

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

Методические рекомендации
по выполнению практических работ
по учебной дисциплине
«Методы проектирования строительных
конструкций»
для специальности
08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений
ФП «Профессионалитет», Строительная отрасль

Методические рекомендации
составлены в соответствии с
программой УД «Методы
проектирования строительных
конструкций»

ОДОБРЕНО
Предметной (цикловой)
комиссией строительно-
монтажных дисциплин
протокол №
«___»_____20__г
Председатель ПЦК

_____/_____/

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по НМР
_____Т.Ю. Крашкова
«___»_____20__г.

Автор: Ефремова О.А., преподаватель ГБПОУ Южно-Уральского
государственного технического колледжа

АКТ СОГЛАСОВАНИЯ

на методические указания по выполнению практических работ по учебной дисциплине «Методы проектирования строительных конструкций», для студентов специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений, разработанные преподавателем Южно-Уральского государственного технического колледжа ЕФРЕМОВОЙ О.А.

Автором представлены методические рекомендации по выполнению и оформлению практических работ, по учебной дисциплине «Методы проектирования строительных конструкций» рассчитанные на 24 аудиторных часа. Разработано 24 часа практических работ в полном соответствии с утвержденным учебным планом и утвержденной рабочей программой. Определены знания и умения студента по каждой теме.

Содержание и структура методических рекомендаций удовлетворяет требованиям, предъявляемым к данной учебной дисциплине. Приведены контрольные вопросы для проверки знаний.

Методические рекомендации разработаны с учетом действующей правовой, нормативной и справочной литературы.

Задания разработаны с учетом развивающегося строительного производства и отвечают требованиям к минимуму знаний и умений, которыми должен владеть учащийся колледжа, обучающийся по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.

Приведена учебная литература в необходимом объеме.

Выполнение практических работ способствует разносторонней подготовке студентов к производственной деятельности в современных условиях, а также более полному усвоению теоретического материала.

Итогом выполнения работ является получение зачета по практическим работам.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине «Методы проектирования строительных конструкций» для специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений. ФП «Профессионалитет», Строительная отрасль

Практические работы разработаны в рамках рабочей программы – являющегося частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС и ФП «Профессионалитет» по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений в части освоения основного вида профессиональной деятельности и соответствующих профессиональных компетенций (ПК).

Практические работы должны способствовать приобретению студентами умений и навыков для решения задач, связанных с методами конструирования и расчета строительных конструкций.

При выполнении практических работ студенты осваивают современные методы расчета строительных конструкций и определяют их области применения в строительстве.

Проведение практических работ предусматривает своей целью закрепление теоретических знаний и приобретение необходимых практических умений по программе. При выполнении практических работ студенты осваивают современные методы расчета.

Форма проведения учебных занятий выбирается преподавателем, исходя из дидактической цели и содержания материала.

Выполнение практических работ способствует разносторонней подготовке студентов к производственной деятельности в современных условиях, а также более полному усвоению теоретического материала.

В результате изучения дисциплины студент должен:

уметь:

- читать проектно-технологическую документацию;
- пользоваться компьютером с применением специализированного программного обеспечения;
- выполнять расчеты нагрузок, действующих на конструкции;
- строить расчетную схему конструкции по конструктивной схеме;
- выполнять статический расчет;
- проверять несущую способность конструкций;
- подбирать сечение элемента от приложенных нагрузок;
- выполнять расчеты соединений элементов конструкции;

знать:

-конструктивные системы зданий, основные узлы сопряжений конструкций зданий;

-международные стандарты по проектированию строительных конструкций, в том числе информационное моделирование зданий (BIM-технологии);

профессиональные компетенции:

- ПК 1.1. Подбирать наиболее оптимальные решения из строительных конструкций и материалов, разрабатывать узлы и детали конструктивных элементов зданий и сооружений в соответствии с условиями эксплуатации и назначением;

- ПК 1.2. Выполнять расчеты и конструирование строительных конструкций.

общие компетенции:

- ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

- ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

- ОК 03. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

- ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

личностные результаты:

- ЛР 4. Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностно и профессионального конструктивного «цифрового следа»

- ЛР 7. Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности

- ЛР 11. Проявляющий уважение к эстетическим ценностям, обладающий основами эстетической культуры

- ЛР 13. Способный при взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей, стремящийся к формированию в строительной отрасли и системе жилищно-коммунального хозяйства личностного роста как профессионала

- ЛР 14. Способный ставить перед собой цели для решения возникающих профессиональных задач, подбирать способы решения и

средства развития, в том числе с использованием информационных технологий

- ЛР 15. Содействующий формированию положительного образа и поддержанию престижа своей профессии

При изложении материала необходимо соблюдать единство терминологии, обозначений, единицу измерения в соответствии с действующими стандартами (СНиПами, СП, ГОСТами).

Критерии оценки выполнения студентом практических работ.

№ п.п.	Оцениваемые навыки	Метод оценки	Критерии оценки			
			Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
1	Отношение к работе	Наблюдение руководителя, просмотр материала	Все материалы представлены в указанный срок, не требуют дополнительного времени на завершение. Ответственное отношение к работе	Все материалы представлены в указанный срок, не требуют дополнительного времени на завершение. Добросовестное отношение к работе	Все материалы представлены в указанный срок. Поверхностное отношение к выполнению поставленной задачи	В отведенное для работы время не уложился. Не добросовестное отношение к работе
2	Способность выполнять вычисления	Проверка работы	Четко выполняет статические расчеты	Выполняет статические расчеты, имеются ошибки в вычислениях (10%-15%).	Выполняет статические расчеты, имеется достаточное количество ошибок в вычислениях (30%-40%).	Не способен использовать даже простейшие арифметические действия для получения конкретного результата. Большое число ошибок в вычислениях, требуется доскональная проверка результатов
3	Использован	Наблюдение	Демонстрир	Демонстрир	Демонстрир	Не способен

	ие справочного материала и нормативной документации	руководителя, проверка работы	ует отличную теоретическую подготовку, свободно ориентируется в справочном материале и нормативной документации	ует хорошую теоретическую подготовку, достаточно свободно ориентируется в справочном материале	ует удовлетворительную теоретическую подготовку, не достаточно свободно ориентируется в справочном материале и нормативной документации, требуется помощь преподавателя	без помощи преподавателя пользоваться нормативной и справочной литературой. Нет твердых знаний по предмету
4	Умение использовать полученные ранее знания и навыки для решения конкретной задачи	Наблюдение руководителя, проверка работы	Без дополнительных пояснений использует навыки и умения, полученные при изучении образовательных дисциплин	Достаточно грамотно использует знания и умения полученные при изучении смежных дисциплин	Требуются пояснения преподавателя для правильного использования знаний и умений, полученных при изучении смежных дисциплин при решении конкретно поставленной задачи.	Не способен использовать знания полученные при изучении смежных дисциплин при решении конкретно поставленной задачи в данной дисциплине.
5	Оформление работы	Просмотр материалов	Все материалы оформлены согласно стандартным требованиям инструкций, графика на высоком уровне	Все материалы оформлены аккуратно, но с небольшими отступлениями от требований стандартов	Материалы оформлены небрежно, с ошибками и недостаточным количеством отступлений от требований стандартов.	Работа оформлена в высшей степени небрежно. Демонстрируемые записи, вычисления, рисунки, чертежи просто не могут не

						привести к дополнительным ошибкам.
6	Вывод (объем и грамотность)	Просмотр материалов	Полный, грамотный	Полный с небольшими ошибками.	Не полный, с ошибками.	Не сделан.
7	Умение отвечать на вопросы, пользоваться профессиональной и общей лексикой при сдаче (защите) работы	Собеседование	Грамотно отвечает на поставленные вопросы, используя профессиональную лексику. Может обосновать свою точку зрения по проблеме. Четко видит цель.	Грамотно отвечает на поставленные вопросы, используя профессиональную лексику в достаточном объеме. Может обосновать свою точку зрения по проблеме.	Не грамотно отвечает на поставленные вопросы, мало использует профессиональную лексику.	Показывает незнание предмета при ответе на вопросы, низкий интеллект, узкий кругозор, ограниченный словарный запас. Четко выраженная неуверенность в ответах и действиях.

Содержание отчета и требования к его оформлению.

Отчет по практическим работам выполняется на листах бумаги формата А4 в соответствии с требованиями действующих стандартов (ГОСТ). Все отчеты собираются в папку, имеющую общий титульный лист.

Пример:

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное профессиональное бюджетное образовательное учреждение
Южно-Уральский государственный технический колледж

ОТЧЕТ

по практическим работам

по учебной дисциплине «Методы проектирования строительных
конструкций»

для специальности

08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.

Выполнил _____

Группы _____

№ варианта _____

Практическая работа	Оценка	Подпись	Практическая работа	Оценка	Подпись
Практическая работа № 1			Практическая работа № 4		
Практическая работа № 2			Практическая работа № 5		

Практическая работа № 3					
-------------------------	--	--	--	--	--

Челябинск, 20____

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

№ темы или разде ла	Вид и название задания	Планиру емые часы на выполне ние
1	Практическая работа №1 Сбор нагрузок на фундаменты зданий.	4
	Практическая работа №2 Расчёт осадки оснований.	4
	Практическая работа №3 Расчет и конструирование ленточного фундамента.	4
	Практическая работа №4 Расчет и конструирование столбчатого фундамента.	6
	Практическая работа №5 Расчет и конструирование свайных фундаментов.	6
	Итого:	24

Практическая работа №1

Сбор нагрузок на фундаменты зданий.

Цель: научиться собирать нагрузки на фундаменты зданий

В результате выполнения практической работы студент должен

- **знать:** методы определения нормативных и расчетных нагрузок

- **уметь:** собирать и рассчитывать нагрузки на фундаменты здания и сводить их в таблицу

Исходные данные для сбора нагрузок на ленточный фундамент под наружную стену бескаркасного здания:

<p style="text-align: center;"><u>ВАРИАНТ №1</u></p> <p>Исходные данные:</p> <ul style="list-style-type: none">- расстояние между координационными осями – 6,0 м;- здание (магазин) 3 этажное, $H_{эт}=3,3$м;- толщина стены из силикатного кирпича – 51 см;- г. Смоленск; <p style="text-align: center;"><u>Покрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none">-защитный слой гравия – 12 мм;- 4 слоя рубероида – 16 мм;- цементно-песчаная стяжка – 15 мм;- плиты из керамзитобетона – 70 мм;- 1 слой рубероида – 3 мм;- железобетонная многопустотная плита – 160 мм; <p style="text-align: center;"><u>Перекрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none">- линолеум – 4 мм;- битумная мастика – 2 мм;- цементно-песчаная стяжка – 10 мм;- железобетонная плоская плита – 160 мм.	<p style="text-align: center;"><u>ВАРИАНТ №2</u></p> <p>Исходные данные:</p> <ul style="list-style-type: none">- расстояние между координационными осями – 6,1 м;- здание (гостиница) 5 этажное, $H_{эт}=3,0$м;- толщина стены из силикатного кирпича – 38 см;- г. Оренбург; <p style="text-align: center;"><u>Покрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none">- 4 слоя рубероида – 18 мм;- асфальтобетон – 20 мм;- плиты из ячеистого бетона – 100 мм;- 1 слой толя – 1,5 мм;- железобетонная плоская плита – 220 мм; <p style="text-align: center;"><u>Перекрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none">- паркет дубовый – 19 мм;- битумная мастика – 2 мм;- цементно-песчаная стяжка – 10 мм;- керамзитобетон – 25 мм;- железобетонная многопустотная плита – 220 мм.
<p style="text-align: center;"><u>ВАРИАНТ №3</u></p> <p>Исходные данные:</p> <ul style="list-style-type: none">- расстояние между координационными осями – 6,0 м;- здание (больница) 6 этажное, $H_{эт}=3,0$м;- толщина стены из силикатного кирпича – 51 см;- г. Ростов на Дону; <p style="text-align: center;"><u>Покрытие:</u></p>	<p style="text-align: center;"><u>ВАРИАНТ №4</u></p> <p>Исходные данные:</p> <ul style="list-style-type: none">- расстояние между координационными осями – 5,6м;- здание (жилой дом) 7 этажное, $H_{эт}=2,8$м;- толщина стены из керамического кирпича – 51 см;- г. Ижевск; <p style="text-align: center;"><u>Покрытие:</u></p>

