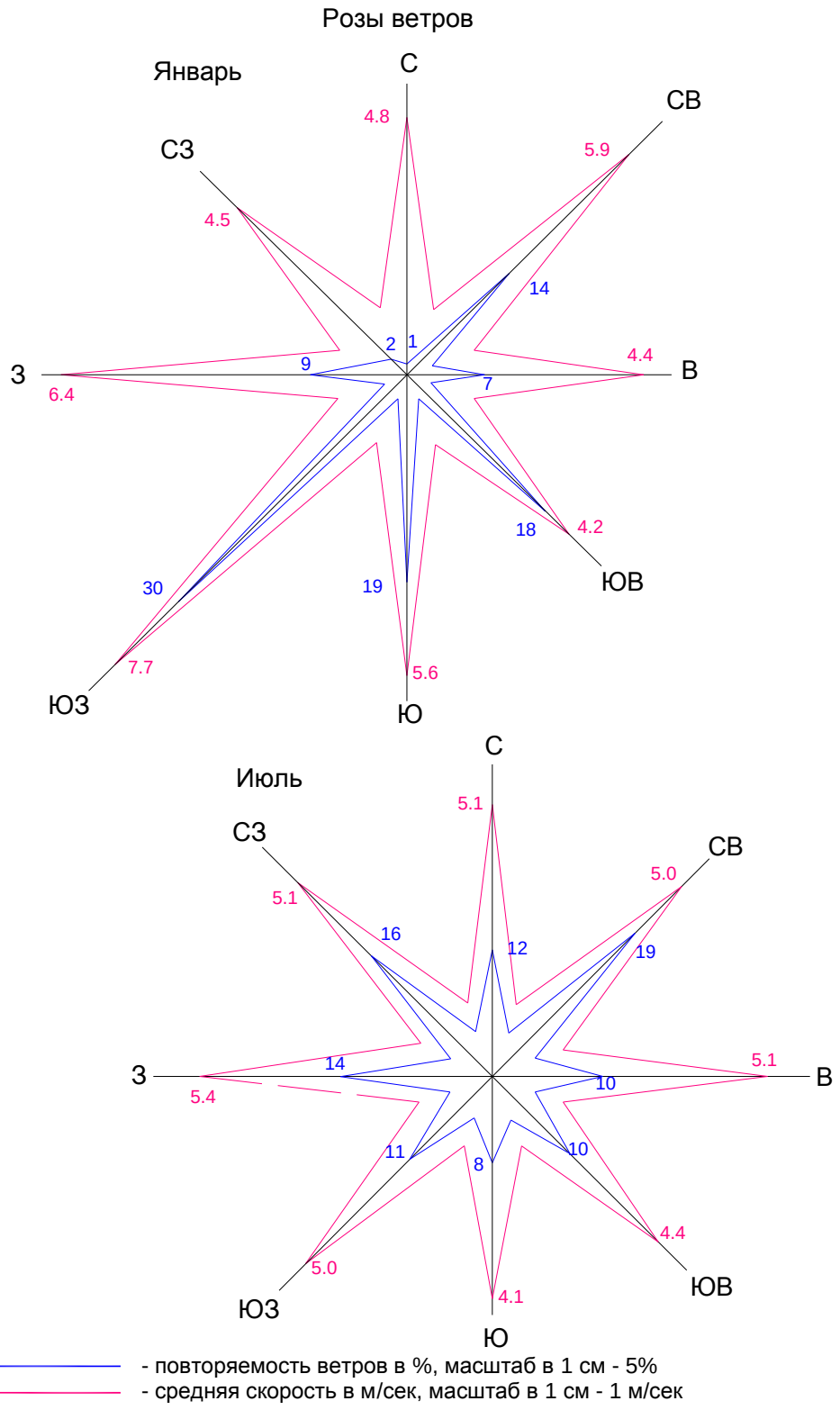
В летние месяцы ветры имеют характер суховеев. Количество дней с ветром в году составляет 280-300. Среднее число дней со скоростью ≥10 м/с при отрицательной температуре воздуха равен 4. Повторяемость штилей за год – 5%.

Согласно СП РК 2.04-01-2017* номер района по средней скорости ветра за зимний период – 5, номер района по давлению ветра – III.

Опасные атмосферные явления. Среднее число дней с атмосферными явлениями за год приведено в таблице 9.

Таблица 9 – Среднее число дней с атмосферными явлениями за год

Пыльная буря	Туман	Метель	Гроза
4,8	23	26	24



Повторяемость направлений ветра (числитель), % Средняя скорость ветра по направлениям (знаменатель), м/сек									
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Январь	1/4,8	14/5,9	7/4,4	18/4,2	19/5,6	30/7,7	9/6,4	2/4,5	11
Июль	12/5,1	19/5	10/5,1	10/4,4	8/4,1	11/5	14/5,4	16/5,1	13

Рисунок 1 – Розы ветров г. Нур-Султан (г. Астана)

Солнечное сияние и солнечная радиация. Продолжительность солнечного сияния (среднее число часов за месяц и за год) приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Продолжительность солнечного сияния

Средняя за месяц и за год продолжительность солнечного сияния, часы												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
108	141	192	245	310	332	330	300	231	152	99	92	2531

Оценивая основные факторы климата города, необходимо особое внимание уделить снижению радиационно-температурного воздействия источника перегрева. В городе обязательна солнцезащита, как территории строительного участка, так и зданий.

Солнцезащита может решаться озеленением. Желательно, чтобы зеленые насаждения занимали не менее 70% свободной территории. Высокий уровень благоустройства территории исключает пылеперенос в условиях очень сухого климата, высоких температур воздуха и почвы.

3 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

В геолого-литологическом строении площадки до глубины 15,0 м принимают следующие отложения:

Четвертичная система

Озерные верхнечетвертичные-современные отложения (lQ_{III-IV})

ИГЭ-1а Суглинок, светло-коричневого и коричневого цветов, твердой и полутвердой консистенции, с примесью органических веществ до 4,0%, с прослойками супеси и песка мелкого мощностью до 20 см.

