



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Колледж СамГТУ

М.И. БОРИСОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Методические указания
к практическим занятиям*

Самара
Самарский государственный технический университет
2024

Составитель: Борисов М.И.

Проектирование и конструирование оснований и фундаментов инженерных сооружений: методические указания к практическим занятиям для студентов СПО / *М.И. Борисов.* – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2024. – 24с.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности среднего профессионального образования 08.02.02 Строительство и эксплуатация инженерных сооружений.

Методические указания включают в себя комплект методических материалов, необходимых для успешной подготовки и участия в проведении практических работ по МДК.01.01 «Проектирование и конструирование оснований и фундаментов инженерных сооружений» студентам СПО.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Практическое занятие 1. Составление и оформление документации инженерно-геологических изысканий для строительства инженерных сооружений	4
Практическое занятие 2. Проектирование и конструирование фундамента инженерного сооружения	12
Практическое занятие 3. Расчет основания фундамента инженерного сооружения по несущей способности	17
Библиографический список	22

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 08.02.02 Строительство и эксплуатация инженерных сооружений и осваивающих МДК.01.01 «Проектирование и конструирование оснований и фундаментов инженерных сооружений».

Практическое занятие 1

Тема: Составление и оформление документации инженерно-геологических изысканий для строительства инженерных сооружений

Цель занятия: составление и оформление документации инженерно-геологических изысканий для строительства инженерных сооружений

Ход работы:

Задание 1. Оформить документацию инженерно-геологических изысканий.

В результате выполнения практической работы № 1 студент должен:

уметь: составлять и оформлять документацию инженерно-геологических изысканий для строительства инженерных сооружений.

Полевая техническая документация включает результаты измерений (наблюдений, обследований), выполняемых на местности или в пункте (точке), а также данные технологических процессов определенных видов инженерно-геологических и гидрогеологических работ непосредственно на объекте изысканий.

Под первичной камеральной обработкой материалов изысканий подразумевается отображение хода технологического процесса (наблюдений, обследований) и (или) его результатов в виде таблиц, ведомостей, графиков, разрезов, первичных расчетов. Первичную камеральную обработку следует производить непосредственно в процессе полевых работ.

Материалы первичной камеральной обработки служат основой для анализа и обобщения результатов изысканий по видам работ и по объекту в целом и входят в состав отчетной технической документации.

Лабораторная техническая документация содержит результаты испытаний, определений и анализов образцов грунтов и проб воды, отобранных в процессе полевых работ для детального изучения свойств грунтов и воды в лабораторных условиях.

Всем прилагаемым формам технической документации присвоены индексы УГ (унифицированная, геология) и номера, соответствующие данной системе унификации, которые следует проставлять в правом верхнем углу листа.

Порядок ведения полевой технической документации

Полевую документацию необходимо вести в соответствии с требованиями действующих стандартов и нормативных документов, регламентирующих выполнение соответствующих видов изыскательских работ, в журналах (бланках) единого образца по формам. Запрещается документировать на отдельных листах с последующим

переписыванием в журнал.

Размеры журналов и других форм полевой документации должны иметь формат 148 × 210, 297 × 210 или 148 × 105 мм и не содержать более 50 страниц. Все страницы должны быть пронумерованы.

Полевую документацию необходимо вести непосредственно в процессе работ на объекте. Записи и зарисовки следует выполнять простым карандашом или неразмывающимися химическими средствами.

До начала производства работ необходимо оформить титульный лист полевого журнала.

По окончании рабочей смены в конце страницы форм [УГ-1](#), [УГ-2](#), [УГ-3](#) или в гр. «Примечания» полевая документация должна быть подписана лицами, ответственными за проведение данного вида работ (сменным мастером, техником-геологом, оператором и т.д.), а при двух- и более сменной работе - сдавшими и принявшими смену.

Основным документом при проведении инженерно-геологической съемки (рекогносцировки) является полевой дневник, заполняемый по форме [УГ-1](#). В дневнике производятся описания обнажений, родников, колодцев, элементов рельефа и других точек наблюдения, делаются зарисовки, записываются опросные сведения, результаты различных измерений (замеры), а также периодически производимые обобщения и предварительные выводы.

ФОРМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Форма УГ-1 (обложка журнала)

(министерство, ведомство)

(организация)

(экспедиция, партия, отряд)

Объект _____

Участок (створ) _____ Договор _____

ДНЕВНИК №

(рекогносцировка, съемка, масштаб)

Начат _____ Окончен _____

Начальник партии _____
(фамилия, имя, отчество)

Исполнитель _____
(фамилия, имя, отчество, должность)

Нашедшего журнал просим вернуть по адресу _____

(Обратная сторона обложки, последующая страница)
Продолжение

Проходимость	Единица измерения	Категория сложности		
		I	II	III
Хорошая				
Удовлетворительная				
Плохая				

Исполнитель _____

Форма УГ-1
(следующая, нечетная страница)

Оглавление

Номер маршрута	Прохождение и направление маршрута	Номер страницы

(последующие четные страницы)
(миллиметровая разграфка)

(последующие нечетные страницы)

	30 - 40 мм (поле)
Линейная разграфка	

(предпоследняя страница журнала)

Номер фотопленки	Номер фотоснимка	Номер точки наблюдения	Дата фотографирования	Содержание фотоснимка, его ориентировка	Примечание

Форма УГ-2
(обложка журнала)

(министерство, ведомство)

(организация)

(экспедиция, партия, отряд)

Объект _____

Участок (створ) _____ Договор _____

Журнал буровых скважин №

Начат _____

Окончен _____

Начальник партии (отряда) _____

Геолог _____

Буровой мастер _____

Схема расположения
скважин



Сведения о проходке скважин

Номер страницы	Номер скважины	Дата бурения	Диаметр скважины, мм	Глубина скважины, м	Крепление скважины		Тип станка	Способ бурения и особенности проходки (с подливом, всухую, с промывкой, с продувкой)	Глубина проведения испытаний			
					диаметр, мм	глубина, м			статически ми нагрузкам и	на срез	прессиом етром	откачкой, наливом, нагнетанием