<ul style="list-style-type: none"> - 3 слоя рубероида – 12 мм; - литой асфальтобетон – 30мм; - гранулированные шлаки – 60 мм; - 1 слой рубероида – 3 мм; - железобетонная плоская плита – 100 мм; <p><u>Перекрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - поливинилхлоридный линолеум – 4 мм; - цементно-песчаный раствор – 20 мм; - 2 слоя толя на битумной мастике – 6 мм; - железобетонная плоская плита – 100 мм. 	<ul style="list-style-type: none"> - защитный слой из мраморной крошки – 10 мм; - 4 слоя рубероида на мастике – 17 мм; - цементно-песчаная стяжка – 10 мм; - шлакобетон – 35 мм; - 1 слой пергамина – 2 мм; - железобетонная ребристая плита – 60 мм. <p><u>Перекрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - керамическая плитка – 8 мм; - цементно-песчаная стяжка – 15 мм; - шлакобетон – 20 мм; - битумная мастика – 3 мм; - железобетонная ребристая плита – 60 мм.
<p style="text-align: center;"><u>ВАРИАНТ №5</u></p> <p>Исходные данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расстояние между координационными осями – 5,6 м; - здание (гостиница) 5 этажное, $H_{эт}=3,0$м; - толщина стены из керамического кирпича – 64 см; - г. Санкт-Петербург; <p><u>Покрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - защитный слой из мраморной крошки – 10 мм; - 4 слоя рубероида на мастике – 16 мм; - цементно-песчаная стяжка – 10 мм; - шлакобетон – 35 мм; - 1 слой пергамина – 2 мм; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм; <p><u>Перекрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - дощатый пол – 29 мм; - лаги 50х60 мм через 400 мм; - прокладки под лаги из рубероида 100х2,5 мм; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм. 	<p style="text-align: center;"><u>ВАРИАНТ №6</u></p> <p>Исходные данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расстояние между координационными осями – 6,4 м; - жилое здание 10 этажное, $H_{эт}=2,8$м; - толщина стены из силикатного кирпича – 38 см; - г. Екатеринбург; <p><u>Покрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - защитный слой гравия– 12 мм; - 4 слоя рубероида – 12 мм; - цементно-песчаная стяжка – 15 мм; - плиты из керамзитобетона – 70 мм; - 1 слой рубероида – 3 мм; - железобетонная плоская плита – 100 мм; <p><u>Перекрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - линолеум – 4 мм; - черный пол из досок – 25 мм; - лаги 40х70 через 300 мм; - прокладки под лаги из пергамина 100х2 мм; - минеральная вата – 30 мм; - железобетонная плоская плита – 100 мм;
<p style="text-align: center;"><u>ВАРИАНТ №7</u></p> <p>Исходные данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расстояние между координационными осями – 6,3 м; - жилое здание 5 этажное, $H_{эт}=2,7$м; - толщина стены из силикатного кирпича – 51 см; - г. Кемерово; <p><u>Покрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -защитный слой гравия – 12 мм; - 4 слоя рубероида – 16 мм; - цементно-песчаная стяжка – 15 мм; - плиты из керамзитобетона – 70 мм; - 1 слой рубероида – 3 мм; 	<p style="text-align: center;"><u>ВАРИАНТ №8</u></p> <p>Исходные данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расстояние между координационными осями – 5,4м; - здание (школа) 3 этажное, $H_{эт}=3,3$м; - толщина стены из силикатного кирпича – 38 см; - г. Нижний Тагил; <p><u>Покрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 слоя рубероида – 9 мм; - литой асфальтобетон – 30мм; - гранулированные шлаки – 60 мм; - 1 слой рубероида – 3 мм; - железобетонная многопустотная плита – 220

<ul style="list-style-type: none"> - железобетонная ребристая плита – 60 мм. <p><u>Перекрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - керамическая плитка – 8 мм; - цементно-песчаная стяжка – 15 мм; - шлакобетон – 20 мм; - битумная мастика – 3 мм; - железобетонная ребристая плита – 60 мм. 	<p>мм.</p> <p><u>Перекрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - паркет дубовый – 19 мм; - битумная мастика – 2 мм; - цементно-песчаная стяжка – 10 мм; - керамзитобетон – 25 мм;
<p><u>ВАРИАНТ №9</u></p> <p>Исходные данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расстояние между координационными осями – 6,2м; - здание (магазин) 2 этажное, $H_{эт}=3,0$м; - толщина стены из керамического кирпича – 51 см; - г. Орск <p><u>Покрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - защитный слой гравия – 12 мм; - 4 слоя рубероида – 14 мм; - цементно-песчаная стяжка – 15 мм; - плиты из керамзитобетона – 70 мм; - 1 слой рубероида – 4 мм; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм; <p><u>Перекрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - поливинилхлоридный линолеум – 4 мм; - цементно-песчаный раствор – 200 мм; - 2 слоя толя на битумной мастике; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм; 	<p><u>ВАРИАНТ №10</u></p> <p>Исходные данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расстояние между координационными осями – 5,4 м; - жилое здание 8 этажное, $H_{эт}=2,7$м; - толщина стены из керамического кирпича – 38 см; - г. Томск; <p><u>Покрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - защитный слой из мраморной крошки – 10 мм; - 4 слоя рубероида на мастике – 18 мм; - цементно-песчаная стяжка – 10 мм; - шлакобетон – 35 мм; - 1 слой пергамина – 2 мм; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм; <p><u>Перекрытие:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - дощатый пол – 29 мм; - лаги 50х60 мм через 400 мм; - прокладки под лаги из рубероида 100х2,5 мм; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм.

Порядок выполнения практической работы:

1. Собрать нагрузки на 1 м^2 покрытия;
 - плотность материалов определяем (9, стр.72 приложение Т.1);
 - коэффициент надежности по нагрузке определяем (3, стр.6 таблица 7.1);
 - снеговую нагрузку определяем (Приложение Л);
2. Собрать нагрузки на 1 м^2 перекрытия;
 - плотность материалов определяем (9, стр.72 приложение Т.1);
 - коэффициент надежности по нагрузке определяем (3, стр.6 таблица 7.1);
 - временную нагрузку на перекрытие определяем (3, стр. 9, таблица 8,3);
3. Собрать нагрузки на 1 п.м ленточного фундамента под наружную стену;
4. Данные расчета внести в таблицу.

Пример:

Исходные данные:

- расстояние между координационными осями – 5,5 м;
- жилое здание 4этажное, $H_{эт}=3$ м;
- толщина стены из керамического кирпича – 51 см;
- г. Казань;

Покрытие:

- защитный слой гравия – 10 мм;
- 3 слоя рубероида;
- цементно-песчаная стяжка – 12 мм;
- плиты из керамзитобетона – 80 мм;
- 1 слой рубероида;
- железобетонная многопустотная плита – 220 мм;

Перекрытие:

- дощатый пол – 30 мм;
- лаги 50х60 мм через 400 мм;
- прокладки под лаги из рубероида 100х2,5 мм;
- железобетонная многопустотная плита – 220 мм.

1. Сбор нагрузок на 1м² покрытия

Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка, кН/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
I. Постоянные нагрузки			
1. защитный слой гравия– $\delta=10$ мм = 0,01 м $\rho=1600$ кг/м ³ = 16 кН/м ³	$\delta \times \rho = 0,01 \times 16 = 0,16$	1,3	$0,16 \times 1,3 = 0,208$
2. 3 слоя рубероида $\delta=15$ мм = 0,015 м; $\rho=600$ кг/м ³ =6 кН/м ³	$0,015 \times 6 = 0,09$	1,3	$0,09 \times 1,3 = 0,117$
3. цементно-песчаная стяжка $\delta=12$ мм = 0,012 м; $\rho=1800$ кг/м ³ = 18 кН/м ³	$0,012 \times 18 = 0,216$	1,3	$0,216 \times 1,3 = 0,2808$
4. плиты из керамзитобетона $\delta=80$ мм = 0,08 м; $\rho=1600$ кг/м ³ = 16 кН/м ³	$0,08 \times 16 = 1,28$	1,3	$1,28 \times 1,3 = 1,664$
5. 1 слой рубероида $\delta=5$ мм = 0,005 м; $\rho=600$ кг/м ³ =6 кН/м ³	$0,005 \times 16 = 0,08$	1,3	$0,08 \times 1,3 = 0,048$
6. железобетонная многопустотная плита $\delta=110$ мм = 0,11 м; $\rho=2500$ кг/м ³ = 25 кН/м ³	$0,11 \times 25 = 2,75$	1,1	$2,75 \times 1,1 = 3,025$
Итого постоянные нагрузки	$q^H=4,58$		$q^P=5,34$
II. Временные нагрузки			
7. Снеговая г.Казань - 4 р-он стр-ва – 200 кг/м ² = 2,0 кН/м ²	2,0	1,4	$2,0 \times 1,4 = 2,8$
Итого временные нагрузки	$p^H=2,4$		$p^P=2,8$

$$N^H = q^H + p^H = 4,58 + 2,4 = 6,98 \text{ кН/м}^2$$

$$N^P = q^P + p^P = 5,34 + 2,8 = 8,14 \text{ кН/м}^2$$

2. Сбор нагрузок на 1 м² перекрытия

Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка, кН/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
I. Постоянные нагрузки			
1. дощатый пол— $\delta=30$ мм = 0,03 м $\rho=500$ кг/м ³ = 5 кН/м ³	$\delta \times \rho = 0,03 \times 5 = 0,15$	1,4	0,15 \times 1,4 = 0,21
2. лаги 50х60 мм через 400 мм			
3. прокладки под лаги из рубероида 100х2,5 мм			
4. железобетонная многопустотная плита $\delta=110$ мм = 0,11 м; $\rho=2500$ кг/м ³ = 25 кН/м ³	$0,11 \times 25 = 2,75$	1,1	$2,75 \times 1,1 = 3,025$
Итого постоянные нагрузки	$q^n = 2,9$		$q^p = 3,24$
II. Временные нагрузки			
5. на перекрытие (жилой дом) — 150 кг/м ² = 1,5 кН/м ²	1,5	1,3	$1,5 \times 1,3 = 1,95$
Итого временные нагрузки	$p^n = 1,5$		$p^p = 1,95$

$$N^n = (q^n + p^n) \times \text{кол.эт.} = (2,9 + 1,5) \times 4 = 17,6 \text{ кН/м}^2$$

$$N^p = (q^p + p^p) \times \text{кол.эт.} = (3,24 + 1,95) \times 4 = 20,76 \text{ кН/м}^2$$