ИГЭ-1б Суглинок, светло-коричневого и коричневого цветов, от тугопластичной до текучей консистенции, с примесью органических веществ до 5,0%, с прослойками супеси и песка мелкого мощностью до 20 см.

ИГЭ-2а Супесь, светло-коричневого и коричневого цветов, пластичной консистенции, с прослойками суглинка мощностью до 20 см.

ИГЭ-2б Супесь, светло-коричневого и коричневого цветов, пластичной и текучей консистенции, с прослойками суглинка и песка мелкого и средней крупности мощностью до 20 см.

ИГЭ-3 Песок средней крупности, средней плотности, коричневого и светло-коричневого цветов, водонасыщенный, полимиктового состава, с линзами суглинка и прослойками песка различной крупности мощностью до 20 см.

ИГЭ-4 Песок крупный, средней плотности, коричневого и светло-коричневого цветов, водонасыщенный, полимиктового состава, с линзами суглинка и прослойками песка различной крупности мощностью до 20 см.

ИГЭ-5 Песок гравелистый, средней плотности, коричневого и светло-коричневого цветов, водонасыщенный, полимиктового состава, с прослойками песка различных фракций мощностью до 20 см.

Неогеновая система, средний миоцен – средний плиоцен (N^2_1-N^2_2pv)

ИГЭ-6 Глина, желтовато-коричневого, светло-коричневого и красного цветов, твердой консистенции, с пятнами ожелезнения и омарганцевания, с прослойками суглинка мощностью до 20 см.

ИГЭ-7 Суглинок, желтовато-коричневого и светло-коричневого цветов, твердой консистенции, с пятнами ожелезнения и омарганцевания, с включениями дресвы и щебня и с прослойками суглинка с дресвой мощностью до 20 см.

Характер распространения и мощности вышеописанных разновидностей грунтов приведены в геолого-литологических колонках (см. Приложение 3).

4 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Подземные воды на участке работ вскрыты в четвертичных отложениях и приурочены к песчаным отложениям. Установившийся УГВ по замеру на ноябрь 2021 г. зафиксирован на глубине от 0,80 м до 1,70 м, что соответствует абсолютным отметкам от 337,70 м до 340,10 м, за прогнозируемый рекомендуется принять уровень на 0,50÷1,50 м выше установившегося на период изысканий. Данные замеров уровня грунтовых вод приводятся в таблице 11.

Таблица 11 – Замеры уровня грунтовых вод

№ скважины	Абсолюная отметка устья скважины, м	Уровень грунтовых вод (УГВ), м	Абсолютная отметка установившегося УГВ, м
1	340,35	1,40	338,95
2	340,70	1,40	339,30
3	340,73	1,40	339,33
4	340,28	1,40	338,88
5	339,32	1,50	337,82
6	339,33	1,50	337,83
7	339,20	1,40	337,80
8	340,40	1,40	339,00
9	340,55	1,70	338,85
10	340,50	1,20	339,30
11	339,59	0,80	338,79
12	338,60	0,80	337,80
13	339,04	0,80	338,24
14	339,48	1,40	338,08
15	339,17	1,40	337,77
16	339,66	1,40	338,26
17	339,30	1,60	337,70
18	339,67	1,60	338,07
19	339,67	1,60	338,07
20	340,17	1,50	338,67
21	339,84	1,50	338,34
22	339,99	1,50	338,49

№ скважины	Абсолюная отметка устья скважины, м	Уровень грунтовых вод (УГВ), м	Абсолютная отметка установившегося УГВ, м
23	339,89	1,40	338,49
24	340,90	0,80	340,10
25	340,32	0,90	339,42
26	340,15	0,80	339,35
27	340,37	1,40	338,97
28	340,65	1,40	339,25
29	340,28	1,40	338,88

Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и в весенний период за счет поглощения паводкового стока.

Уровень грунтовых вод (УГВ) подвержен сезонным колебаниям. Наиболее низкое от поверхности земли (минимальное) положение УГВ отмечается в марте, высокое (максимальное) – в начале мая.

Минерализация подземных вод составляет 3009-3165 мг/л, что характеризует их как соленые. По химическому составу воды сульфатно-хлоридные натриевые, общая жесткость 11,10-11,90 м.моль/дм^3.

Согласно СП РК 2.01-101-2013* подземные воды обладают слабой углекислотной агрессией по отношению к бетону марки W4; по отношению к бетону марки W4-W6 на портландцементе обладают слабой сульфатной агрессией, к бетону марки W8 – неагрессивные; по отношению к арматуре железобетонных конструкций при периодическом смачивании – среднеагрессивные; при постоянном погружении – неагрессивные (Приложение 7).

5 ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ

В пределах сжимаемой толщи грунтов выделены следующие инженерно-геологические элементы:

– ИГЭ-1а – слой суглинка, твердой и полутвердой консистенции, t$Q_{IV,}$ вскрытой мощностью 0,40÷1,60 м;

– ИГЭ-1б – слой суглинка, от тугопластичной до текучей консистенции, l$Q_{III-IV,}$ вскрытой мощностью 0,80÷4,60 м;

– ИГЭ-2а – слой супеси, пластичной консистенции, l$Q_{III-IV,}$ вскрытой мощностью 0,50÷1,40 м;

– ИГЭ-2б – слой супеси, пластичной и текучей консистенции, l$Q_{III-IV,}$ вскрытой мощностью 0,50÷1,70 м;

– ИГЭ-3 – слой песка средней крупности, l$Q_{III-IV,}$ вскрытой мощностью 0,70÷3,60 м;

– ИГЭ-4 – слой песка крупного, l$Q_{III-IV,}$ вскрытой мощностью 1,0÷4,50 м;

– ИГЭ-5 – слой песка гравелистого, l$Q_{III-IV,}$ вскрытой мощностью 1,50÷1,60 м;

– ИГЭ-6 – слой глины, твердой консистенции, N^2_1-N^2_2pv, вскрытой мощностью 2,0÷6,0 м;

– ИГЭ-7 – слой суглинка, твердой консистенции, N^2_1-N^2_2pv, вскрытой мощностью 1,50÷5,50 м.