Нашедшего журнал просим вернуть по адресу: _____

(четная страница журнала)

СКВАЖИНА №

Абсолютная отметка устья

Тип станка _____

Начата _____

Способ бурения _____

Окончена _____

Дата, смена	Описание работ по операциям	Бурение					Обсадка трубами			Наблюдения за уровнем подземных вод				Учет поглощения промывочной жидкости
		Нако- нечник, диаметр, мм	от	до	поднято керна	% выхода керна	диаметр, мм	от	до	время замера	Глубина до уровня воды			
											Появив- шегося	Установив- шегося	в процессе бурения	

Буровой мастер _____

(нечетная страница журнала)

Местоположение _____

Описываемый интервал			Описание грунтов (название, цвет, зернистость, состав, глинистость, пылеватость, структура, текстура, известковистость, включения, прослой, плотность, крепость, влажность, консистенция, трещиноватость, размер и % включений или заполнителя, действие от HCl, вид керна и пр.)	Категория грунтов по ЕНВ	Отбор проб	Примечание (характер циркуляции промывочной жидкости, отметка о контроле и пр.)
от	до	мощность, м			Вид пробы и глубина отбора	

Техник-геолог (гидрогеолог) _____

_____ (министерство, ведомство)

_____ (организация)

_____ (экспедиция, партия, отряд)

Объект _____

Участок (створ) _____ Договор _____

Журнал шурфов, дудок №

Начат _____

Схема расположения шурфов

Окончен _____

Начальник партии (отряда) _____

Геолог _____

Буровой мастер _____



Сведения о проходке шурфов (дудок)

Номер страницы	Номер шурфа	Даты проходки	Сечение, м ²	Глубина, м	Способ проходки	Крепление		Глубина проведения испытаний		
						закреплено, м	вид крепи	статическими нагрузками	на срез	наливом, откачкой

Нашедшего журнал просим вернуть по адресу: _____

Шурф (дудка) № _____
Сечение _____

Начат _____
Окончен _____

Дата, смена	Описание работ по операциям	Проходка, крепление		Откачено воды		Глубина до уровня воды, м		Зарисовка стенок шурфа			
		от	до	за время	объем, м ³	появившегося	установившегося	С	В	Ю	З

Буровой мастер (проходчик) _____

(нечетная страница журнала)

Местоположение _____

Описание грунтов					Категория грунтов по ЕНВ	Отбор проб		Примечание (отметки о контроле и пр.)
Номер слоя	глубина, м		мощность	Визуальная характеристика (название, цвет, структура, текстура, зернистость, прослой, плотность, засоленность, влажность, размер и содержание включений, процентное содержание включений, процентное содержание заполнителя, реакция с HCl, крепость, трещиноватость, заполнитель трещин, элементы залегания слоев и трещин и пр.)		вид пробы	глубина отбора	
	от	до						

Геолог (гидрогеолог) _____

Порядок ведения документации лабораторных исследований

Документация исследований грунтов

Результаты исследований грунтов в лабораторных условиях записывают в следующие формы:

рабочие журналы, заполняемые в ходе испытаний (формы [УГ-51](#) - УГ-56);

сводные таблицы и паспорта, заполняемые по окончательным результатам исследований (формы [УГ-68](#) - [УГ-75](#)).

Форма УГ-51

(четная страница журнала)

Журнал определения гранулометрического состава грунтов (ареометр)

Лабораторный номер	Дата	Номер и глубина выработки	Навеска	Гигроскопическая влажность	Абсолютно-сухая навеска	Коэффициент
<div>Размеры частиц, мм</div> <div>более 10 10 - 5 5 - 2 2 - 1</div>						«K»
						$K + w_T$

(нечетная страница журнала)

Размеры частиц, мм				Тарировка ареометра	Отсчеты по ареометру			
1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,1	0,1 - 0,05		0,05	0,01	0,005	0,001
Масса частиц, г								
% содержание								

Журнал определения природной влажности грунтов

Лабораторный номер	Номер бюкса	Масса бюкса, г				Масса, г		Влажность, доли	
		пустого	с влажным грунтом	с сухим грунтом		воды	абсолютно сухого грунта	единицы	
				1	2			отдельной пробы	средняя

Журнал определения плотности грунтов методом режущего кольца

Лабораторный номер	Номер кольца	Масса кольца, г	Масса кольца с грунтом, г	Масса грунта, г	Объем кольца, см ³	Плотность, г/см ³	Описание грунта

Журнал определения плотности частиц грунтов

Дата	Лабораторный номер	Номер бюкса	Номер пикнометра	Масса пикнометра с 1/3 воды (керосина), г	Масса пикнометра с 1/3 воды (керосина) и грунтом, г	Масса грунта, г

Масса пикнометра с грунтом и водой, долитой до черты, г	Масса пикнометра с чистой водой $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, долитой до черты, г	Объем грунта, см ³	Плотность частиц грунта, г/см ³	Среднее значение плотности частиц грунта, г/см ³

Журнал определения границ пластичности грунтов

Лабораторный номер	Граница пластичности	Номер бюкса	Масса в граммах			
			пустого бюкса	бюкса с влажным грунтом	сухого грунта	
					I	II

выпаренной воды	абсолютно сухого грунта	Влажность в долях единицы		Число пластичности
		отдельной пробы	средняя	

Журнал определения состава и физических свойств песчаных грунтов

Гранулометрический состав												
Лабораторный номер	Номер выработки	Глубина отбора, м	Навеска, г	Масса и % содержания фракции								Примечание (методика выполнения анализа)
				более 10 мм	10 - 5 мм	5 - 2 мм	2 - 1 мм	1 - 0,5 мм	0,5 - 0,25 мм	0,25 - 0,1 мм	менее 0,1 мм	

(нечетная страница журнала)