3. Сбор нагрузок на 1 п.м ленточного фундамента под наружную стену

Определяем грузовую площадь

$$S_{гр} = 5,5/2 \times 1 = 2,75 \text{ м}^2$$

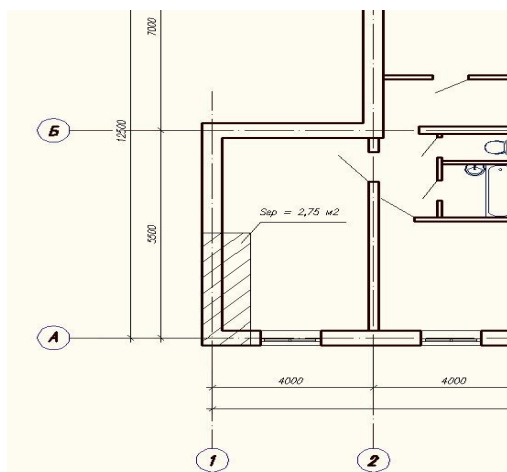


Рисунок 1 план наружных стен для определения нагрузок

Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка		γ_f	Расчетная нагрузка, кН
	На ед.изм кН/м ²	от грузовой площади S _{гр} , кН		
I. Постоянные нагрузки				
1. <u>от покрытия</u>				
- защитный слой гравия– $\delta=10$ мм = 0,01 м $\rho=1600$ кг/м ³ = 16 кН/м ³	$\delta \times \rho = 0,01 \times 16 = 0,16$	$0,16 \times 2,75 = 0,44$	1,3	$0,44 \times 1,3 = 0,57$
- 3 слоя рубероида $\delta=15$ мм = 0,015 м; $\rho=600$ кг/м ³ =6 кН/м ³	$0,015 \times 6 = 0,09$	$0,09 \times 2,75 = 0,25$	1,3	$0,25 \times 1,3 = 0,33$
- цементно-песчаная стяжка $\delta=12$ мм = 0,012 м; $\rho=1800$ кг/м ³ = 18 кН/м ³	$0,012 \times 18 = 0,216$	$0,216 \times 2,75 = 0,59$	1,3	$0,59 \times 1,3 = 0,77$
- плиты из керамзитобетона $\delta=80$ мм = 0,08 м; $\rho=1600$ кг/м ³ = 16 кН/м ³	$0,08 \times 16 = 1,28$	$1,28 \times 2,75 = 3,52$	1,3	$3,52 \times 1,3 = 4,58$
- 1 слой рубероида $\delta=5$ мм = 0,005 м; $\rho=600$ кг/м ³ =6 кН/м ³	$0,005 \times 16 = 0,08$	$0,08 \times 2,75 = 0,22$	1,3	$0,22 \times 1,3 = 0,29$
- железобетонная многопустотная плита $\delta=110$ мм = 0,11 м; $\rho=2500$ кг/м ³ = 25 кН/м ³	$0,11 \times 25 = 2,75$	$2,75 \times 2,75 = 7,56$	1,1	$7,56 \times 1,1 = 8,32$
2. <u>от перекрытия</u>	11,6	$11,6 \times 2,75 = 31,9$	1,3	$31,9 \times 1,3 = 41,47$
- дощатый пол– $\delta=30$ мм = 0,03 м $\rho=500$ кг/м ³ = 5 кН/м ³	$\delta \times \rho \times \text{кол.эт.} = 0,03 \times 5 \times 4 = 0,6$	$0,6 \times 2,75 = 1,65$	1,4	$1,65 \times 1,4 = 2,31$
- лаги 50х60 мм через 400 мм				
- прокладки под лаги из рубероида 100х2,5 мм				
- железобетонная многопустотная плита $\delta=110$ мм = 0,11 м; $\rho=2500$ кг/м ³ = 25 кН/м ³	$0,11 \times 25 \times 4 = 11$	$11 \times 2,75 = 30,25$	1,1	$30,25 \times 1,1 = 33,28$
3. <u>от кирпичных стен</u> $q^H = \delta_{ст} \times H_{эт} \times \rho_{кирпича} \times \text{кол.эт.} = 0,51 \times 3 \times 16 \times 4 = 97,92$ кН		97,92	1,1	107,71
Итого постоянные нагрузки		$q^H = 142,42$		$q^P = 165,56$
II. Временные нагрузки				
4. Снеговая г.Казань-4 р-он стр-ва – 200 кг/м ² = 2,0 кН/м ²	2,2	$2,0 \times 2,75 = 5,5$	1,4	$5,5 \times 1,4 = 7,7$
5. на перекрытие (жилой дом) – 150 кг/м ² = 1,5 кН/м ² х кол.эт. = 1,5х4=6 кН/м ²	6	$6 \times 2,75 = 16,5$	1,2	$16,5 \times 1,2 = 19,8$

Итого временные нагрузки		$p^H=22,0$		$p^P=27,5$
--------------------------	--	------------	--	------------

$$N^H = q^H + p^H = 142,42 + 22,0 = 164,42 \text{ кН}$$

$$N^P = q^P + p^P = 165,56 + 27,5 = 193,06 \text{ кН}$$

Контрольные вопросы:

1. Что является нормативной нагрузкой?
2. Что является расчетной нагрузкой?
3. Классификация нагрузок.
4. Для чего применяют коэффициент надежности по нагрузке?
5. Основные требования, предъявляемые к конструкциям при расчете.

Практическая работа №2

Расчет осадки основания

Цель: научиться определять осадку основания под подошвой фундамента
В результате выполнения практической работы студент должен

- **знать:** основные формулы расчета осадки основания;
- **уметь:** работать с СП для определения: расчетного сопротивления грунта, коэффициентов, угла внутреннего трения, удельного сцепления грунта;
- определять площадь подошвы фундамента;
- определять давление на грунт;
- определять ординаты эпюры осадки основания;
- проверять условия по максимально возможной осадки.

Исходные данные:

Определить осадку фундамента под колонну методом послойного суммирования.

№ варианта	Расчетная нагрузка, кН	Глубина заложения фундамента, м	Вид грунта	Коэффициент пористости, e	Показатель текучести, J_l	Модуль деформации, E (МПа)	Удельный вес $\gamma_{II}, \gamma_{II}, \gamma_m$ кН/м ³
1	300	1,2	Супеси	0,45	0,15	таб.А.3	20
2	350	1,25	Суглинки	0,45	0,15	таб.А.3	
3	400	1,3	Глины	0,65	0,15	таб.А.3	
4	450	1,35	Пески мелкие	0,45		таб.А.1	
5	500	1,4	Пески средние	0,45		таб.А.1	
6	550	1,45	Пески пылеватые	0,45		таб.А.1	
7	600	1,5	Супеси	0,55	0,30	таб.А.3	
8	650	1,55	Суглинки	0,65	0,55	таб.А.3	
9	700	1,6	Глины	0,65	0,50	таб.А.3	
10	750	1,65	Пески мелкие	0,55		таб.А.1	
11	800	1,7	Пески средние	0,55		таб.А.1	
12	850	1,75	Пески пылеватые	0,55		таб.А.1	
13	900	1,8	Супеси	0,65	0,60	таб.А.3	
14	925	1,85	Суглинки	0,65	0,60	таб.А.3	
15	825	1,9	Глины	0,65	0,50	таб.А.3	

16	725	1,95	Пески мелкие	0,65		таб.А.1
17	625	2,0	Пески средние	0,65		таб.А.1
18	525	2,1	Пески пылеваты е	0,65		таб.А.1
19	975	2,15	Супеси	0,85	0,70	таб.А.3
20	875	2,2	Суглинки	0,85	0,70	таб.А.3
21	775	2,25	Глины	0,85	0,70	таб.А.3
22	675	1,2	Пески мелкие	0,55		таб.А.1
23	575	1,25	Пески средние	0,65		таб.А.1
24	475	1,3	Пески пылеваты е	0,75		таб.А.1
25	425	1,35	Супеси	0,45	0,40	таб.А.3
26	375	1,4	Суглинки	0,55	0,40	таб.А.3
27	325	1,45	Глины	0,65	0,40	таб.А.3
28	918	1,5	Пески мелкие	0,65		таб.А.1
29	763	1,55	Пески средние	0,65		таб.А.1
30	586	1,6	Пески пылеваты е	0,65		таб.А.1
31	634	1,65	Супеси	0,55	0,30	таб.А.3
32	589	1,7	Суглинки	0,55	0,50	таб.А.3
33	535,52	1,35	глина	0,85	0,50	таб.А.3

Порядок выполнения практической работы:

1. Определить сервисную нагрузку

$$N_{ser} = \frac{N}{1,2}, \text{ (кН)}$$

где: N – расчетная нагрузка, кН

2. Определить расчетное сопротивление грунта, R_0 , (кПа) (5, стр.153, табл. Б.1-Б.3)
3. Определить требуемую площадь подошвы фундамента

$$A_f = \frac{N_{ser}}{R_0 - \gamma_m \cdot d_1}, \text{ (см}^2\text{)}$$

где: N_{ser} - сервисная нагрузка, кН

R_0 - расчетное сопротивление грунта, кПа

γ_m - средний удельный вес бетона и грунта, кН/м³

d_1 - глубина заложения фундамента, м

принимая размеры подошвы фундамента $a_f \times b_f$

4. Определяем расчетное сопротивление грунта

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_v \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \gamma_{II} + (M_q - 1) d_b \cdot \gamma_{II} + M_c \cdot c_{II}], \text{ кПа}$$

где: $\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}$ - коэффициенты условий работы, (16, стр. 29, табл. 5.4);

k - коэффициент, $k = 1,1$

M_γ, M_q, M_c - коэффициенты (5, стр. 29, табл. 5.5), определяются в зависимости от угла внутреннего трения φ_{II} (5, стр. 149, табл. А.1-А.3);

k_z - коэффициент, $k_z = 1$

b - ширина подошвы фундамента, м

γ_{II}, γ_{II} - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже и выше подошвы фундамента, равен 20 кН/м^3

c_{II} - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего под подошвой фундамента, кПа (5, стр. 149, табл. А.1-А.3);

d_1 - глубина заложения фундамента, м

d_b - глубина подвала, равен 0

5. Уточнить требуемые размеры фундамента, и расчетного сопротивления

$$A_f = \frac{N_{ser}}{R - \gamma_m \cdot d_1}, (\text{см}^2)$$

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \gamma_{II} + (M_q - 1) d_b \cdot \gamma_{II} + M_c \cdot c_{II}], \text{ кПа}$$

6. Проверяем подобранный фундамент

$$p = \frac{N_{ser}}{A_f} + \gamma_m \cdot d_1 < R \text{ (кПа)}$$

где: N_{ser} - сервисная нагрузка, кН

A_f - площадь подошвы фундамента, м^2

γ_m - средний удельный вес бетона и грунта, кН/м^3

d_1 - глубина заложения фундамента, м

R - расчетное сопротивление грунта, МПа

7. Определить нормативную нагрузку с учетом веса фундамента и грунта на его уступках

$$N_n = N_{ser} + \gamma_m \cdot d_1, \text{ кН}$$

где: N_{ser} - сервисная нагрузка, кН

γ_m - средний удельный вес бетона и грунта, кН/м^3

d_1 - глубина заложения фундамента, м

8. Определить среднее давление под подошвой фундамента

$$p = \frac{N_n}{A_f}, (\text{кН/м}^2)$$

где: N_n - нормативная нагрузка, кН

A_f - площадь подошвы фундамента, м^2 .

9. Определить дополнительное вертикальное давление на основание

$$p_0 = p - \sigma_{zg,0}, (\text{кПа})$$

где: p - среднее давление под подошвой фундамента, кПа

$\sigma_{zg,0}$ - вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента, кПа

$$\sigma_{zg,0} = \gamma_m \cdot d_1, (\text{кПа})$$

10. Разбить сжимаемую толщу грунта на элементарные слои

$$h = 0,4 \cdot b_f, (\text{м})$$

11. Определить ординаты эпюры дополнительных напряжений на границах элементарных слоев

$$\sigma_{sp} = \alpha \cdot p_0, \text{ (кПа)}$$

где: α - коэффициент, который зависит от отношения сторон фундамента, (5, стр. 38, табл. 5.8)

$$\xi = \frac{2h}{b_f},$$

12. Внести данные в таблицу

z_i	$\xi = \frac{2z}{b_f}$	α	$\sigma_{sp} = \alpha \cdot p_0, \text{ кПа}$	$\sigma_{zg} = d_1 \cdot \gamma_m + z_i \cdot \gamma_m$ кПа	$E, \text{ кПа}$
z_0				$\sigma_{zg,0} = d_1 \cdot \gamma_m$	
z_1				$\sigma_{zg,1} = d_1 \cdot \gamma_m + z_1 \cdot \gamma_m$	
z_2				$\sigma_{zg,2} = d_1 \cdot \gamma_m + z_2 \cdot \gamma_m$	
z_3				$\sigma_{zg,3} = d_1 \cdot \gamma_m + z_3 \cdot \gamma_m$	
z_4				$\sigma_{zg,4} = d_1 \cdot \gamma_m + z_4 \cdot \gamma_m$	
z_5				$\sigma_{zg,5} = d_1 \cdot \gamma_m + z_5 \cdot \gamma_m$	
z_6				$\sigma_{zg,6} = d_1 \cdot \gamma_m + z_6 \cdot \gamma_m$	
z_7				$\sigma_{zg,7} = d_1 \cdot \gamma_m + z_7 \cdot \gamma_m$	

13. Определить осадку основания фундамента по уравнению

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_i} \leq s_{max}, \text{ (см)}$$

где: β - коэффициент, $\beta=0,8$;

$\sigma_{zp,i}$ - среднее значение дополнительного вертикального нормального напряжения в i – м слое грунта;

$$\sigma_{zp,i} = \frac{\sigma_{zp,i} + \sigma_{zp,i+1}}{2}$$

h_i, E_i - соответственно толщина и модуль деформации i – го слоя грунта;

s_{max} - значение максимальной осадки, см (5, стр. 159, табл. Г.1)

Пример: Определить осадку фундамента под колонну методом послойного суммирования.