Выделение инженерно-геологических элементов производилось по литологическим особенностям и физико-механическим свойствам грунтов.

Физические характеристики всех (выделенных) инженерно-геологических элементов, механические характеристики ИГЭ-1а, ИГЭ-1б, ИГЭ-2а, ИГЭ-2б, ИГЭ-6 и ИГЭ-7 определены по лабораторным данным (см. Приложения 5).

Механические характеристики ИГЭ-3, ИГЭ-4 и ИГЭ-5 приняты по результатам статического зондирования.

Ниже приводится описание физико-механических свойств грунтов по выделенным инженерно-геологическим элементам:

ИГЭ-1а представлен суглинком, светло-коричневого и коричневого цветов, твердой и полутвердой консистенции, с примесью органических веществ до 4,0%, с прослойками супеси и песка мелкого мощностью до 20 см.

Колебания частных значений и нормативные значения показателей физических свойств приведены в нижеследующей таблице 12.

Таблица 12 – Физические свойства ИГЭ-1а

№ п/п	Наименование показателей	Предельные значения		Нормативные значения
		min	max	
1	Плотность, ρ, гс/см^3	1,90	2,07	2
2	Плотность сухого грунта, ρ_d, гс/см^3	1,63	1,78	1,72
3	Плотность твердых частиц, ρ_s, гс/см^3	2,71	2,72	2,71
4	Влажность природная, *w*, %	13,29	22,24	16,47
5	Коэффициент пористости, е	0,52	0,67	0,58
6	Степень влажности, S_r	0,65	0,90	0,77
7	Влажность на границе текучести, w_L, %	22,50	32,0	25,0
8	Влажность на границе пластичности, w_p, %	14,90	21,70	16,40
9	Число пластичности, I_p	7,50	10,30	8,60
10	Показатель текучести, I_L	<0	0,16	

Значения прочностных и деформационных характеристик ИГЭ-1а определены по лабораторным данным в в водонасыщенном состоянии.

Нормативные значения характеристик:

- удельный вес, $\gamma_н$, кН/м^3 – 19,62;
- удельное сцепление, $c_н$, кПа – 31,0;
- угол внутреннего трения, $\varphi_н$, град. – 22,0;
- модуль деформации, Е, МПа – 5,90.

Расчетные значения характеристики грунтов по деформациям:

- удельный вес, γ^{II}, кН/м^3 – 19,33;
- удельное сцепление, c_{II}, кПа – 24,80;
- угол внутреннего трения, φ_{II}, град. – 20,0;
- модуль деформации, Е, МПа – 5,36.

Расчетные значения характеристики грунтов по несущей способности:

- удельный вес, γ^{I}, кН/м^3 – 19,23;
- удельное сцепление, c_{I}, кПа – 20,67;
- угол внутреннего трения, φ_{I}, град. – 19,13;
- модуль деформации, Е, МПа – 5,36.

ИГЭ-1б представлен суглинком, светло-коричневого и коричневого цветов, от тугопластичной до текучей консистенции, с примесью органических веществ до 5,0%, с прослойками супеси и песка мелкого мощностью до 20 см.

Колебания частных значений и нормативные значения показателей физических свойств приведены в нижеследующей таблице 13.

Таблица 13 – Физические свойства ИГЭ-1б

№ п/п	Наименование показателей	Предельные значения		Нормативные значения
		min	max	
1	Плотность, ρ, гс/см^3	1,87	2,10	1,98
2	Плотность сухого грунта, ρ_d, гс/см^3	1,51	1,75	1,64
3	Плотность твердых частиц, ρ_s, гс/см^3	2,71	2,72	2,71
4	Влажность природная, *w*, %	17,73	26,17	21,41
5	Коэффициент пористости, е	0,55	0,80	0,66
6	Степень влажности, S_r	0,78	1,0	0,87
7	Влажность на границе текучести, w_L, %	21,70	27,20	24,07
8	Влажность на границе пластичности, w_p, %	14,20	18,70	15,73
9	Число пластичности, I_p	7,50	9,50	8,34
10	Показатель текучести, I_L	0,29	>1	

Значения прочностных и деформационных характеристик ИГЭ-1б определены по лабораторным данным в естественном состоянии.

Нормативные значения характеристик:

- удельный вес, $\gamma_н$, кН/м^3 – 19,42;
- удельное сцепление, $c_н$, кПа – 21,0;
- угол внутреннего трения, $\varphi_н$, град. – 20,60;
- модуль деформации, Е, МПа – 4,80.

Расчетные значения характеристики грунтов по деформациям:

- удельный вес, γ^{II}, кН/м^3 – 19,33;
- удельное сцепление, c_{II}, кПа – 16,80;
- угол внутреннего трения, φ_{II}, град. – 18,72;
- модуль деформации, Е, МПа – 4,36.

Расчетные значения характеристики грунтов по несущей способности:

– удельный вес, γ^{I}, кН/м^3 – 19,13;
– удельное сцепление, c_{I}, кПа – 14,0;
– угол внутреннего трения, φ_{I}, град. – 17,91;
– модуль деформации, Е, МПа – 4,36.

Значения стандартного уплотнения ИГЭ-1б, по данным лабораторных испытаний, согласно СТ РК 1285-2004, приведены в нижеследующей таблице 14.

Таблица 16 – Коэффициенты относительного уплотнения ИГЭ-1б

Номер скважины	Глубина отбора, м	Плотность сухого грунта в естественном состоянии, гс/см^3	Оптимальная влажность, %	Максимальная плотность сухого грунта, гс/см^3	Коэффициент относительного уплотнения грунта при коэффициенте уплотнения 0,95
13	1,80	1,72	14,60	1,82	1,01
19	1,20	1,63	15,60	1,80	1,08
24	1,0	1,59	13,40	1,80	1,08

ИГЭ-2а представлен супесью, светло-коричневого и коричневого цветов, пластичной консистенции, с прослойками суглинка мощностью до 20 см.