Угол естественного откоса, град		Определение коэффициента фильтрации K_{ϕ}								коэффициент фильтрации	Примечание (марка прибора)	
		Определение плотности грунта при определении K_{ϕ}				Определение коэффициента фильтрации						
сухого грунта	под водой	масса, г			объем цилиндра, см ³	плотность грунта	время фильтрации, с		объем профильтровавшейся воды, см ³	температура воды, °C		градиент напора
		цилиндр с грунтом	цилиндр	грунта			отдельные замеры	среднее значение				

Форма УГ-68

Организация _____ Объект _____
Лаборатория _____ Лабораторный № _____

Паспорт определения прочностных свойств грунта

Краткое описание грунта	Геологический индекс	№ выработки	Глубина отбора	Дата отбора образца	Дата производства анализа

Гранулометрический состав
Гранулометрический состав, %; размер частиц, мм

Галька щебень	Гравий	Дресва	Песок					Пыль		Глина
более 10	10 - 5	5 - 2	2 - 1	1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,10	0,10 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	менее 0,005

(продолжение страницы)

Физические свойства

Граница текучести w_L	Граница раскатывания w_p	Число пластичности I_p	Природная влажность w	Показатель консистенции I_L	Плотность, $г/см^3$			Коэффициент пористости e	Степень влажности G
					грунта γ	сухого грунта γ_c	частиц грунта γ_s		

Результаты определений сопротивления срезу

Давление предварительного уплотнения, МПа	Нормальное давление при срезе p , МПа	Сопротивление грунта срезу τ , МПа	Коэффициент внутреннего трения, $tg \phi^{\circ}$	Угол внутреннего трения ϕ°	Величина сцепления c , МПа	Влажность после испытания w , доли единиц

Исполнитель _____
Начальник лаборатории _____

Определение проводилось на приборе _____
Условия и время проведения испытания _____

Размер образца _____
 Высота _____
 Диаметр _____
 Дата _____

Форма УГ-75

Организация _____
 Лаборатория _____

**Таблица результатов химического анализа грунтов
 на коррозионную активность по отношению к
 свинцу и алюминию**

Объект (участок) _____

Номер строки	Лабораторный номер	Наименование выработки и номер	Глубина взятия образца, м	pH	% от массы воздушно-сухого грунта		Коррозионная активность к свинцу	% от массы воздушно-сухого грунта		Коррозионная активность к алюминию
					органические вещества	NO ₃ ⁻		Cl ⁻	Fe (общее)	

Исполнитель _____
 Начальник лаборатории _____ Дата _____

До начала исследования грунтов в лаборатории проверяются физическое состояние и сохранность полученных проб, соответствие этикеток записям в ведомости. Обнаруженные дефекты отмечаются в ведомости и рабочих журналах. Монолиты, имеющие повреждения гидроизоляционного слоя и дефекты упаковки или хранения, расценивают как образцы грунта нарушенного сложения.

Рабочие журналы с записью физических и физико-химических свойств грунтов брошюруют в тетради, на обложке указывают названия организации и лаборатории, фамилии руководителя лаборатории и исполнителей.

Рабочие журналы, в которых фиксируют механические свойства, рекомендуется использовать отдельными развернутыми листами для каждого определения.

Конечные результаты лабораторных исследований, выполненных в соответствии с заданием, выписывают в сводные таблицы (формы [УГ-81](#), [УГ-82](#)).

Форма УГ-81

Организация _____
 Лаборатория _____

Таблица результатов определения физико-механических свойств скальных и крупнообломочных грунтов

Объект (участок) _____

Лабораторный номер	Наименование и номер выработки	Глубина отбора образца, м	Номенклатура грунта	Гранулометрический состав, %				Природная влажность, доли единицы	Плотность, г/см ³				Коэффициент пористости	Предел прочности, МПа				Коэффициент размягчаемости	Степень выветрелости	Коэффициент выветрелости
				> 200 м	> 10 мм	> 2 мм	< мм		грунта	сухого	грунта	частиц		природной влажности	в	воздушно-сухом сост.	водонасыщенном состоянии			

Составил _____

Начальник лаборатории _____

Дата _____

Форма УГ-82
(левая часть листа)

Организация _____

Лаборатория _____

Таблица результатов определения физико-механических свойств нескольких грунтов

Объект (участок) _____

Лабораторный номер	Наименование и номер выработки	Интервал опробования, м	Номенклатура грунта	Гранулометрический состав, %					Размер частиц, мм	Число пластичности	Природная влажность, доли единицы	Граница раскатывания, доли единицы	Показатель консистенции	Граница текучести, доли единицы	Плотность, г/см ³		
				галька и щебень	гравий и дресва	песок	пыль	глина							грунта	сухого грунта	частиц грунта
									более 10								
									10 - 2								
									2 - 1								
									1 - 0,5								
									0,5 - 0,25								
									0,25 - 0,10								
									0,10 - 0,05								
									0,05 - 0,01								
									0,01 - 0,005								
									менее 0,005								

Составил _____

Проверил _____

Форма УГ-82
(правая часть листа)

Степень влажности	Содержание растительных остатков, доли единицы	Коэффициент фильтрации, м/сутки	Коэффициент уплотнения		Модуль деформации, МПа		Величина относительной просадочности	Начальное просадочное давление, МПа	Давление набухания, МПа	Свободное набухание	Влажность набухания, доли единицы	Усадка, %	Сцепление, МПа	Угол внутреннего трения, градус	Угол откоса, град	
			при природной влажности	в условиях полного водонасыщения	при природной влажности	в условиях полного водонасыщения									воздушно-сухого грунта	под водой

Порядок оформления материалов первичной камеральной обработки

Первичная камеральная обработка выполняется в соответствии с существующими методическими указаниями и руководствами на данный вид работ и в соответствии с требованиями государственных стандартов по оформлению текстовых материалов, таблиц и чертежей.