Исходные данные: $\gamma_{II}, \gamma_{II}, \gamma_m = 20 \text{ кН/м}^3$; $N=535,52 \text{ кН}$; $d_1= 1,35 \text{ м}$, грунт – глина, $e = 0,85$, $J= 0,5$, $E = 15 \text{ МПа}$

1. Определить сервисную нагрузку

$$N_{ser} = \frac{N}{1,2}, \text{ (кН)}$$

$$N_{ser} = \frac{535,52}{1,2} = 446,3 \text{ кН}$$

2. Определить расчетное сопротивление грунта, $R_0 = 300 \text{ кПа}$, (5, стр. 153, табл. Б.1-Б.3)

3. Определить требуемую площадь подошвы фундамента

$$A_f = \frac{N_{ser}}{R_0 - \gamma_m \cdot d_1}, \text{ (см}^2\text{)}$$

$$A_f = \frac{446,3}{300 - 20 \cdot 1,35} = 1,63 \text{ м}^2$$

принимаем размеры подошвы фундамента $a_f \times b_f = \sqrt{A_f} = \sqrt{1,63} = 1,28 \text{ м}$
 $1,3 \times 1,3 \text{ м}$ $A_f = 1,69 \text{ м}^2$

4. Определяем расчетное сопротивление грунта

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \gamma_{II} + (M_q - 1) d_b \cdot \gamma_{II} + M_c \cdot c_{II}], \text{ кПа}$$

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,1}{1,1} \cdot [0,36 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 20 + 2,43 \cdot 1,35 \cdot 20 + (2,43 - 1) \cdot 0 \cdot 20 + 4,99 \cdot 43] = 347,45 \text{ кПа}$$

5. Уточнить требуемые размеры фундамента, и расчетного сопротивления

$$A_f = \frac{N_{ser}}{R - \gamma_m \cdot d_1}, (\text{м}^2)$$

$$A_f = \frac{446,3}{347,45 - 20 \cdot 1,35} = 1,39 (\text{м}^2)$$

принимаем размеры подошвы фундамента $a_f \times b_f = \sqrt{A_f} = \sqrt{1,39} = 1,18 \text{ м}$
 $1,2 \times 1,2 \text{ м}$ $A_f = 1,44 \text{ м}^2$

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \gamma_{II} + (M_q - 1) d_b \cdot \gamma_{II} + M_c \cdot c_{II}], \text{ кПа}$$

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,1}{1,1} \cdot [0,36 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 20 + 2,43 \cdot 1,35 \cdot 20 + (2,43 - 1) \cdot 0 \cdot 20 + 4,99 \cdot 43] = 346,58 \text{ кПа}$$

6. Проверяем подобранный фундамент

$$p = \frac{N_{ser}}{A_f} + \gamma_m \cdot d_1 < R (\text{кПа})$$

$$p = \frac{446,3}{1,44} + 20 \cdot 1,3 = 336,93 < 346,58 (\text{кПа})$$

7. Определить нормативную нагрузку с учетом веса фундамента и грунта на его уступах

$$N_n = N_{ser} + \gamma_m \cdot d_1, \text{ кН}$$

$$N_n = 446,3 + 20 \cdot 1,35 = 473,3 \text{ кН}$$

8. Определить среднее давление под подошвой фундамента

$$p = \frac{N_n}{A_f}, (\text{кН/м}^2)$$

$$p = \frac{473,3}{1,44} = 328,68 \text{ кН/м}^2$$

9. Определить дополнительное вертикальное давление на основание

$$p_0 = p - \sigma_{zg,0}, (\text{кПа})$$

$$\sigma_{zg,0} = \gamma_m \cdot d_1, (\text{кПа})$$

$$\sigma_{zg,0} = 20 \cdot 1,35 = 27 \text{ кПа}$$

$$p_0 = 328,68 - 27 = 301,68 \text{ кПа}$$

10. Разбить сжимаемую толщу грунта на элементарные слои

$$h = 0,4 \cdot b_f, (\text{м})$$

$$h = 0,4 \cdot 1,2 = 0,48 (\text{м})$$

$$z_0 = 0$$

$$z_1 = h = 0,48 \text{ м}$$

$$z_2 = 2h = 2 \cdot 0,48 = 0,96 \text{ м}$$

$$z_3 = 3h = 3 \cdot 0,48 = 1,44 \text{ м}$$

$$z_4 = 4h = 4 \cdot 0,48 = 1,92 \text{ м}$$

$$z_5 = 5h = 5 \cdot 0,48 = 2,4 \text{ м}$$

$$z_6 = 6h = 6 \cdot 0,48 = 2,88 \text{ м}$$

$$z_7 = 6h + h/2 = 6 \cdot 0,48 + 0,48/2 = 3,12 \text{ м}$$

11. Внести данные в таблицу

z_i	$\xi = \frac{2z}{b_f}$	α	$\sigma_{sp} = \alpha \cdot p_0, \text{ кПа}$	$\sigma_{zg} = d_1 \cdot \gamma_m + z_i \cdot \gamma_m$ кПа	$E, \text{ кПа}$
0	0	1,000	301,68	27	15000
0,48	0,8	0,800	241,34	36,6	15000
0,96	1,6	0,449	135,45	46,25	15000
1,44	2,4	0,257	77,53	55,8	15000
1,92	3,2	0,160	48,27	65,4	15000
2,4	4,0	0,108	32,58	75	15000
2,88	4,8	0,077	23,23	84,6	15000
3,12	5,2	0,067	20,21	89,4	15000

12. Определить осадку основания фундамента по уравнению

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_i} \leq s_{max}, (\text{см})$$

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_i} =$$

$$\left(\frac{301,68 + 241,34}{2} \cdot 0,48 + \frac{241,34 + 135,45}{2} \cdot 0,48 + \frac{135,45 + 77,53}{2} \cdot 0,48 + \frac{77,53 + 48,27}{2} \cdot 0,48 + \frac{48,27 + 32,58}{2} \cdot 0,48 \right) \cdot \beta$$

$$= 0,018 \text{ м} = 1,8 \text{ см} \leq s_{max} = 10 \text{ см}$$

Контрольные вопросы:

1. От чего зависит расчетное сопротивление грунта?
2. Метод расчета осадок основания.
3. С каким значение приложена нагрузка при внецентренном сжатии?
4. От чего зависит осадка основания?

Практическая работа №3

Расчет и конструирование ленточного фундамента.

Цель: научиться определять площадь подошвы и конструировать ленточный фундамент.

В результате выполнения практической работы студент должен

- **знать:** основные формулы расчета ленточного фундамента;
- **уметь:** работать с СП для определения: расчетного сопротивления грунта, коэффициентов, угла внутреннего трения, удельного сцепления грунта;
- определять площадь подошвы фундамента;
- определять давление на грунт;
- определять поперечную силу и изгибающий момент в сечениях фундамента;
- конструировать арматурную сетку.

Исходные данные:

Рассчитать и сконструировать ленточный фундамент под наружную стену (тип фундамента по КП Архитектура зданий)

№ варианта	Нормативная нагрузка, N^H кН	Класс бетона	Класс арматуры	№ варианта	Нормативная нагрузка, N^H кН	Класс бетона	Класс арматуры
1	200	B10	A400	17	285	B10	A400
2	210	B12,5	A500	18	290	B12,5	A500
3	215	B15	A600	19	295	B15	A600
4	220	B20	Bp500	20	300	B20	Bp500
5	225	B25	A400	21	228	B25	A400
6	230	B10	A500	22	286	B10	A500
7	235	B12,5	A600	23	246	B12,5	A600
8	240	B15	Bp500	24	253	B15	Bp500
9	245	B20	A400	25	247	B20	A400
10	250	B25	A500	26	223	B25	A500
11	255	B10	A600	27	264	B10	A600
12	260	B12,5	Bp500	28	292	B12,5	Bp500
13	265	B15	A400	29	248	B15	A400
14	270	B20	A500	30	222	B20	A500
15	275	B25	A600	31	219	B25	A600
16	280	B15	Bp500	32	228	B12,5	Bp500

Порядок выполнения практической работы:

1. Глубину заложения фундамента принимаем по КП Архитектура зданий
2. Определить площадь подошвы фундамента

$$A_f = \frac{N^H}{R_0 - \gamma_m \cdot d_1}, \text{ м}^2$$

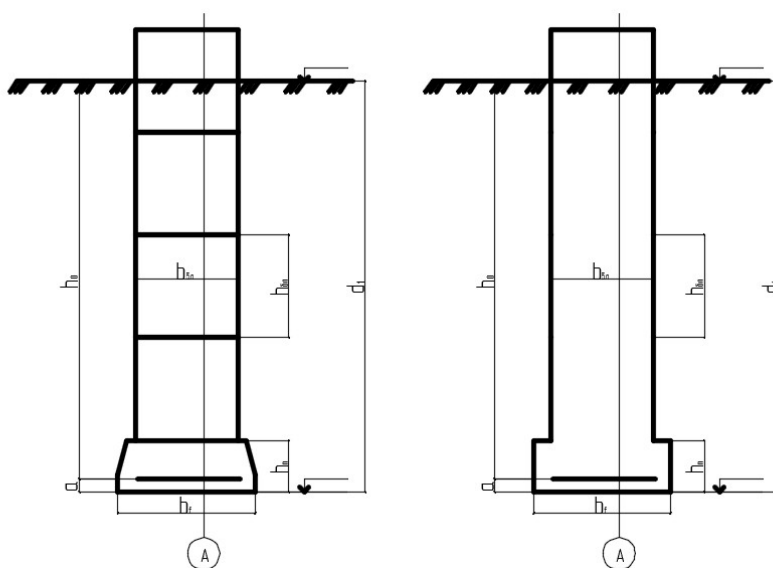
где: N^H – нормативная нагрузка, кН

R_0 – расчетное сопротивление грунта, кПа, (5, стр. 153, табл. Б.1-Б.3);

γ_m – осредненный удельный вес грунта, кН/м³, $\gamma_m = 20 \text{ кН/м}^3$;

d_1 – глубина заложения фундамента, м.