Колебания частных значений и нормативные значения показателей физических свойств приведены в нижеследующей таблице 15.

Таблица 15 – Физические свойства ИГЭ-2а

№ п/п	Наименование показателей	Предельные значения		Нормативные значения
		min	max	
1	Плотность, ρ, гс/см^3	1,96	2,15	2,07
2	Плотность сухого грунта, ρ_d, гс/см^3	1,61	1,83	1,76
3	Плотность твердых частиц, ρ_s, гс/см^3	2,70	2,70	2,70
4	Влажность природная, *w*, %	15,28	21,63	17,50
5	Коэффициент пористости, е	0,48	0,68	0,54
6	Степень влажности, S_r	0,80	0,99	0,88
7	Влажность на границе текучести, w_L, %	19,40	23,40	21,06
8	Влажность на границе пластичности, w_p, %	13,30	16,40	14,89
9	Число пластичности, I_p	4,40	7,0	6,17
10	Показатель текучести, I_L	0,18	0,75	

Значения прочностных и деформационных характеристик ИГЭ-2а определены по лабораторным данным в естественном состоянии.

Нормативные значения характеристик:

– удельный вес, $\gamma_н$, кН/м^3 – 20,31;

– удельное сцепление, $c_н$, кПа – 33,0;
– угол внутреннего трения, $\varphi_н$, град. – 17,10;
– модуль деформации, Е, МПа – 9,60.

Расчетные значения характеристики грунтов по деформациям:
– удельный вес, γ^{II}, кН/м^3 – 19,91;
– удельное сцепление, c_{II}, кПа – 26,0;
– угол внутреннего трения, φ_{II}, град. – 13,80;
– модуль деформации, Е, МПа – 8,73.

Расчетные значения характеристики грунтов по несущей способности:
– удельный вес, γ^{I}, кН/м^3 – 19,72;
– удельное сцепление, c_{I}, кПа – 22,0;
– угол внутреннего трения, φ_{I}, град. – 11,70;
– модуль деформации, Е, МПа – 8,73.

ИГЭ-2б представлен супесью, светло-коричневого и коричневого цветов, пластичной и текучей консистенции, с прослойками суглинка и песка мелкого и средней крупности мощностью до 20 см.

Колебания частных значений и нормативные значения показателей физических свойств приведены в нижеследующей таблице 16.

Таблица 16 – Физические свойства ИГЭ-2б

№ п/п	Наименование показателей	Предельные значения		Нормативные значения
		min	max	
1	Плотность, ρ, гс/см^3	2,02	2,08	2,04
2	Плотность сухого грунта, ρ_d, гс/см^3	1,66	1,77	1,70
3	Плотность твердых частиц, ρ_s, гс/см^3	2,70	2,70	2,70
4	Влажность природная, *w*, %	17,58	21,70	20,03
5	Коэффициент пористости, е	0,53	0,63	0,59
6	Степень влажности, S_r	0,90	0,93	0,91
7	Влажность на границе текучести, w_L, %	18,60	21,40	20,17
8	Влажность на границе пластичности, w_p, %	14,10	15	14,50
9	Число пластичности, I_p	4,50	7,0	5,67
10	Показатель текучести, I_L	0,77	>1	

Значения прочностных и деформационных характеристик ИГЭ-2б определены по лабораторным данным в естественном состоянии.

Нормативные значения характеристик:
– удельный вес, $\gamma_н$, кН/м^3 – 20,01;
– удельное сцепление, $c_н$, кПа – 23;
– угол внутреннего трения, $\varphi_н$, град. – 29,20;

– модуль деформации, Е, МПа – 7,50.

Расчетные значения характеристики грунтов по деформациям:
– удельный вес, γ^{II}, кН/м^3 – 19,81;
– удельное сцепление, c_{II}, кПа – 18;
– угол внутреннего трения, φ_{II}, град. –24,30;
– модуль деформации, Е, МПа – 6,82.

Расчетные значения характеристики грунтов по несущей способности:
– удельный вес, γ^{I}, кН/м^3 – 19,52;
– удельное сцепление, c_{I}, кПа – 16;
– угол внутреннего трения, φ_{I}, град. – 21,90;
– модуль деформации, Е, МПа – 6,82.

ИГЭ-3 представлен песком средней крупности, средней плотности, коричневого и светло-коричневого цветов, водонасыщенный, полимиктового состава, с линзами суглинка и прослойками песка различной крупности мощностью до 20 см.

Характеризуется следующим гранулометрическим составом, приведенным в таблице 17.

Таблица 17 – Гранулометрический состав ИГЭ-3

Фракции, мм					
Содержание, %					
>10	10-2	2-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1
-	6	35	31	10	18

Механические характеристики ИГЭ-3 приняты по результатам статического зондирования.

Нормативные значения характеристик:
– угол внутреннего трения, $\varphi_н$, град. – 28,0;
– модуль деформации, Е, МПа – 17,0.

Расчетные значения характеристики грунтов по деформациям:
– угол внутреннего трения, φ_{II}, град. – 25,0;
– модуль деформации, Е, МПа – 17,0.

Расчетные значения характеристики грунтов по несущей способности:
– угол внутреннего трения, φ_{I}, град. – 24,0;
– модуль деформации, Е, МПа – 17,0.

Согласно лабораторным данным коэффициент фильтрации составляет 8,37 м/сут.

Угол естественного откоса (под водой) – 34^0.

ИГЭ-4 представлен песком крупным, средней плотности, коричневого и светло-коричневого цветов, водонасыщенный, полимиктового состава, с линзами суглинка и прослойками песка различной крупности мощностью до 20 см.

Характеризуется следующим гранулометрическим составом, приведенным в таблице 18.

Таблица 18 – Гранулометрический состав ИГЭ-4

Фракции, мм					
Содержание, %					
>10	10-2	2-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1
3	18	34	21	8	16

Механические характеристики ИГЭ-4 приняты по результатам статического зондирования.

Нормативные значения характеристик:

- угол внутреннего трения, $\varphi_н$, град. – 32,0;
- модуль деформации, Е, МПа – 25,20.