Форматы листов чертежей и таблиц должны соответствовать требованиям ГОСТ

2.301-68 и определяться размерами их внешней рамки. Необходимо, чтобы размеры листов обеспечивали удобство пользования и брошюровку листов в техническом отчете, т.е. должны быть кратными машинописному листу формата 11 и, как правило, не выходить за пределы форматов 11 - 17 и 22 - 25* (см. таблицу).

Таблица 1 - Форматы листов чертежей

	Номер формата						
594 мм		22	23	24	25		
297 »	11	12	13	14	15	16	17
0 »	210	420	581	841	1051	1261	1472

* Обозначения форматов состояются из двух цифр: первая указывает кратность одной стороны формата к 297 мм, вторая - другой стороны формата к 210 мм.

Результаты бурения и проходки шурфов, дудок, а также описания обнажений, канав, расчисток оформляются в виде геолого-литологических разрезов выработок (колонок) или к документации прикладывается их полевое описание.

Вертикальный масштаб следует принимать равным 1:50 - 1:200. На колонках указывают возраст пород, абсолютные отметки устья и подошвы слоев, мощность и глубину залегания слоев, приводят послойное описание грунтов и условными знаками показывают разрез (развертку) выработки, приводят сведения о подземных водах (глубины появившегося и установившегося уровней, даты замеров).

В середине разреза показывают ствол горной выработки двумя параллельными линиями и конструкцию при проходке, минимальная ширина ствола скважины должна быть 3 мм. Если вычерчивают развертку, то ствол выработки не показывают, ширина же этой графы увеличивается. На разрезе (развертке) условными знаками обозначают места отбора проб и проведения полевых испытаний. При динамическом или статистическом зондировании грунтов, выполненными рядом с выработками, а также при выполнении расходомерии и каротажа скважины справа от разреза приводят графики испытаний.

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию №1:

1. В каком масштабе строят геологические колонки?
2. Какие документы оформляют при инженерно-геологических изысканий.
3. Что относится к полевым документам?
4. Куда записывают результаты исследований грунтов в лабораторных условиях?

Практическое занятие № 2

Тема: Основания и фундаменты инженерных сооружений

Тема занятия: Проектирование и конструирование фундамента инженерного сооружения

Цель занятия: Проектирование и конструирование фундамента инженерного сооружения

Ход работы:

Задание 1. Определить размеры подошвы фундамента, определить все его геометрические размеры.

В результате выполнения практического занятия № 2 студент должен:

уметь: определить размеры подошвы фундамента, определить все его геометрические размеры.

Фундамент – это подземная часть сооружений, которая воспринимает нагрузку от его надземной части и передает ее на основание.

Основанием называют толщу грунтов, на которых возводится сооружение и в которых возникают напряжения и деформации от передаваемых на них нагрузок.

Проектирование оснований и фундаментов должно включать в себя обоснованный расчетом выбор типа основания (естественное или искусственное); типа конструкции, материала и размеров фундаментов (глубина заложения, размеры, площади подошвы и т.д.), а так же мероприятий, применяемых при необходимости уменьшения влияния деформаций основания на эксплуатационную пригодность и долговечность сооружения.

- Конструирование фундаментов (класс бетона, выбор арматуры, определение размеров отдельных его частей и т.п.) относится к курсу железобетонных конструкций.

К фундаментам мелкого заложения относятся фундаменты, имеющие отношение высоты к ширине подошвы, не превышающее 4, и передающие нагрузку на грунты основания преимущественно через подошву. $d / b \leq 4$. Фундаменты мелкого заложения возводятся в открытых котлованах или в специальных выемках, устраиваемых в грунтовых основаниях.

Конструирование фундамента

Для определения размеров подошвы прямоугольного фундамента, необходимо учитывать следующее условие: $b / l = 0,5 \div 0,85$.

где b – ширина подошвы фундамента; l – длина подошвы фундамента.

Под глубиной заложения фундамента d принято понимать размер от поверхности планировки до подошвы фундамента.

Глубина заложения фундамента d зависит от конструктивных особенностей здания (наличия подвалов, коммуникаций и ввода трубопроводов), глубины промерзания, геологических условий, наличия грунтовых вод, прочности и деформационных свойств грунтов основания, наличия имеющихся и строящихся соседних сооружений и др.

В грунтах, подверженных пучению (глина, суглинки), глубина заложения d принимается из условия непрмерзания грунта ниже подошвы фундамента:

$$d > d_f$$

d_f – расчетное значение глубины сезонного промерзания грунтов основания.

$$d_f = d_{fn} * k_n$$

d_{fn} – нормативная глубина сезонного промерзания, определяемая по карте сезонного промерзания суглинков и глин территории России : $d_{fn} - 1.4\text{м}$;

k_n – коэффициент, учитывающий тепловой режим эксплуатации сооружения или здания: $k_n = 1.1$.

Поскольку фундамент опирается на пески и супеси, то необходимо ввести

переходный коэффициент, определенный с использованием формулы:

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t},$$

M_t - безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур воздуха за зиму в данном районе, принимаемых по [3].

Переходный коэффициент определяется по зависимости:

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t} = 0,23 \sqrt{M_t} - \text{для суглинков и глин}$$