3. Определить размеры фундамент



4. Определить расчетное сопротивление грунта

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} [M_\gamma \cdot k_z \cdot b_f \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}], \text{ кПа},$$

где: $\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}$ – коэффициенты условий работы, (5, стр. 29, табл. 5.4);

k – коэффициент принимаемый равным: $k = 1$ – если характеристики определены испытаниями; $k = 1,1$ – если характеристики приняты по таблице;

$M_\gamma; M_q; M_c$ – коэффициенты, (5, стр.29, табл. 5.5) определяемые в зависимости от угла внутреннего трения ϕ – (5, стр. 149, табл. А.1-А.2);

k_z – коэффициент, принимаемый равным: при $b_f < 10 \text{ м}$ $k_z = 1$; при $b_f \geq 10 \text{ м}$

$$k_z = \frac{z_0}{b_f} + 0,2, (z_0 = 8 \text{ м});$$

b_f – ширина подошвы фундамента, м

$\gamma_{II}; \gamma'_{II}$ – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов

залегających: ниже и выше подошвы фундамента, кН/м³, $\gamma_{II}; \gamma'_{II} = 20 \text{ кН/м}^3$;

c_{II} – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа.

d_1 – глубина заложения фундамента, м

d_b - глубина подвала – расстояние от уровня планировки до пола подвала, м (для сооружений с подвалом шириной $B \leq 20$ м и глубиной свыше 2 м принимается $d_b = 2$ м, при ширине подвала $B > 20$ м $d_b = 0$)

5. Определить давление грунта по подошве фундамента

$$P_{cp} = \frac{N^p + G_{ф.п.} + G_{бл.} + G_{зр.}}{A_f}, \text{ кПа}$$

где: N^p - расчетная нагрузка, кН; $N^p = N^h \cdot 1,2$

$G_{ф.п.}$ - вес фундаментной плиты, кН;

$$G_{ф.п.} = b_f \cdot a_f \cdot h_n \cdot \rho_{ж/б}, \text{ кН}$$

$G_{под.}$ - вес блоков, кН;

$$G_{бл.} = b_{бл.} \cdot a_{бл.} \cdot h_{бл.} \cdot \rho_{ж/б}, \text{ кН}$$

$G_{зр.}$ - вес грунта, кН.

$$G_{зр.} = [(b_f \cdot a_f) - (b_{бл.} \cdot a_{бл.})] \cdot h_{бл.} \cdot \gamma_m, \text{ кН}$$

где: $a_f \cdot b_f$ - размер подошвы фундамента, м;

$a_{бл.} \cdot b_{бл.}$ - размер блоков, м;

$h_{под.}$ - высота блоков, м;

h_n - высота плиты, м;

$\rho_{ж/б}$ - плотность железобетона, $\rho_{ж/б} = 25 \text{ кН/м}^3$;

γ_m - осредненный удельный вес грунта, кН/м^3 , $\gamma_m = 20 \text{ кН/м}^3$.

6. Проверить условие прочности

$$P_{cp} \leq R, \text{ кПа}$$

7. Определить изгибающие моменты в сечении I-I т.е. по грани блоков

$$M_{I-I} = 0,125 \cdot P_{cp} \cdot (b_f - b_{бл.})^2 \cdot 1 \text{ м}, \text{ кН} \cdot \text{м}$$

где: P_{cp} - давление грунта по подошве фундамента, кПа

8. Определить площадь поперечного сечения арматуры по ширине подошвы фундамента в сетке С1

$$A_s = \frac{M_{I-I}}{0,9 \cdot R_s \cdot h_0}, \text{ см}^2$$

где: M_{I-I} - изгибающие моменты в сечениях, кН·см;

R_s - расчетное сопротивление продольной арматуры на растяжение, кН/см^2 , 8, стр.33, табл. 6.14);

h_0 - расчетная высота фундамента, м;

$$h_0 = h - a, \text{ м}$$

где: h - высота фундамента, м;

a - защитный слой бетона, $a = 40 \text{ мм}$;

9. Расчет по 2-ой группе предельных состояний.

9.1. Определить упругопластичный момент

$$W_{pl} = [0,292 + 0,75 \cdot (\gamma_1 + 2 \cdot \mu \cdot n)] \cdot b_f \cdot h_n^2, \text{ м}^3$$

где: γ_1 - коэффициент, при прямоугольном и квадратном сечении, $\gamma_1 = 0$;

μ - коэффициент армирования

$$\mu = \frac{A_s}{b_f \cdot h_n},$$

где: A_s - площадь сечения продольной арматуры, см^2 ;

b_f - ширина подошвы фундамента, см;

$$h_n$$
 - высота фундаментной плиты, см

n – соотношение между модулями упругости бетона и арматуры:

$$n = \frac{E_s}{E_b},$$

где: E_s - модуль упругости арматуры, МПа, (8 стр.34, п.6.2.12);

E_b - модуль упругости бетона, МПа, (8 стр.26, табл. 6.11).

9.2. Проверить условие трещиностойкости фундаментной плиты

$$M_{I-I} \leq M_{crc}, \text{ кН} \cdot \text{м},$$

где: M_{crc} - момент трещинообразования, кН·м

$$M_{crc} = R_{bt, ser} \cdot W_{pl}, \text{ кН} \cdot \text{м}$$

где: $R_{bt,ser}$ - расчетное сопротивление бетона на растяжение по второй группе предельных состояний, кН/м², (8 стр.21, табл. 6.7).

Если условие не выполняется то нужно проверить ширину раскрытия трещин. (8, стр. 78, формула 8.128).

Пример: Рассчитать и сконструировать ленточный фундамент под наружную стену. Фундамент сборный железобетонный.

Исходные данные: Район строительства – г. Челябинск, $N''=250$ кН; грунт – пески средней крупности, $e = 0,65$, класс бетона – В15, класс арматуры – А400

Решение:

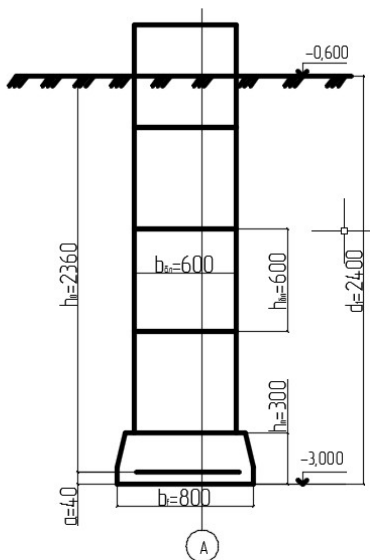
1. Глубина заложения фундамента $d_1 = 2,4$ м;
2. Определить площадь подошвы фундамента

$$A_f = \frac{N^H}{R_0 - \gamma_m \cdot d_1}, M^2$$

$$A_f = \frac{250}{400 - 20 \cdot 2,4} = 0,71 \text{ M}^2$$

Т.к. фундамент сборный ширина фундаментной подушки не может быть меньше 800 мм, принимаем $A_f=0,8\text{м}$

- ### 3. Конструируем фундамент



4. Определить расчетное сопротивление грунта

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma} \cdot k_z \cdot b_f \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}], \text{кПа},$$

$$R = \frac{1,4 \cdot 1,2}{1,1} [1,68 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 20 + 7,71 \cdot 2,4 \cdot 20 + (7,71 - 1) \cdot 0 \cdot 20 + 9,58 \cdot 1] = 614,2 \text{кПа},$$

5. Определить давление грунта по подошве фундамента

$$P_{cp} = \frac{N^p + G_{\phi.n.} + G_{\phi.l.} + G_{zp.}}{A_f}, \text{кПа}$$

$$G_{\phi.n.} = b_f \cdot a_f \cdot h_n \cdot \rho_{ж/б}, \text{кН}$$

$$G_{\phi.n.} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,3 \cdot 25 = 6,0 \text{кН}$$

$$G_{\phi.l.} = b_{\phi.l.} \cdot a_{\phi.l.} \cdot h_{\phi.l.} \cdot \rho_{ж/б}, \text{кН}$$

$$G_{\phi.l.} = 0,6 \cdot 1,0 \cdot 2,1 \cdot 25 = 31,5 \text{кН}$$

$$G_{zp.} = [(b_f \cdot a_f) - (b_{\phi.l.} \cdot a_{\phi.l.})] \cdot h_{\phi.l.} \cdot \gamma_m, \text{кН}$$

$$G_{zp.} = [(0,8 \cdot 1,0) - (0,6 \cdot 1,0)] \cdot 2,1 \cdot 20 = 8,4 \text{кН}$$

$$N^p = N^H \cdot 1,2$$

$$N^p = 250 \cdot 1,2 = 300 \text{кН}$$

$$P_{cp} = \frac{300 + 6,0 + 31,5 + 8,4}{0,8} = 432,4 \text{кПа}$$

6. Проверить условие прочности

$$P_{cp.} \leq R, \text{кПа}$$

$$432,4 \leq 614,2 \text{кПа}$$

7. Определить изгибающие моменты в сечении I-I т.е. по грани блоков

$$M_{I-I} = 0,125 \cdot P_{cp.} \cdot (b_f - b_{\phi.l.})^2 \cdot 1 \text{м}, \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{I-I} = 0,125 \cdot 432,4 \cdot (0,8 - 0,6)^2 \cdot 1 = 2,16, \text{кН} \cdot \text{м}$$

8. Определить площадь поперечного сечения арматуры по ширине подошвы фундамента в сетке С1

$$A_s = \frac{M_{I-I}}{0,9 \cdot R_s \cdot h_0}, \text{см}^2$$

$$A_s = \frac{216}{0,9 \cdot 35 \cdot 236} = 0,03, \text{см}^2$$

Т.к. класс арматуры принят А400 минимальный диаметр для этого класса 6 мм, стержни располагаем с шагом 200 мм, на ширину 800 мм будем иметь 4 стержня. **Принимаем 4 стержня диаметром 6 мм** $A_s = 1,13 \text{см}^2$

9. Расчет по 2-ой группе предельных состояний.

9.1. Определить упругопластичный момент

$$W_{pl} = [0,292 + 0,75 \cdot (\gamma_1 + 2 \cdot \mu \cdot n)] \cdot b_f \cdot h_n^2, \text{м}^3$$

$$\mu = \frac{A_s}{b_f \cdot h_n},$$

$$\mu = \frac{1,13}{80 \cdot 30} = 4,7 \cdot 10^{-4},$$

$$n = \frac{E_s}{E_b},$$

$$n = \frac{2,0 \cdot 10^5}{24 \cdot 10^3} = 8,33,$$

$$W_{pl} = [0,292 + 0,75 \cdot (0 + 2 \cdot 4,7 \cdot 10^{-4} \cdot 8,33)] \cdot 0,8 \cdot 0,3^2 = 0,02, \text{ м}^3$$

9.2. Проверить условие трещиностойкости фундаментной плиты

$$M_{I-I} \leq M_{crc}, \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl}, \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{crc} = 1100 \cdot 0,02 = 22 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$2,16 \leq 22 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

Условие выполняется.

Контрольные вопросы:

1. Виды ленточного фундамента
2. Классы бетона и арматуры используемые для проектирования ленточного фундамента.

Практическая работа №4

Расчет и конструирование столбчатого фундамента.

Цель: научиться определять площадь подошвы и конструировать центрально-сжатый столбчатый фундамент.

В результате выполнения практической работы студент должен

- **знать:** основные формулы расчета столбчатого фундамента;
- **уметь:** работать с СП для определения: расчетного сопротивления грунта, коэффициентов, угла внутреннего трения, удельного сцепления грунта;
- определять площадь подошвы фундамента;
- определять давление на грунт;
- определять поперечную силу и изгибающий момент в сечениях фундамента;
- конструировать арматурную сетку.

Исходные данные:

Рассчитать и сконструировать фундамент под колонну среднего ряда общественного здания.