Расчетные значения характеристики грунтов по деформациям:

- угол внутреннего трения, φ_{II}, град. – 29,0;
- модуль деформации, Е, МПа – 25,20.

Расчетные значения характеристики грунтов по несущей способности:

- угол внутреннего трения, φ_{I}, град. – 28,0;
- модуль деформации, Е, МПа – 25,20.

Согласно лабораторным данным коэффициент фильтрации составляет 10,23 м/сут.

Угол естественного откоса (под водой) – 32^0.

ИГЭ-5 представлен песком гравелистым, средней плотности, коричневого и светло-коричневого цветов, водонасыщенный, полимиктового состава, с прослойками песка различных фракций мощностью до 20 см.

Характеризуется следующим гранулометрическим составом, приведенным в таблице 19.

Таблица 19 – Гранулометрический состав ИГЭ-5

Фракции, мм					
Содержание, %					
>10	10-2	2-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1
5	31	34	12	8	10

Механические характеристики ИГЭ-5 приняты по результатам статического зондирования.

Нормативные значения характеристик:

– угол внутреннего трения, $\varphi_н$, град. – 37,0;
– модуль деформации, Е, МПа – 39,0.

Расчетные значения характеристики грунтов по деформациям:

– угол внутреннего трения, φ_{II}, град. – 34,0;
– модуль деформации, Е, МПа – 39,0.

Расчетные значения характеристики грунтов по несущей способности:

– угол внутреннего трения, φ_{I}, град. – 32,0;
– модуль деформации, Е, МПа – 39,0.

Согласно лабораторным данным коэффициент фильтрации составляет 15,96 м/сут.

Угол естественного откоса (под водой) – 32^0.

ИГЭ-6 представлен глиной, желтовато-коричневого, светло-коричневого и красного цветов, твердой консистенции, с пятнами ожелезнения и омарганцевания, с прослойками суглинка мощностью до 20 см.

Колебания частных значений и нормативные значения показателей физических свойств приведены в нижеследующей таблице 20.

Таблица 20 – Физические свойства ИГЭ-6

№ п/п	Наименование показателей	Предельные значения		Нормативные значения
		min	max	
1	Плотность, ρ, гс/см^3	1,85	2,16	1,96
2	Плотность сухого грунта, ρ_d, гс/см^3	1,41	1,81	1,57
3	Плотность твердых частиц, ρ_s, гс/см^3	2,74	2,74	2,74
4	Влажность природная, *w*, %	18,73	31,07	25,68
5	Коэффициент пористости, е	0,51	0,94	0,76
6	Степень влажности, S_r	0,89	1,0	0,92
7	Влажность на границе текучести, w_L, %	46,10	66,0	57,97
8	Влажность на границе пластичности, w_p, %	26,10	39,90	34,26
9	Число пластичности, I_p	19,60	27,40	23,71

№ п/п	Наименование показателей	Предельные значения		Нормативные значения
		min	max	
10	Показатель текучести, I_L	<0	<0	

Значения прочностных и деформационных характеристик ИГЭ-6 определены по лабораторным данным в естественном состоянии.

Нормативные значения характеристик:

- удельный вес, $\gamma_н$, кН/м^3 – 19,23;
- удельное сцепление, $c_н$, кПа – 67,0;
- угол внутреннего трения, $\varphi_н$, град. –9,60;
- модуль деформации, Е, МПа – 5,10.

Расчетные значения характеристики грунтов по деформациям:

- удельный вес, γ^{II}, кН/м^3 – 18,84;
- удельное сцепление, c_{II}, кПа – 53,60;
- угол внутреннего трения, φ_{II}, град. – 8,73;
- модуль деформации, Е, МПа – 4,64.

Расчетные значения характеристики грунтов по несущей способности:

- удельный вес, γ^{I}, кН/м^3 – 18,54;
- удельное сцепление, c_{I}, кПа – 44,67;
- угол внутреннего трения, φ_{I}, град. – 8,35;
- модуль деформации, Е, МПа – 4,64.

ИГЭ-7 представлен суглинком, желтовато-коричневого и светло-коричневого цветов, твердой консистенции, с пятнами ожелезнения и омарганцевания, с включениями дресвы и щебня и с прослойками суглинка с дресвой мощностью до 20 см.

Колебания частных значений и нормативные значения показателей физических свойств приведены в нижеследующей таблице 21.

Таблица 21 – Физические свойства ИГЭ-7

№ п/п	Наименование показателей	Предельные значения		Нормативные значения
		min	max	
1	Плотность, ρ, гс/см^3	1,99	2,19	2,08
2	Плотность сухого грунта, ρ_d, гс/см^3	1,70	1,88	1,78
3	Плотность твердых частиц, ρ_s, гс/см^3	2,72	2,73	2,73
4	Влажность природная, *w*, %	15,76	17,15	16,57
5	Коэффициент пористости, е	0,45	0,60	0,53
6	Степень влажности, S_r	0,76	1,0	0,86
7	Влажность на границе текучести, w_L, %	32,10	43,10	38,58
8	Влажность на границе пластичности, w_p, %	21,10	27,30	24,34

№ п/п	Наименование показателей	Предельные значения		Нормативные значения
		min	max	
9	Число пластичности, I_p	11,0	16,50	14,21
10	Показатель текучести, I_L	<0	<0	

Значения прочностных и деформационных характеристик ИГЭ-7 определены по лабораторным данным в естественном состоянии.

Нормативные значения характеристик:

- удельный вес, $\gamma_н$, кН/м^3 – 2,40;
- удельное сцепление, $c_н$, кПа – 48,0;
- угол внутреннего трения, $\varphi_н$, град. –25,40;
- модуль деформации, Е, МПа – 19,0.

Расчетные значения характеристики грунтов по деформациям:

- удельный вес, γ^{II}, кН/м^3 – 20,01;
- удельное сцепление, c_{II}, кПа – 38,40;
- угол внутреннего трения, φ_{II}, град. – 23,09;
- модуль деформации, Е, МПа – 17,27.