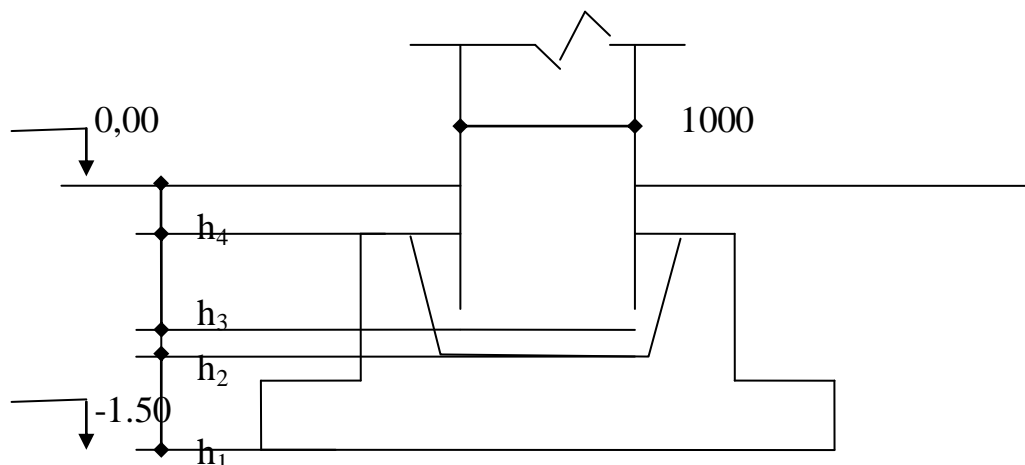
$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t} = 0,29 \sqrt{M_t} - \text{для супесей и песков средней крупности}$$

Откуда для супеси и песков средней крупности:

$$d'_{fn} = \frac{0,29}{0,23} d_{fn} = 1,26 \cdot d_{fn}$$

Исходя из условия минимальной глубины заложения фундамента для моста $d_{min} = 2,5$ м (по СНиП исходя из не размывания дна) и расчетного значения d_f , принимаем: $d = 2,5$ м

1 Выбор глубины заложения фундамента.



а) глубина заложения фундамента из условия сезонного промерзания грунта.

$$d_f = K \cdot d_{\beta}$$

d_{β} - нормативная глубина промерзания для Самары = 1,0 м;

K - коэффициент теплового режима здания.

Для отапливаемых зданий принимают по таблицам. $K = 0,6$

$$d_f = 0,6 \cdot 1,0 = 0,6 \text{ м}$$

б) глубина заложения фундамента из конструктивных условий

$$d_f = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

h_1 - толщина фундаментной подушки = 300 мм;

h_2 - рихтовочный зазор под колонну = 50 мм;

h_3 - глубина заделки колонны, равна большему размеру сечения колонны = 1000 мм;

h_4 - толщина конструкции пола = 150 мм.

$$d_f = 300 + 50 + 1000 + 150 = 1500 \text{ мм} = 1,5 \text{ м}.$$

Принимаем по большему значению 1,5 м

2 Определение размеров подошвы фундамента.

Расчет ведется по первому предельному состоянию.

При проектировании необходимо учитывать три условия:

1) $P < R$

$$2) P_{\max} \leq 1.2R$$

$$3) P_{\min} > 0$$

P_{\max} -максимальное краевое давление

P_{\min} -минимальное краевое давление

$$P = \frac{N}{\alpha \cdot b^2} + \gamma_{\phi} \cdot \beta \cdot d_f$$

α -соотношение $l/b=1.1-1.3$ принимаем 1,2;

γ_{ϕ} - 22 кН/м³ - средний удельный вес фундамента;

$\beta = 0,85$;

$d_f = 1,5$ - глубина заложения фундамента;

N -заданная нагрузка на образе наиболее нагруженного фундамента=2100 кН

$$P_{\max} = P + \frac{M}{W}, \quad P_{\min} = P - \frac{M}{W}$$

W - момент сопротивления подошвы фундамента;

$$W = \frac{b \cdot (\alpha b^2)}{6} = \frac{\alpha b^3}{6}$$

Определяем R принимая в от 1,5÷3,5

Определяем расчетное сопротивление грунта

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot (M_{\gamma} \cdot k_1 \cdot \gamma_{II}' + M_{\phi} \cdot d_f \cdot \gamma_{II}' + M_c \cdot C_{II})$$

γ_{c1} и γ_{c2} - коэффициент условий работы 1,1 и 1

k - коэффициент точности исходных данных ($k = 1$);

$M_{\gamma}=0.78$, $M_{\phi}=4.11$, $M_c=6.67$

γ_{II} - удельный вес грунта под подошвой фундамента 19.2 кН/м³

d_f - глубина заложения фундамента=1.5 м;

γ_{II}' - осреднённый по слоям удельный вес грунта выше подошвы фундамента

$$\gamma_{II}' = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2}{h_1 + h_2}$$

Учитывая глубину залегания фундамента, по геологическому разрезу определяем, что основанием под фундамент являются супеси. $C_{II}=14.0$ кН/м³

Уточнение расчетного сопротивления грунтов основания при выбранной ширине подошвы фундамента осуществляется по формуле 4.4. При конструировании фундаментов необходимо помнить, что все размеры фундаментов в плане должны быть кратны 30 сантиметрам, Высота фундамента, подколонника и плитной части также кратна 30 см. Высота каждой из ступеней плитной части принимается равной 30, 45 и 60 сантиметров.

ВЫВОД. Сравнить принятую площадь подошвы фундамента с требуемой. Необходимо помнить, что принятая площадь подошвы фундамента должна быть больше или равной требуемой.

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию №2:

1. Как определяется площадь подошвы фундамента?
2. При определении размеров подошвы прямоугольного фундамента, какое условие

должно выполняться?

3. Какому значению должны быть кратны размеры фундамента в плане?
4. Чему равны размеры ступеней плитной части фундамента?
5. Что называется фундаментом?
6. Что называется основанием?

Практическое занятие № 3

Тема: Основания и фундаменты инженерных сооружений

Тема занятия: Расчет основания фундамента инженерного сооружения по несущей способности

Цель занятия: Расчет основания фундамента инженерного сооружения по несущей способности

Ход работы:

Задание 1. Выполнять расчет основания фундамента инженерного сооружения по несущей способности.

В результате выполнения практического занятия № 3 студент должен:

уметь: рассчитывать основания фундамента инженерного сооружения по несущей способности.

Целью расчета оснований по несущей способности является оценка прочности и устойчивости грунта-основания под подошвой фундамента от воздействия эксплуатационных нагрузок.