№ варианта	Нормативная нагрузка, N^H , кН	Район строительства	Вид грунта	Коэффициент пористости, e	Показатель текучести, J_L	Класс бетона	Класс арматуры	Сечение колонны, $a_k \times b_k$, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	800	Ижевск	пески гравелистые	0,45		B12,5	A240	700x400
2	850	Ульяновск	пески пылеватые	0,45		B15	A400	500x400
3	900	Уральск	пески средней крупности	0,45		B20	A500	800x400
4	950	Пенза	пески мелкие	0,45		B25	Bp500	400x300
5	1000	Н.Новгород	супеси	0,45	0,2	B12,5	Bp1200	600x500
6	1200	Вологда	суглинки	0,45	0,2	B15	A240	600x400
7	1400	Воронеж	глины	0,55	0,2	B20	A400	700x400
8	1600	Москва	пески гравелистые	0,55		B25	A500	500x400
9	1800	Петрозаводск	пески пылеватые	0,55		B12,5	Bp500	800x400
10	2000	С.Петербург	пески средней крупности	0,55		B15	Bp1200	400x300
11	2200	Курск	пески мелкие	0,55		B20	A240	600x500
12	2400	Саранск	супеси	0,55	0,3	B25	A400	600x400
13	2500	Волгоград	суглинки	0,55	0,1	B12,5	A500	700x400

14	2400	Оренбург	глины	0,55	0,1	B15	Bp500	500x400
15	2300	Новокузнецк	пески гравелистые	0,45		B20	Bp1200	800x400
16	2200	Сургут	пески пылеватые	0,65		B25	A240	400x300
17	2100	Екатеринбург	пески средней крупности	0,65		B12,5	A400	600x500
18	2000	Сыктывкар	пески мелкие	0,65		B15	A500	600x400
19	1900	Тобольск	супеси	0,65	0,15	B20	Bp500	700x400
1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	1800	Уфа	суглинки	0,65	0,6	B25	Bp1200	500x400
21	1700	Самара	глины	0,65	0,6	B12,5	A240	800x400
22	1600	Курган	пески гравелистые	0,55		B15	A400	400x300
23	1500	Череповец	пески пылеватые	0,75		B20	A500	600x500
24	1400	Караганда	пески средней крупности	0,45		B25	Bp500	600x400
25	1300	Тобольск	пески мелкие	0,75		B12,5	Bp1200	700x400
26	1200	Омск	супеси	0,75	0,2	B15	A240	500x400
27	1100	Новосибирск	суглинки	0,75	0,4	B20	A400	800x400
28	1000	Барнаул	глины	0,75	0,4	B25	A500	400x300
29	900	Астрахань	пески гравелистые	0,45		B12,5	Bp500	600x500
30	800	Таганрог	пески пылеватые	0,45		B15	Bp1200	600x400
31	1250	Тамбов	пески средней крупности	0,55		B20	A240	700x400
32	1159	Магнитогорск	пески мелкие	0,45		B25	A400	500x400
33	763,9	Челябинск	пески мелкие	0,55		B20	A500	800x400

Порядок выполнения практической работы:

1. Определить глубину заложения фундамента (Приложение Ж)

1.1 Определить нормативную глубину заложения фундамента

$$d_{fn} = d_f \cdot k', \text{ (м)}$$

где: d_f - глубина промерзания грунта, м, (Приложение Ж)

$k' = 1,2$ – для песков и супесей.

1.2 Определить расчетную глубину заложения фундамента

$$d_1 = d_{fn} + k^1, \text{ (м)}$$

где: d_{fn} – нормативная глубина заложения фундамента, м,

$k^1 = 0,2$ – для грунтов подверженных пучению.

2. Определить площадь подошвы фундамента

$$A_f = \frac{N^H}{R_0 - \gamma_m \cdot d_1}, \text{ м}^2$$

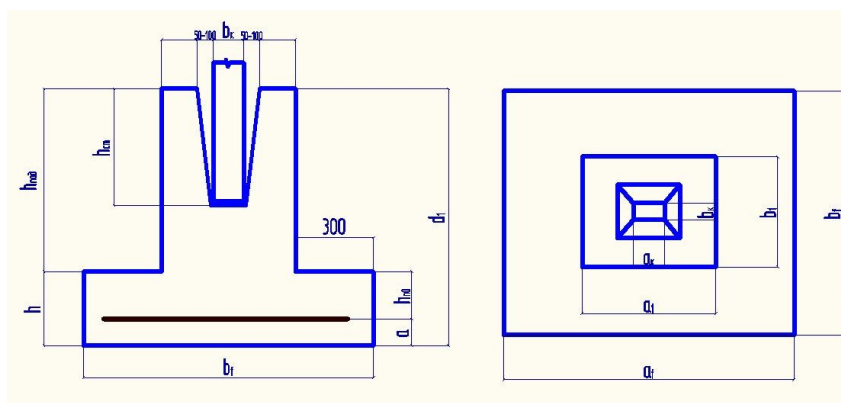
где: N^H – нормативная нагрузка, кН

R_0 - расчетное сопротивление грунта, кПа, (5, стр. 153, табл. Б.1-Б.3);

γ_m - осредненный удельный вес грунта, кН/м³, $\gamma_m = 20 \text{ кН/м}^3$;

d_1 - глубина заложения фундамента, м.

3. Определить размеры фундамента



4. Определить расчетное сопротивление грунта

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} \cdot k_z \cdot b_f \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II} \right], \text{кПа},$$

где: $\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}$ - коэффициенты условий работы, (5, стр. 29, табл. 5.4);

k - коэффициент принимаемый равным: $k = 1$ – если характеристики определены испытаниями; $k = 1,1$ – если характеристики приняты по таблице;

M_{γ}, M_q, M_c – коэффициенты, (5, стр. 29, табл. 5.5) определяемые в зависимости от угла внутреннего трения ϕ – (5, стр. 149, табл. А.1-А.2);

k_z - коэффициент, принимаемый равным: при $b_f < 10$ м $k_z = 1$; при $b_f \geq 10$ м

$$k_z = \frac{z_0}{b_f} + 0,2, (z_0 = 8 \text{ м});$$

b_f - ширина подошвы фундамента, м

$\gamma_{II}, \gamma'_{II}$ - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов залегающих: ниже и выше подошвы фундамента, кН/м^3 , $\gamma_{II}, \gamma'_{II} = 20 \text{ кН/м}^3$;

d_1 - глубина заложения фундамента, м;

d_b - глубина подвала, для зданий без подвала $d_b = 0$;

c_{II} - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа.

5. Определить давление грунта по подошве фундамента

$$P_{cp} = \frac{N^p + G_{ф.н.} + G_{под.} + G_{гр.}}{A_f}, \text{кПа}$$

где: N^p - расчетная нагрузка, кН;

$G_{ф.н.}$ - вес фундаментной плиты, кН;

$$G_{ф.н.} = a_f \cdot b_f \cdot h_n \cdot \rho_{ж/б}, \text{кН}$$

$G_{под.}$ - вес подколонника, кН;

$$G_{под.} = a_1 \cdot b_1 \cdot h_{под.} \cdot \rho_{ж/б}, \text{кН}$$

$G_{гр.}$ - вес грунта, кН.

$$G_{гр.} = [(a_f \cdot b_f) - (a_1 \cdot b_1)] \cdot h_{под.} \cdot \gamma_m, \text{кН}$$

где: $a_f \cdot b_f$ - размер подошвы фундамента, м;

$a_1 \cdot b_1$ - размер подколонника, м;

$h_{под.}$ - высота подколонника, м;

h_n - высота плиты, м;

$\rho_{ж/б}$ - плотность железобетона, $\rho_{ж/б} = 25 \text{ кН/м}^3$;

γ_m - осредненный удельный вес грунта, кН/м^3 , $\gamma_m = 20 \text{ кН/м}^3$.

6. Проверить условие прочности

$$P_{cp.} \leq R, \text{ кПа}$$

7. Определить поперечную силу в сечении по грани колонн и по грани подколонника

$$Q_{I-I} = P_{cp.} \cdot b_f \cdot \frac{a_f - a_k}{2}, \text{ кН}$$

$$Q_{II-II} = P_{cp.} \cdot b_f \cdot \frac{a_f - a_1}{2}, \text{ кН}$$

где: $P_{cp.}$ - давление грунта по подошве фундамента, кПа

8. Проверить условие

$$Q_{I-I} \leq 0,5 \cdot R_{bt} \cdot b_f \cdot h_0, \text{ (кН)}$$

$$Q_{II-II} \leq 0,5 \cdot R_{bt} \cdot b_f \cdot h_{n0}, \text{ (кН)}$$

где:

R_{bt} - расчетное сопротивление бетона на растяжение, кН/м^2 , (8, стр. 23, табл. 6.8);

b_f - ширина подошвы фундамента, м;

h_0 - расчетная высота фундамента, м

$$h_0 = h - a, \text{ м}$$

где: h - высота фундамента, м;

a - защитный слой бетона, $a = 40 \text{ мм}$;

h_{n0} - расчетная высота фундаментной плиты, м;

$$h_{n0} = h_n - a, \text{ м}$$

где: h_n - высота фундаментной плиты, м;

a - защитный слой бетона, $a = 40 \text{ мм}$.

9. Определить изгибающие моменты в сечениях

$$M_{I-I} = 0,125 \cdot P_{cp.} \cdot (a_f - a_k)^2 \cdot b_f, \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{II-II} = 0,125 \cdot P_{cp.} \cdot (a_f - a_1)^2 \cdot b_f, \text{ кН} \cdot \text{м}$$

где: $P_{cp.}$ - давление грунта по подошве фундамента, кПа

10. Определить площадь поперечного сечения арматуры по ширине подошвы фундамента в сетке С1

$$A_{sI} = \frac{M_{I-I}}{0,9 \cdot R_s \cdot h_0}, \text{ см}^2$$

$$A_{sII} = \frac{M_{II-II}}{0,9 \cdot R_s \cdot h_{n0}}, \text{ см}^2$$

где: M_{I-I} ; M_{II-II} - изгибающие моменты в сечениях, $\text{кН} \cdot \text{см}$;

R_s - расчетное сопротивление продольной арматуры на растяжение, кН/см^2 , (8, стр.33, табл. 6.14);

h_0 - расчетная высота фундамента, м;

h_{n0} - расчетная высота фундаментной плиты, м.

$$A_s = A_{sI} + A_{sII}, \text{ см}^2$$

11. Сконструировать сетку и определить количество и диаметр стержней в сетке С1.

12. Расчет по 2-ой группе предельных состояний.

12.1 Определить упругопластичный момент

$$W_{pl} = [0,292 + 0,75 \cdot (\gamma_1 + 2 \cdot \mu \cdot n)] \cdot b_f \cdot h_n^2, \text{ м}^3$$

где: γ_1 - коэффициент, при прямоугольном и квадратном сечении, $\gamma_1 = 0$;
 μ - коэффициент армирования

$$\mu = \frac{A_s}{b_f \cdot h_n},$$

где: A_s - площадь сечения продольной арматуры, см²;

b_f - ширина подошвы фундамента, см;

h_n - высота фундаментной плиты, см

n - соотношение между модулями упругости бетона и арматуры:

$$n = \frac{E_s}{E_b},$$

где: E_s - модуль упругости арматуры, МПа, (8, стр.34, п.6.2.12);

E_b - модуль упругости бетона, МПа, (8, стр.26, табл. 6.11).

12.2 Проверить условие трещиностойкости фундаментной плиты

$$M_{II-II} \leq M_{crc}, \text{ кН} \cdot \text{м},$$

где: M_{crc} - момент трещинообразования, кН·м

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl}, \text{ кН} \cdot \text{м}$$

где: $R_{bt,ser}$ - расчетное сопротивление бетона на растяжение по второй группе предельных состояний, кН/м², (15 стр.21, табл. 6.7).

Если условие не выполняется то нужно проверить ширину раскрытия трещин. (15 стр. 78, формула 8.128).

Пример: Рассчитать и сконструировать фундамент под колонну среднего ряда общественного здания.