Расчетные значения характеристики грунтов по несущей способности:

- удельный вес, γ^{I}, кН/м^3 – 19,72;
- удельное сцепление, c_{I}, кПа – 32;
- угол внутреннего трения, φ_{I}, град. – 22,09;
- модуль деформации, Е, МПа – 17,27.

6 ЗАСОЛЕНИЕ, АГРЕССИВНЫЕ И КОРРОЗИЙНЫЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ

Согласно ГОСТ 25100-2011 грунты незасолены. Согласно СП РК 2.01-101-2013* грунты обладают слабой сульфатной агрессией по отношению к бетону марки W4 на портландцементе, к бетону марки W6 и W8 – неагрессивные; по степени агрессивности хлоридов на арматуру железобетонных конструкций, к бетону марки W4 и W6 – слабо- и среднеагрессивные, к бетону W8 –слабоагрессивные (Приложение 6).

Согласно СП РК 2.01-101-2013* грунты обладают высокой степенью коррозийной активности по отношению к конструкции из углеродистой стали (Приложение 5).

7 ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Согласно п.4.3.18 СП РК 5.01-102-2013*, к опасным геологическим процессам на исследуемом участке следует отметить подтопленность грунтовыми водами и морозную пучинистость грунтов в зоне сезонного промерзания.

По характеру подтоплению территория относится к подтопляемой в естественных условиях.

Исследуемый район не сейсмоактивный, согласно СП РК 2.03-30-2017*.

8 СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ГРУНТЫ

Согласно ГОСТ 25100-2011 и СП РК 1.02-102-2014 к специфическим грунтам на данном участке относятся набухающие грунты ИГЭ-1а и ИГЭ-7 на основании лабораторных данных:

- величина относительной деформации набухания ИГЭ-1а составляет <0,040÷0,110 д.е., что характеризует их как ненабухающие и средненабухающие;
- величина относительной деформации набухания ИГЭ-7 составляет <0,110÷0,250 д.е., что характеризует их как средненабухающие и сильнонабухающие.

9 ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ

Частное значение предельного сопротивления забивной сваи в точке зондирования F_u, кН (тс) определено по формуле в соответствии с п.4.5.11 СН РК 5.01-103-2013:

$$F_u = \gamma_{cR}*R_s*A+\gamma_{cf}*f*u*h, \quad (2)$$

где R_s – предельное сопротивление грунта под нижним концом сваи по данным зондирования в рассматриваемой точке, кПа (тс/м^2);

γ_{cR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи, принимаемый равным 0,4;

f – среднее значение предельного сопротивления грунта на боковой поверхности сваи по данным зондирования в рассматриваемой точке, кПа (тс/м^2);

h – глубина погружения сваи от поверхности грунта, м;

u – периметр поперечного сечения ствола сваи, м.

γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи, принимаемый равным 0,8.

Предельное сопротивление грунта под нижним концом забивной сваи R_s, кПа (тс/м^2), по данным зондирования в рассматриваемой точке определено по формуле:

$$R_s = \beta_1 q_s, \quad (3)$$

где β_1 – коэффициент перехода от q_s к R_s принимаемый по табл.15 независимо от типа зонда (по ГОСТ 19912-2012);

q_s – среднее значение сопротивления грунта кПа (тс/м^2), под наконечником зонда, полученное из опыта, на участке, расположенном в пределах одного диаметра d выше и четырех диаметров ниже отметки острия проектируемой сваи (где d – диаметр круглого или сторона квадратного, или большая сторона прямоугольного сечения сваи, м).

Среднее значение предельного сопротивления грунта на боковой поверхности забивной сваи f, кПа (тс/м^2), по данным зондирования грунта в рассматриваемой точке определено по формуле:

$$f = \frac{\sum \beta_i f_{si} h_i}{h}, \qquad (4)$$

где β_i – коэффициент, принимаемый по табл.15 СН РК 5.01-103-2013;

f_{si} – среднее сопротивление i-го слоя грунта на боковой поверхности зонда, кПа (тс/м^2);

h_i – толщина i-го слоя грунта, м.

Колебания частных значений предельного сопротивления забивной сваи сечением 30х30 см, F_u, кН на глубинах 3,20÷11,40 м (см. Приложение 4).

Несущая способность свай приведена без учета коэффициента надежности по грунту, который равен 1,25.

10 ГРУППА ГРУНТОВ ПО ТРУДНОСТИ РАЗРАБОТКИ

Группы грунтов в зависимости от трудоемкости их разработки приведены в таблице 22 согласно СН РК 8.02-05-2002.

Таблица 22 – Распределение грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки

№ ИГЭ	Наименование и краткая характеристика грунтов	Группа грунтов при разработке	
		одноковшовым экскаватором	вручную
1а	Суглинок, твердый и полутвердый (35в)	2	2
1б	Суглинок, от тугопластичной до текучей (35в)	2	2
2а	Супесь, пластичная (36б)	1	2
2б	Супесь, пластичная и текучая (36а)	1	1
3	Песок средней крупности (29в)	1	2
4	Песок крупный (29в)	1	2
5	Песок гравелистый (29в)	1	2
6	Глина (8г)	3	3
7	Суглинок (35г)	3	3

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

- *Участок изыскательских работ расположен в левобережной части г. Нур-Султан, район «Есиль», около Микрорайона Уркер, между Кургальжинское шоссе и Юго-западным объездом. Поверхность земли характеризуется абсолютными отметками по устьям скважин 338,60÷340,90 м.*

- *Гидрографическая сеть представлена оз. Бузукты.*

- *Подземные воды на участке работ вскрыты в четвертичных отложениях и приурочены к песчаным отложениям. Установившийся УГВ по замеру на ноябрь 2021 г. зафиксирован на глубине от 0,80 м до 1,70 м, что соответствует абсолютным отметкам от 337,70 м до 340,10 м, за прогнозируемый рекомендуется принять уровень на 0,50÷1,50 м выше установившегося на период изысканий.*

- *Для исключения подтопления подземными и поверхностными водами территории в процессе эксплуатации, рекомендуется предусмотреть комплексную инженерную защиту (организация поверхностного стока, локальную защиту отдельных сооружений, создание надежной защиты водоотведения и т.д.).*