Восприятие нагрузки фундаментом сопровождается его осадкой, которая обусловлена уплотнением грунта и потерей его устойчивости, характеризуемой деформационными сдвигами слоев. Величина осадки (δ) зависит не только от прочностных характеристик грунта, но и от значения прилагаемого усилия (F) (Рисунок 1), как у пружины, величина сжатия которой зависит от её жесткости и от приложенной силы.

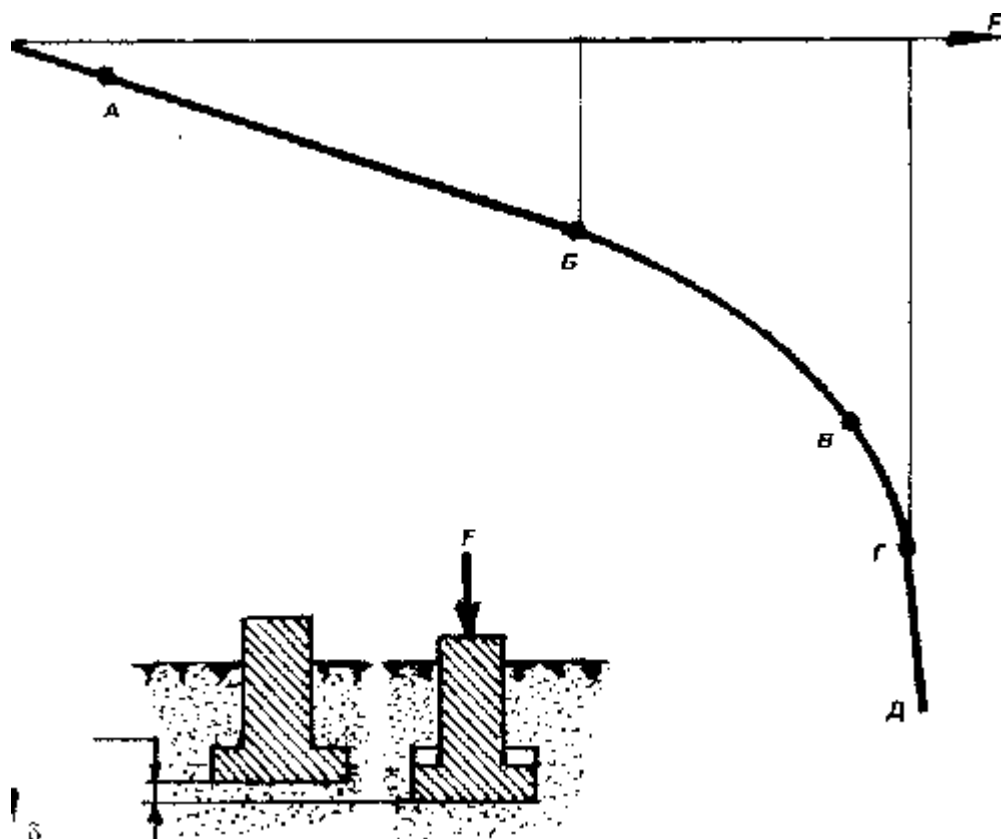
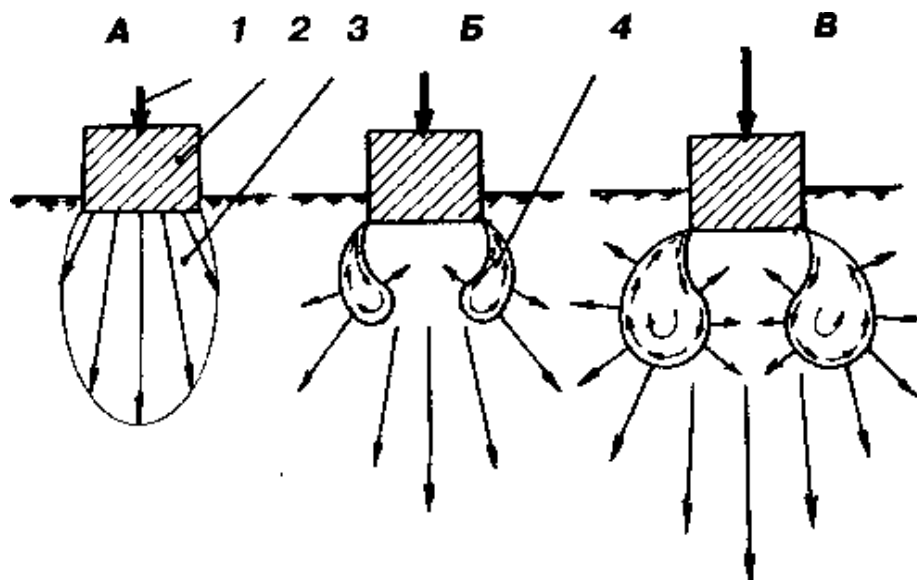


Рисунок 1-График зависимости осадки фундамента от нагрузки

На графике можно выделить типичные участки, характеризующие деформационно-напряженные процессы, проходящие в основании и сопровождающиеся перемещением и уплотнением грунта (Рисунок 2):

- ОА – фаза упругих деформаций (Рисунок 26, а);
- АБ – фаза уплотнения и местных сдвигов (Рисунок 2, б);
- БВ – фаза сдвигов и начало бокового уплотнения (Рисунок 2, в);
- ВГ – фаза выпора (Рисунок 2, г);
- ГД – фаза преобладающего бокового уплотнения (Рисунок 2, д).