Исходные данные: Район строительства – г. Челябинск, $N^H = 763,9$ кН; грунт – пески мелкие, $e = 0,55$, класс бетона – В20, класс арматуры – А500, сечение колонны - 600x400 мм

Решение:

1. Определить глубину заложения фундамента (Приложение Ж)

1.1 Определить нормативную глубину заложения фундамента

$$d_{fn} = 1,9 \cdot 1,2 = 2,28 \text{ м}$$

1.2 Определить расчетную глубину заложения фундамента

$$d_1 = 2,28 + 0,2 = 2,48 \approx 2,5 \text{ м}$$

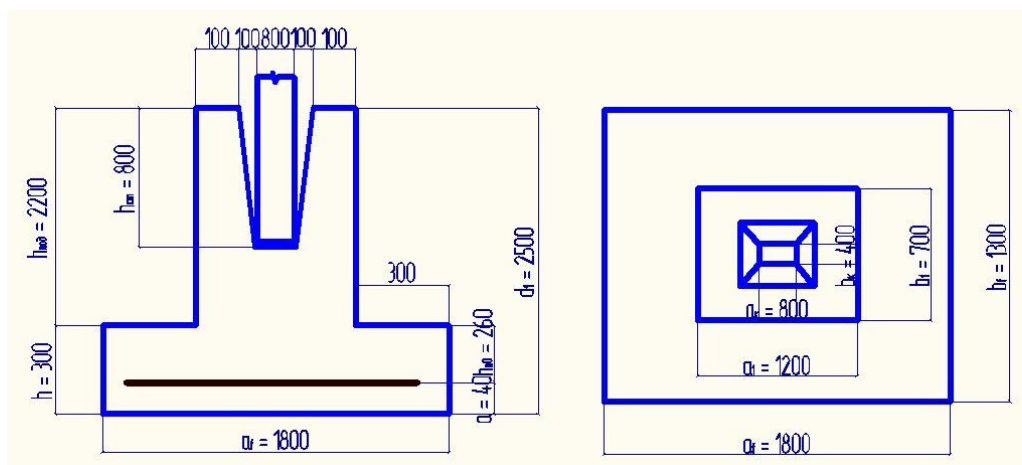
2 Определить площадь подошвы фундамента

$$A_f = \frac{N^H}{R_0 - \gamma_m \cdot d_1}, \text{ м}^2$$

$$A_f = \frac{763,9}{400 - 20 \cdot 2,5} = 2,18 \text{ м}^2$$

$$\frac{a_k}{b_k} = 1,5 \quad b_f = \sqrt{\frac{2,18}{1,5}} = 1,2 \text{ м} \quad a_f = 1,2 \cdot 1,5 = 1,8 \text{ м} \quad a_f \times b_f = 1,8 \times 1,2 \text{ м} \quad A_f = 2,16 \text{ м}^2$$

3 Определить размеры фундамента



В ходе конструирования фундамента увеличили ширину подошвы фундамента $b_f = 1,3\text{ м}$, $A_f = 2,34\text{ м}^2$

- 4 Определить расчетное сопротивление грунта

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma} \cdot k_z \cdot b_f \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}], \text{ кПа},$$

$$R = \frac{1,3 \cdot 1,3}{1,1} [1,81 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 20 + 8,24 \cdot 2,5 \cdot 20 + (8,24 - 1) \cdot 0 \cdot 20 + 9,97 \cdot 4] = 766,55 \text{ кПа},$$

- 5 Определить давление грунта по подошве фундамента

$$P_{cp} = \frac{N^p + G_{\phi.n.} + G_{nod.} + G_{zp.}}{A_f}, \text{ кПа}$$

$$G_{\phi.n.} = a_f \cdot b_f \cdot h_n \cdot \rho_{ж/б}, \text{ кН}$$

$$G_{\phi.n.} = 1,8 \cdot 1,3 \cdot 0,3 \cdot 25 = 17,55 \text{ кН}$$

$$G_{nod.} = a_1 \cdot b_1 \cdot h_{nod.} \cdot \rho_{ж/б}, \text{ кН}$$

$$G_{nod.} = 1,2 \cdot 0,7 \cdot 2,2 \cdot 25 = 46,2 \text{ кН}$$

$$G_{zp.} = [(a_f \cdot b_f) - (a_1 \cdot b_1)] \cdot h_{nod.} \cdot \gamma_m, \text{ кН}$$

$$G_{zp.} = [(1,8 \cdot 1,3) - (1,2 \cdot 0,7)] \cdot 2,2 \cdot 20 = 66 \text{ кН}$$

$$P_{cp} = \frac{916,8 + 17,55 + 46,2 + 66}{2,34} = 447,24 \text{ кПа}$$

- 6 Проверить условие прочности

$$P_{cp} \leq R, \text{ кПа}$$

$$447,24 \leq 766,55 \text{ кПа}$$

- 7 Определить поперечную силу в сечении по грани колонн и по грани подколонника

$$Q_{I-I} = P_{cp} \cdot b_f \cdot \frac{a_f - a_k}{2}, \text{ кН}$$

$$Q_{I-I} = 447,24 \cdot 1,3 \cdot \frac{1,8 - 0,6}{2} = 290,71 \text{ кН}$$

$$Q_{II-II} = P_{cp} \cdot b_f \cdot \frac{a_f - a_1}{2}, \text{ кН}$$

$$Q_{II-II} = 447,24 \cdot 1,3 \cdot \frac{1,8 - 1,2}{2} = 174,42 \text{ кН}$$

- 8 Проверить условие

$$Q_{I-I} \leq 0,5 \cdot R_{bt} \cdot b_f \cdot h_0, \text{ (кН)}$$

$$Q_{I-I} \leq 0,5 \cdot 900 \cdot 1,3 \cdot 2,46, \text{ (кН)}$$

$$290,71 \leq 1439,1 \text{ кН}$$

$$Q_{II-II} \leq 0,5 \cdot R_{bt} \cdot b_f \cdot h_{n0}, \text{ (кН)}$$

$$Q_{II-II} \leq 0,5 \cdot 900 \cdot 1,3 \cdot 0,26, \text{ (кН)}$$

$$174,42 \leq 152,1 \text{ кН}$$

условие не выполняется необходимо увеличить высоту подошвы фундамента до 500 мм

9 Определить изгибающие моменты в сечениях

$$M_{I-I} = 0,125 \cdot P_{cp} \cdot (a_f - a_k)^2 \cdot b_f, \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{I-I} = 0,125 \cdot 447,24 \cdot (1,8 - 0,6)^2 \cdot 1,3 = 72,68, \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{II-II} = 0,125 \cdot P_{cp} \cdot (a_f - a_1)^2 \cdot b_f, \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{II-II} = 0,125 \cdot 447,24 \cdot (1,8 - 1,2)^2 \cdot 1,3 = 26,16, \text{ кН} \cdot \text{м}$$

10 Определить площадь поперечного сечения арматуры по ширине подошвы фундамента в сетке С1

$$A_{sI} = \frac{M_{I-I}}{0,9 \cdot R_s \cdot h_0}, \text{ см}^2$$

$$A_{sI} = \frac{7268}{0,9 \cdot 35,5 \cdot 246} = 0,92, \text{ см}^2$$

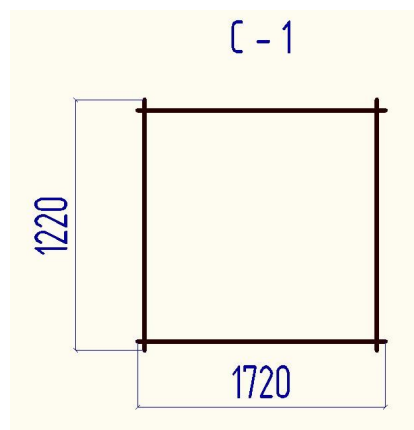
$$A_{sII} = \frac{M_{II-II}}{0,9 \cdot R_s \cdot h_{n0}}, \text{ см}^2$$

$$A_{sII} = \frac{2616}{0,9 \cdot 35,5 \cdot 26} = 3,1, \text{ см}^2$$

$$A_s = A_{sI} + A_{sII}, \text{ см}^2$$

$$A_s = 0,92 + 3,1 = 4,02, \text{ см}^2$$

11 Сконструировать сетку и определить количество и диаметр стержней в сетке С1.



Принимаем 8 стержней диаметром 8 мм, $A_s = 4,02 \text{ см}^2$

12 Расчет по 2-ой группе предельных состояний.

12.1 Определить упругопластичный момент

$$W_{pl} = [0,292 + 0,75 \cdot (\gamma_1 + 2 \cdot \mu \cdot n)] \cdot b_f \cdot h_n^2, \text{ м}^3$$

$$\mu = \frac{A_s}{b_f \cdot h_n},$$

$$\mu = \frac{4,02}{130 \cdot 30} = 0,001,$$

$$n = \frac{E_s}{E_b},$$

$$n = \frac{20 \cdot 10^4}{27 \cdot 10^3} = 7,4,$$

$$W_{pl} = [0,292 + 0,75 \cdot 0,001] \cdot 1,3 \cdot 0,3^2 = 0,035 \text{ м}^3$$

12.2 Проверить условие трещиностойкости фундаментной плиты

$$M_{II-II} \leq M_{crc}, \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl}, \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{crc} = 1400 \cdot 0,035 = 49 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$26,16 \leq 49 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

Контрольные вопросы:

1. Из каких горных пород состоят скальные грунты?
2. Виды связных и несвязных грунтов
3. Крупнообломочные грунты из окатанных и неокатанных частиц
4. Виды поверхностного уплотнения грунта
5. Виды глубинного уплотнения грунта
6. Виды закрепления грунта

Практическая работа №5

Расчет и конструирование свайных фундаментов.

Цель: научиться определять несущую способность и конструировать свайный фундамент

В результате выполнения практической работы студент должен

- **знать:** основные формулы расчета свайного фундамента;
- **уметь:** работать с СП для определения: расчетного сопротивления грунта;
- определять нагрузку которую может выдержать фундамент;
- определять несущую способность свай по материалу и по грунту;
- определять шаг свай в ростверке.

Исходные данные:

- I. Определить несущую способность висячей сваи по грунту. Сконструировать свайный фундамент под наружные стены. Отметка уровня земли -0,700., свая забивная, расположена в один ряд.

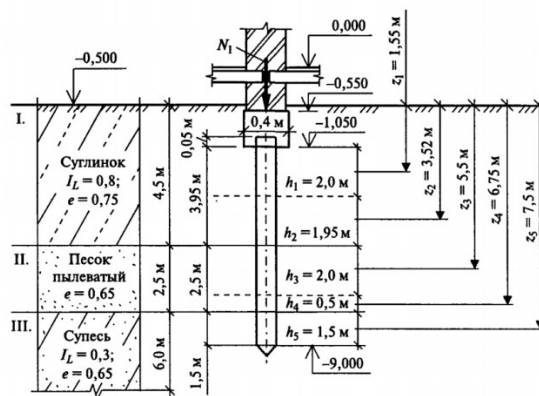
№ варианта	Нагрузка на 1 п.м ростверка, N_l , кН/м	1 слой грунта		2 слой грунта		3 слой грунта		Сечение свай, $b \times h$, мм	Сечение ростверка, $b_p \times h_p$, мм
		Вид грунта	толщина слоя, м	Вид грунта	толщина слоя, м	Вид грунта	толщина слоя, м		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	600	пески крупные	4,0	супеси $J_l = 0,5$	3,0	пески средней крупности	5,0	300x300	400x500
2	590	пески пылеватые	4,1	суглинок и $J_l = 0,5$	3,1	пески мелкие	5,1	350x350	500x500
3	580	пески средней крупности	4,2	глины $J_l = 0,5$	3,2	супеси $J_l = 0,4$	5,2	400x400	500x600
4	570	пески мелкие	4,3	суглинок и $J_l = 0,1$	3,3	суглинок и $J_l = 0,4$	5,3	300x300	400x500
5	560	супеси $J_l = 0,1$	4,4	пески крупные	3,4	пески крупные	5,4	350x350	500x500
6	550	суглинок и $J_l = 0,1$	4,5	пески пылеватые	3,5	пески пылеватые	5,5	400x400	500x600
7	540	глины $J_l = 0,1$	4,6	пески средней крупности	3,6	глины $J_l = 0,3$	5,6	300x300	400x500