- *Согласно п.4.3.18 СП РК 5.01-102-2013*, к опасным геологическим процессам на исследуемом участке следует отметить подтопленность грунтовыми водами и морозную пучинистость грунтов в зоне сезонного промерзания.*

- *По характеру подтоплению территория относится к подтопляемой в естественных условиях.*

- *При проектировании рекомендуется использовать следующие нормативные и расчетные значения, приведенные в таблице 23.*

Таблица 23 – Нормативные и расчетные значения

Наименование	Характеристики		
	Нормативные	Расчетные	
		0,85	0,95
ИГЭ-1а *представлен суглинком, светло-коричневого и коричневого цветов, твердой и полутвердой консистенции, с примесью органических веществ до 4,0%, с прослойками супеси и песка мелкого мощностью до 20 см.* *На основании лабораторных данных грунты относятся к набухающим, величина относительной деформации набухания ИГЭ-1а составляет <0,040÷0,110 д.е., что характеризует их как ненабухающие и средненабухающие.* *Значения прочностных и деформационных характеристик ИГЭ-1а определены по лабораторным данным в водонасыщенном состоянии.*			
Удельный вес, γ, кН/м^3	***19,62***	***19,33***	***19,23***

Удельное сцепление, кПа	***31,0***	***24,80***	***20,67***
Угол внутреннего трения, град.	***22,0***	***20,0***	***19,13***
Модуль деформации, Е, МПа	***5,90***	***5,36***	

ИГЭ-1б *представлен суглинком, светло-коричневого и коричневого цветов, от тугопластичной до текучей консистенции, с примесью органических веществ до 5,0%, с прослойками супеси и песка мелкого мощностью до 20 см.*

Коэффициенты относительного уплотнения ИГЭ-1б

Номер скважины	*Глубина отбора, м*	*Плотность сухого грунта в естественном состоянии, гс/см^3*	*Оптимальная влажность, %*	*Максимальная плотность сухого грунта, гс/см^3*	*Коэффициент относительного уплотнения грунта при коэффициенте уплотнения 0,95*
13	*1,80*	*1,72*	*14,60*	*1,82*	*1,01*
19	*1,20*	*1,63*	*15,60*	*1,80*	*1,08*
24	*1,0*	*1,59*	*13,40*	*1,80*	*1,08*

Значения прочностных и деформационных характеристик ИГЭ-1б определены по лабораторным данным в естественном состоянии.

Удельный вес, γ, кН/м^3	***19,42***	***19,33***	***19,13***
Удельное сцепление, кПа	***21,0***	***16,80***	***14,0***
Угол внутреннего трения, град.	***20,60***	***18,72***	***17,91***
Модуль деформации, Е, МПа	***4,80***	***4,36***	

ИГЭ-2а *представлен супесью, светло-коричневого и коричневого цветов, пластичной консистенции, с прослойками суглинка мощностью до 20 см.*

Значения прочностных и деформационных характеристик ИГЭ-2а определены по лабораторным данным в естественном состоянии.

Удельный вес, γ, кН/м^3	***20,31***	***19,91***	***19,72***
Удельное сцепление, кПа	***33,0***	***26,0***	***22,0***
Угол внутреннего трения, град.	***17,10***	***13,80***	***11,70***
Модуль деформации, Е, МПа	***9,60***	***8,73***	

ИГЭ-2б *представлен супесью, светло-коричневого и коричневого цветов, пластичной и текучей консистенции, с прослойками суглинка и песка мелкого и средней крупности мощностью до 20 см.*

Значения прочностных и деформационных характеристик ИГЭ-2б определены по лабораторным данным в естественном состоянии.

Удельный вес, γ, кН/м^3	***20,01***	***19,81***	***19,52***
Удельное сцепление, кПа	***23,0***	***18,0***	***16,0***
Угол внутреннего трения, град.	***29,20***	***24,30***	***21,90***

Модуль деформации, Е, МПа	***7,50***	***6,82***

<u>ИГЭ-3</u> *представлен песком средней крупности, средней плотности, коричневого и светло-коричневого цветов, водонасыщенный, полимиктового состава, с линзами суглинка и прослойками песка различной крупности мощностью до 20 см.*

Согласно лабораторным данным коэффициент фильтрации составляет 8,37 м/сут.

Угол естественного откоса (под водой) – 34^0.

Механические характеристики ИГЭ-3 приняты по результатам статического зондирования.

Угол внутреннего трения, град.	***28,0***	***25,0***	***24,0***
Модуль деформации, Е, МПа	***17,0***		

<u>ИГЭ-4</u> *представлен песком крупным, средней плотности, коричневого и светло-коричневого цветов, водонасыщенный, полимиктового состава, с линзами суглинка и прослойками песка различной крупности мощностью до 20 см.*

Согласно лабораторным данным коэффициент фильтрации составляет 10,23 м/сут.

Угол естественного откоса (под водой) – 32^0.

Механические характеристики ИГЭ-4 приняты по результатам статического зондирования.

Угол внутреннего трения, град.	***32,0***	***29,0***	***28,0***
Модуль деформации, Е, МПа	***25,20***		

<u>ИГЭ-5</u> *представлен песком гравелистым, средней плотности, коричневого и светло-коричневого цветов, водонасыщенный, полимиктового состава, с прослойками песка различных фракций мощностью до 20 см.*

Согласно лабораторным данным коэффициент фильтрации составляет 15,96 м/сут.

Угол естественного откоса (под водой) – 32^0.

Механические характеристики ИГЭ-5 приняты по результатам статического зондирования.

Угол внутреннего трения, град.	***37,0***	***34,0***	***32,0***
Модуль деформации, Е, МПа	***39,0***		

<u>ИГЭ-6</u> *представлен глиной, желтовато-коричневого, светло-коричневого и красного цветов, твердой консистенции, с пятнами ожелезнения и омарганцевания, с прослойками суглинка мощностью до 20 см.*

Значения прочностных и деформационных характеристик ИГЭ-6 определены по лабораторным данным в естественном состоянии.