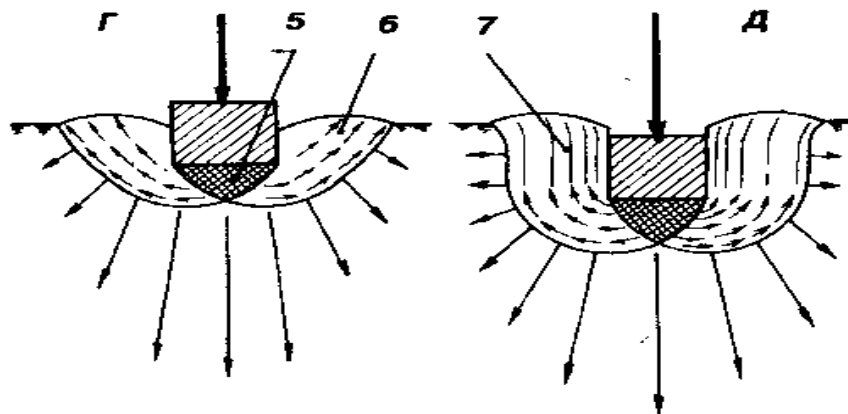


Рисунок 2-. Схема развития деформаций и перемещений грунта:
 А – фаза упругих деформаций; Б – фаза уплотнения и местных сдвигов; В – фаза развития сдвигов и начало бокового уплотнения; Г – фаза выпора; Д – фаза преобладающего бокового уплотнения;
 1 – нагрузка; 2 – фундамент; 3 – зона упругих деформаций; 4 – зона сдвиговых деформаций; 5 – выпор грунта; 6 – ядро уплотненного грунта; 7 – зона бокового уплотнения

Наиболее востребованные фазы работы основания, которые используются в условиях строительства – ОА, АБ и начальная часть фазы БВ, где преобладающими являются упругие деформации основания. Каждому типу фундамента соответствует своя фаза деформаций:

ОА – для фундамента в виде плит, где давление на грунт невелико;
 АБ – ленточный мелкозаглубленный фундамент;
 АБ (конец) и БВ – столбчатый фундамент.

Остальные фазы работы основания (ГД) реализуются в основном при создании свайных фундаментов, применяемых в индустриальном строительстве (забивные сваи).

При возведении столбчато-ленточного фундамента уровень напряжений в основании достаточно высок: задействуются вторая половина фазы АБ, фаза БВ и даже ВГ. Работа основания в широком диапазоне упругих деформаций обеспечивает "мягкое" восприятие нагрузки от веса возведенного строения.

Расчет оснований по несущей способности (для фаз ОА, АБ, начало БВ) выполняют через определение требуемой площади подошвы фундамента по следующей формуле:

$$S > \gamma_n F / \gamma_c R_o , \quad (1)$$

где S – площадь подошвы фундамента (см^2);
 F – расчетная нагрузка на основание (общий вес дома, в том числе фундамент, полезная нагрузка, снеговой покров...) (кг);
 $\gamma_n = 1,2$ – коэффициент надежности;
 γ_c – коэффициент условий работы имеет следующие величины:
 1.0 – глина пластичная, сооружение жесткой конструкции (каменные стены);

- 1.1 – глина пластичная, сооружения нежесткой конструкции (деревянные или каркасные стены) и жесткой конструкции длинные, с соотношением длины к высоте больше 4;
- 1.2 – глина слабопластичная, пески пылеватые маловлажные, строения нежесткие и жесткие короткие с соотношением длины к высоте меньше 1,5;
- 1.2 -- крупный песок, строения жесткие длинные;
- 1.3 – пески мелкие, сооружения любой жесткости;
- 1.4 – крупный песок, сооружения нежесткие и жесткие длинные;
- R_o – условное расчетное сопротивление грунта основания для фундаментов с глубиной заложения 1,5...2 м

Пример расчета фундамента по несущей способности грунта

Жилой каменный дом 7х8 м в два этажа имеет одну внутреннюю несущую стену. Вес дома с учетом снегового покрова и полезной нагрузки – около 180 т. Фундамент – заглубленный. Грунт – суглинок увлажненный (несущая способность 3,5 кг/см²)

Площадь подошвы фундамента определяется по формуле:

$$S > \gamma_n F / \gamma_c R_o,$$

где $\gamma_n = 1,2$

$F = 180000 \text{ кг}$

$\gamma_c = 1,0$

$R_o = 3,5 \text{ кг/см}^2$

$$S > 1,2 \cdot 180000 / 1,0 \cdot 3,5 = 61800 \text{ см}^2 = 6,18 \text{ м}^2$$

При общей длине фундамента – около 35 м ширина подошвы фундамента должна быть не менее $6,18 / 35 = 0,18 \text{ м}$.

Расчетное сопротивление грунта на разной глубине

Величины расчетного сопротивления грунтов (R_o), приведенные в таблицах 4...8, даны для глубины заложения фундамента 1,5...2 м.

Если глубина заложения фундамента меньше чем 1.5 м, то расчетное сопротивление грунта (R_h) определяется по формуле:

$$R_h = 0,005 \cdot R_o \cdot (100 + h/3),$$

где h – глубина заложения фундамента в см.

Пример 1.

Глинистый грунт на глубине 0,5 м при $R_o = 4 \text{ кг/см}^2$ будет иметь расчетное сопротивление грунта $R_h = 2,33 \text{ кг/см}^2$.

Если глубина заложения фундамента больше чем 2 м. то расчетное сопротивление

грунта (R_h) определяется по формуле:

$$R_h = R_o + k \cdot g \cdot (h - 200), \text{ где}$$

h – глубина заложения фундамента в см,

g – вес столба грунта, расположенного выше глубины заложения фундамента (кг/см^2);

k – коэффициент грунта (для песка – 0,25; для супеси и суглинка – 0,20; для глины – 0,15).

Расчет фундаментов мелкого заложения по несущей способности

Несущую способность основания оцениваем методом теории предельного равновесия, используя формулу:

$$N_u = b \cdot l \cdot (N_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot b \cdot \gamma_I + N_q \cdot \xi_q \cdot d \cdot \gamma'_I + N_c \cdot \xi_c \cdot c_I)$$

b и l – соответственно ширина и длина фундамент: $b = 9\text{ м}$, $l = 14,7\text{ м}$

N_γ, N_q, N_c – коэффициенты несущей способности,

При $\varphi = 38^\circ$ $N_\gamma = 50.61$, $N_q = 51.83$, $N_c = 63.63$;

γ_I – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента;

γ'_I – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше подошвы фундамента;

c_I – расчетное значение удельного сцепления грунта;

d – глубина заложения фундамента: $d = 2.5\text{ м}$

ξ_γ, ξ_q, ξ_c – коэффициенты формы фундамента: $\xi_\gamma = 0.92$, $\xi_q = 1.47$, $\xi_c = 1.41$

$$N_u = 9 \cdot 14.7 \cdot (50.61 \cdot 0.92 \cdot 9 \cdot 0.96 + 51.83 \cdot 1.47 \cdot 2.5 \cdot 0.97 + 63.63 \cdot 1.41 \cdot 0)$$

$$N_u = 584761.732 \text{ тс}$$

Устойчивость основания и фундамента обеспечена при выполнении условия:

$$N_I \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \cdot N_u$$

γ_c – коэффициент условия работы для песков пылеватых: $\gamma_c = 0.9$

γ_n – коэффициент надежности по значению сооружений $\gamma_n = 1.15$

$$N_I = 1394.07 \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \cdot N_u = \frac{0.9}{1.15} \cdot 584761.732 = 457639.6 \text{ тс}$$

Условие выполняется.

$$300 \text{ см} - 0.42 \text{ кг/см}^2.$$

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию №2:

1. От чего зависит величина осадки фундамента?
2. Фазы работы фундамента?
3. Принцип расчет основания фундамента по несущей способности?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Печатные издания

1. Мальцев, Андрей Валентинович Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства для расчета оснований и фундаментов зданий и сооружений : учеб. пособие [Текст] / Самар. гос. техн. ун-т (СамГТУ), Архитектур.-строит. акад., Каф. инженер. геологии, оснований и фундаментов.- Самара, СамГТУ АСА, 2020.- 111 с.
2. Невзоров, Александр Леонидович Основания и фундаменты. Пособие по расчету и конструированию : учеб. пособие [Текст] .- Москва, АСВ, 2018.- 152 с.
3. Саламахин, П. М. Инженерные сооружения в транспортном строительстве : в 2 кн.: учеб. для вузов по специальности "Автомобил. дороги и аэродромы" направления подгот. "Трансп. стр-во" : Кн. 1. [Текст] / под ред. П. М. Саламахина .- 3-е изд., испр.- Москва, Академия, 2014.- 346 с.
4. Мангушев, Рашид Александрович Проектирование и устройство подземных сооружений в открытых котлованах : учеб. пособие [Текст] / под ред. Р. А. Мангушева.- Москва, АСВ, 2013.- 250 с.

Электронные издания (электронные ресурсы)

1. Опарин, С. Г. Здания и сооружения. Архитектурно-строительное проектирование : учебник для среднего профессионального образования / С. Г. Опарин, А. А. Леонтьев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 275 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-20139-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/557627>.
2. Гусакова, Е. А. Основы строительного производства : учебник для среднего профессионального образования / Е. А. Гусакова, А. С. Павлов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 210 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-19503-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/556551>.
3. Макаров, К. Н. Геодезия в строительстве : учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 170 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-19479-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/556539>.
4. Кривошاپко, С. Н. Конструкции зданий и сооружений : учебник для среднего профессионального образования / С. Н. Кривошاپко, В. В. Галишникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 558 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06793-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/555682>.
5. Кривошاپко, С. Н. Конструкции зданий и сооружений : учебник для среднего профессионального образования / С. Н. Кривошاپко, В. В. Галишникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 558 с. —

- (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06793-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/555682>.
6. Кяттов, Н. Х. Механика грунтов : учебное пособие для среднего профессионального образования / Н. Х. Кяттов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 215 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17447-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/533118>.
7. Кяттов, Н. Х. Проектирование оснований и фундаментов : учебное пособие для среднего профессионального образования / Н. Х. Кяттов, Р. Н. Кяттов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 327 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-15840-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/544644>.
8. Ермолович, Е. А. Основы инженерной геологии: физико-механические свойства грунтов и горных пород. Практикум : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. А. Ермолович, А. В. Овчинников, Е. В. Лычагин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 289 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13329-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/542782>.

Дополнительная литература

1. Ермолович, Е. А. Основы инженерной геологии: физико-механические свойства грунтов и горных пород. Практикум : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. А. Ермолович, А. В. Овчинников, Е. В. Лычагин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 289 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13329-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/542782>.
2. Мангушев, Р. А. Механика грунтов. Решение практических задач : учебное пособие для среднего профессионального образования / Р. А. Мангушев, Р. А. Усманов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 109 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09742-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/539308>.
3. Опарин, С. Г. Архитектурно-строительное проектирование : учебник для вузов / С. Г. Опарин, А. А. Леонтьев ; под общей редакцией С. Г. Опарина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20142-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/557630>.
4. Общероссийская общественная организация «Тоннельная ассоциация России». Режим доступа: <http://www.rus-tar.ru/>
5. Портал AUTODESK. Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/>
6. Информационный сайт «Искусство строить мосты». Режим доступа: <http://www.bridgeart.ru>.

7. СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ.
8. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. Дата введения 2017-07-01.
9. СП 122.13330.2012 "СНиП 32-04-97 Тоннели железнодорожные и автодорожные" (с изменением N 1).
10. ГОСТ 22733-2016 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности.
11. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.
12. ГОСТ 25584-2016 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации.
13. 12.ГОСТ 21.302-2013 "Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям", введен в действие приказом Росстандарта от 30.12.2013.
14. 13.ГОСТ 21.301 Основные требования к оформлению отчетной документации по инженерно-геологическим изысканиям
15. 14.ГОСТ 32836-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Изыскания автомобильных дорог. Общие требования
16. 15.Пособие по составлению и оформлению документации инженерных изысканий для строительства. Часть 2. Инженерно-геологические (гидрогеологические) изыскания (к СНиП II-9-78)
17. 16. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.
18. 17. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями N 1, 2, 3).