Удельный вес, γ, кН/м^3	***19,23***	***18,84***	***18,54***
Удельное сцепление, кПа	***67,0***	***53,60***	***44,67***

Угол внутреннего трения, град.	***9,60***	***8,73***	***8,35***
Модуль деформации, Е, МПа	***5,10***	***4,64***	

ИГЭ-7 *представлен суглинком, желтовато-коричневого и светло-коричневого цветов, твердой консистенции, с пятнами ожелезнения и омарганцевания, с включениями дресвы и щебня и с прослойками суглинка с дресвой мощностью до 20 см.*

На основании лабораторных данных грунты относятся к набухающим, величина относительной деформации набухания ИГЭ-7 составляет <0,110÷0,250 д.е., что характеризует их как средненабухающие и сильнонабухающие.

Значения прочностных и деформационных характеристик ИГЭ-7 определены по лабораторным данным в естественном состоянии.

Удельный вес, γ, кН/м^3	***20,40***	***20,01***	***19,72***
Удельное сцепление, кПа	***48,0***	***38,40***	***32,0***
Угол внутреннего трения, град.	***25,40***	***23,09***	***22,09***
Модуль деформации, Е, МПа	***19,0***	***17,27***	

- *Нормативная глубина промерзания грунтов:*
  - суглинок – 1,71 м;
  - супесь – 2,08 м;
  - песок крупный, гравелистый – 2,23 м.

- *Минерализация подземных вод составляет 3009-3165 мг/л, что характеризует их как соленые. По химическому составу воды сульфатно-хлоридные натриевые, общая жесткость 11,10-11,90 м.моль/дм^3.*

- *Согласно СП РК 2.01-101-2013* подземные воды обладают слабой углекислотной агрессией по отношению к бетону марки W4; по отношению к бетону марки W4-W6 на портландцементе обладают слабой сульфатной агрессией, к бетону марки W8 – неагрессивные; по отношению к арматуре железобетонных конструкций при периодическом смачивании – среднеагрессивные; при постоянном погружении – неагрессивные.*

- *Согласно ГОСТ 25100-2011 грунты незасолены. Согласно СП РК 2.01-101-2013* грунты обладают слабой сульфатной агрессией по отношению к бетону марки W4 на портландцементе, к бетону марки W6 и W8 – неагрессивные; по степени агрессивности хлоридов на арматуру железобетонных конструкций, к бетону марки W4 и W6 – слабо- и среднеагрессивные, к бетону W8 –слабоагрессивные.*

- *Согласно СП РК 2.01-101-2013* грунты обладают высокой степенью коррозийной активности по отношению к конструкции из углеродистой стали.*

- *Испытание грунта в каждой точке зондирования заканчивалось при достижении предельных усилий на зонд, согласно ГОСТ 19912-2012. Глубина статического зондирования составила 3,20÷11,40 м. Несущая способность свай приведена без учета коэффициента надежности по грунту, который равен 1,25.*

- *Исследуемый район не сейсмоактивный, согласно СП РК 2.03-30-2017*.*

- *При проектировании фундаментов зданий необходимо учитывать глубину промерзания грунтов, а при проектировании подземных водонесущих коммуникаций – величину проникновения «0».*

- *Предусмотреть защитные покрытия и катодную поляризацию трубопроводов и подземных конструкций из стали.*

- *Предусмотреть защиту бетонных и железобетонных конструкций от агрессивного воздействия грунтов и грунтовых вод.*

- *Группы грунтов в зависимости от трудоемкости их разработки в талом состоянии, согласно СН РК 8.02-05-2002:*
  - *Суглинок, твердый и полутвердый – 35в;*
  - *Суглинок от тугопластичной до текучей – 35в;*
  - *Супесь, пластичная – 36б;*
  - *Супесь пластичная и текучая – 36а;*
  - *Песок средней крупности – 29в;*
  - *Песок крупный – 29в;*
  - *Песок гравелистый – 29в;*
  - *Глина – 8г;*
  - *Суглинок – 35г.*

Составил инженер: *Рымбаев Е.Т.*

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

а) опубликованные материалы

1. СП РК 1.02-102-2014 — Инженерно-геологические изыскания для строительства
2. СП РК 1.02-105-2014 — Инженерные изыскания для строительства. Основные положения
3. СН РК 5.01-02-2013 — Основания зданий и сооружений
4. СП РК 5.01-102-2013* — Основания зданий и сооружений (с изменениями и дополнениями от 06.11.2019 г.)
5. СН РК 5.01-03-2013 — Свайные фундаменты
6. СП РК 5.01-103-2013 — Свайные фундаменты
7. СП РК 2.04-01-2017* — Строительная климатология (с изменениями от 01.04.2019 г.)
8. СН РК 2.01-01-2013 — Защита строительных конструкций от коррозии
9. СП РК 2.01-101-2013* — Защита строительных конструкций от Коррозии (с изменениями от 01.08.2018 г.)
10. СП РК 2.03-30-2017* — Строительство в сейсмических районах (с изменениями и дополнениями от 05.06.2019 г.)
11. СТ РК 1289-2014 — Государственный Стандарт Республики Казахстан. Грунты, упаковка, транспортирование и хранение образцов
12. ГОСТ 25100-2011 — Межгосударственный стандарт. Грунты. Классификация
13. ГОСТ 20522-2012 — Межгосударственный стандарт. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний
14. СН РК 8.02-05-2002 — Сборники сметных норм и расценок на строительные работы
15. СТ РК 1291-2004 — Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации

16. ГОСТ 12248-2010	Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости
17. СТ РК 1550-2006	Грунты. Методы лабораторного определения характеристик набухания и усадки
18. СТ РК 1273-2004	Грунты. Метод лабораторного определения зернового (гранулометрического) состава
19. СП 24.13330.2011	Свайные фундаменты
20. Методические указания	Методические указания по инженерно-геологическому обследованию болот при изысканиях автомобильных и железных дорог

ПРИЛОЖЕНИЯ