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	530	пески крупны е	4,7	пески мелкие	3,7	пески средней крупнос ти	5,7	350x350	500x500
9	520	пески пылеват ые	4,8	супеси $J_l = 0,4$	3,8	пески мелкие	5,8	400x400	500x600
10	510	пески средней крупнос ти	4,9	суглинк и $J_l = 0,4$	3,9	супеси $J_l = 0,1$	5,9	300x300	400x500
11	500	пески мелкие	5,0	глины $J_l = 0,4$	4,0	суглинк и $J_l = 0,2$	6,0	350x350	500x500
12	490	супеси $J_l = 0,2$	3,0	пески крупны е	4,1	пески крупны е	6,1	400x400	500x600
13	480	суглинк и $J_l = 0,2$	3,1	пески пылеват ые	4,2	пески пылеват ые	6,2	300x300	400x500
14	470	глины $J_l = 0,2$	3,2	пески средней крупнос ти	4,3	глины $J_l = 0,4$	6,3	350x350	500x500
15	460	пески крупны е	3,3	пески мелкие	4,4	пески средней крупнос ти	6,4	400x400	500x600
16	450	пески пылеват ые	3,4	супеси $J_l = 0,3$	4,5	пески мелкие	6,5	300x300	400x500
17	440	пески средней крупнос ти	3,5	суглинк и $J_l = 0,3$	4,6	супеси $J_l = 0,1$	6,6	350x350	500x500
18	430	пески мелкие	3,6	глины $J_l = 0,3$	4,7	суглинк и $J_l = 0,2$	6,7	400x400	500x600
19	420	супеси $J_l = 0,3$	3,7	пески крупны е	4,8	пески крупны е	6,8	300x300	400x500
20	410	суглинк и $J_l = 0,3$	3,8	пески пылеват ые	4,9	пески пылеват ые	6,9	350x350	500x500
21	400	глины $J_l = 0,3$	3,9	пески средней крупнос ти	5,0	глины $J_l = 0,1$	7,0	400x400	500x600
22	390	пески крупны е	5,1	пески мелкие	5,1	пески крупны е	4,0	300x300	400x500

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23	380	пески пылеватые	5,2	супеси $J_l = 0,2$	5,2	пески средней крупности	4,1	350x350	500x500
24	370	пески средней крупности	5,3	суглинки и $J_l = 0,2$	5,3	пески мелкие	4,2	400x400	500x600
25	360	пески мелкие	5,4	глины $J_l = 0,2$	5,4	супеси $J_l = 0,1$	4,3	300x300	400x500
26	350	супеси $J_l = 0,4$	5,5	пески крупные	5,5	суглинки и $J_l = 0,3$	4,4	350x350	500x500
27	340	суглинки и $J_l = 0,4$	5,6	пески пылеватые	5,6	пески крупные	4,5	400x400	500x600
28	330	глины $J_l = 0,4$	5,7	пески средней крупности	5,7	пески пылеватые	4,6	300x300	400x500
29	320	пески крупные	5,8	пески мелкие	4,2	глины $J_l = 0,2$	4,7	350x350	500x500
30	310	пески пылеватые	5,9	супеси $J_l = 0,1$	4,0	пески средней крупности	4,8	400x400	500x600
31	300	пески средней крупности	3,2	суглинки и $J_l = 0,1$	4,3	пески мелкие	4,9	300x300	400x500
32	290	пески мелкие	3,3	глины $J_l = 0,1$	4,5	супеси $J_l = 0,4$	5,0	350x350	500x500
33	280	суглинок $J_l = 0,5$	3,4	пески мелкие	2,6	суглинки и $J_l = 0,5$	5,1	300x300	500x600

Порядок выполнения практической работы:

1. Вычертить свайный фундамент с указанием всех характеристик



2. Определить нагрузку от веса ростверка

$$N_p = b_p \cdot h_p \cdot \rho_{ж/б} \cdot \gamma_f$$

где: b_p – ширина ростверка, м

h_p – высота ростверка, м

$\rho_{ж/б}$ – плотность железобетона, кН/м^3 , $\rho_{ж/б} = 25 \text{ кН/м}^3$

γ_f – коэффициент надежности по нагрузке, для железобетонного ростверка $\gamma_f = 1,1$

3. Определить нагрузку на сваю

$$N = N_p + N_1$$

где: N_p – нагрузка от веса ростверка, кН

N_1 – нагрузка на 1 п.м. ростверка, кН

4. Определить расстояние от планировочной поверхности грунта до острия сваи z_0 (расстояние от земли до конца сваи)

5. Определить расчетное сопротивление грунта под острием сваи (6, стр.18 т. 7.2) (методом интерполяции)

6. Пласты грунта с которыми соприкасаются боковая поверхность сваи разбиваем на слои не более 2 метров. h_i , м

7. Определить расстояние от планировочной поверхности земли до середины каждого слоя грунта, z_i , м

8. Определить значение сопротивления на боковой поверхности для каждого слоя грунта. f_i , кПа (6, стр.20 т. 7.3) (методом интерполяции)

9. Определить площадь и периметр сваи

$$A = b \cdot h$$

$$u = 2b \cdot 2h$$

где: b – ширина сечения сваи, м

h – высота сечения сваи, м

10. Определить несущую способность сваи

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{cr} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i \right)$$

где: γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый $\gamma_c=1$;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа;

u – наружный периметр поперечного сечения сваи, м

f_i – расчетное сопротивление i – го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа;

h_i – толщина i – го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м;

γ_{cr}, γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетное сопротивление грунта (6, стр.20 т. 7.4)

11. Определить нагрузку которую может выдержать свая

$$P = \frac{F_b}{\gamma_k}$$

где: γ_k – коэффициент надежности $\gamma_k=1,4$;

F_b – несущая способность сваи по грунту, кПа;

12. Определить шаг свай и проверяем условие

$$a \leq \frac{P_{\square} \cdot k}{N_{\square}}$$

$$a = 3d$$

где: P – расчетная нагрузка, допускаемая на сваю по несущей способности грунта, кПа

k – количество рядов свай в ростверке;

N – нагрузка, кН

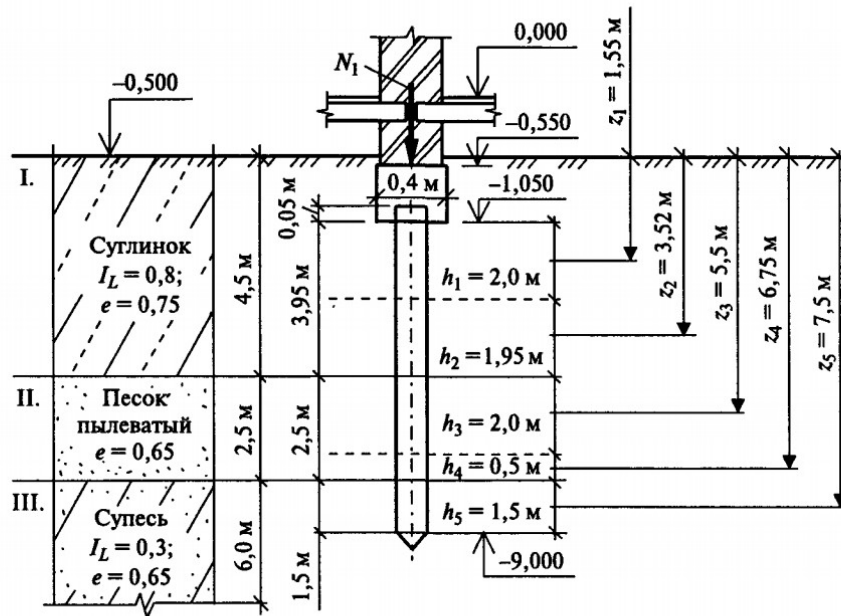
d – или диаметр круглого, или сторона квадратного, или большая сторона прямоугольного поперечного сечения ствола сваи.

Пример: Определить несущую способность свай по грунту. Сконструировать свайный фундамент под наружные стены. Отметка уровня земли -0,500., Свая забивная, расположена в один ряд.

Исходные данные: $N_l=350$ кН/м; первый слой грунта – суглинок, $J_l = 0,8$, $e = 0,75$, второй слой грунта – песок пылеватый $e=0,65$; третий слой грунта – супесь $J_l = 0,3$, $e = 0,65$, сечение сваи - 300x300 мм, сечение ростверка 400x500 мм

Решение:

1. Вычертить свайный фундамент с указанием всех характеристик



2. Определить нагрузку от веса ростверка

$$N_p = b_p \cdot h_p \cdot \rho_{жс/б} \cdot \gamma_f, \text{кН/м}$$

$$N_p = 0,4 \cdot 0,5 \cdot 25 \cdot 1,1 = 5,5, \text{кН/м}$$

3. Определить нагрузку на сваю

$$N = N_p + N_1, \text{кН/м}$$

$$N = 5,5 + 350 = 355,5, \text{кН/м}$$

4. Определить расстояние от планировочной поверхности грунта до острия сваи z_0 (расстояние от земли до конца сваи)

$$z_0 = 8,5 \text{ м}$$

5. Определить расчетное сопротивление грунта под острием сваи (6, стр.18 т. 7.2)(методом интерполяции)

$$7,0 - 3300$$

$$8,5 - R$$

$$10 - 3500$$

$$R = 3300 + \frac{8,5 - 7}{10 - 7} \cdot (3500 - 3300) = 3400 \text{ кПа}$$

6. Пласты грунта с которыми соприкасаются боковая поверхность сваи разбиваем на слои не более 2 метров. h_i , м

$$h_1=2,0 \text{ м}; h_2=1,95 \text{ м}; h_3=2,0 \text{ м}; h_4=0,5 \text{ м}; h_5=1,5 \text{ м};$$

7. Определить расстояние от планировочной поверхности земли до середины каждого слоя грунта, z_i , м

$$z_1 = 1,55 \text{ м}; z_2 = 3,52 \text{ м}; z_3 = 5,5 \text{ м}; z_4 = 6,75 \text{ м}; z_5 = 7,75 \text{ м};$$

8. Определить значение сопротивления на боковой поверхности для каждого слоя грунта. f_i , кПа (6, стр.20 т. 7.3) (методом интерполяции)

$$f_1=4,55 \text{ кПа}$$

$$\begin{array}{l} 1-4 \text{ кПа} \\ 1,55-f_1 \text{ кПа} \\ 2-5 \text{ кПа} \\ f_1=4+\frac{1,55-1}{2-1} \cdot (5-4)=4,55 \text{ кПа} \end{array}$$

$$maf_2=7,52 \text{ кПа}$$

$$\begin{array}{l} 3-7 \text{ кПа} \\ 3,52-f_2 \text{ кПа} \\ 4-8 \text{ кПа} \\ f_2=7+\frac{3,02-3}{4-3} \cdot (8-7)=7,52 \text{ кПа} \end{array}$$

$$f_3=30,0 \text{ кПа}$$

$$\begin{array}{l} 5-29 \text{ кПа} \\ 5,5-f_3 \text{ кПа} \\ 6-31 \text{ кПа} \\ f_3=29+\frac{5,5-5}{6-5} \cdot (31-29)=30 \text{ кПа} \end{array}$$

$$f_4=31,75 \text{ кПа}$$

$$\begin{array}{l} 6-31 \text{ кПа} \\ 6,75-f_4 \text{ кПа} \\ 8-33 \text{ кПа} \\ f_4=31+\frac{6,75-6}{8-6} \cdot (33-31)=31,75 \text{ кПа} \end{array}$$

$$f_5=43,75 \text{ кПа}$$

$$\begin{array}{l} 6-42 \text{ кПа} \\ 7,75-f_5 \text{ кПа} \\ 8-44 \text{ кПа} \\ f_5=42+\frac{7,75-6}{8-6} \cdot (44-42)=43,75 \end{array}$$

9. Определить площадь и периметр сваи

$$A = b \cdot h, \text{ м}^2$$

$$v = 2b + 2h, \text{ м}$$

$$A = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09, \text{ м}^2$$

$$v = 2 \cdot 0,3 + 2 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ м}$$

10. Определить несущую способность сваи

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{cr} \cdot R \cdot A + v \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i \right)$$

$$F_d = 1(1 \cdot 3400 \cdot 0,09 + 1 \cdot 1,2(4,55 \cdot 2,0 + 7,52 \cdot 1,95 + 30,0 \cdot 2,0 + 31,75 \cdot 0,5 + 43,75 \cdot 1,5)) = 504,3 \text{ кН}$$

11. Определить нагрузку которую может выдержать свая

$$P = \frac{F_b}{\gamma_k}, \text{ кН}$$

$$P = \frac{504,3}{1,4} = 360,2, \text{ кН}$$

12. Определить шаг свай и проверяем условие

$$a \leq \frac{P_{\square} \cdot k}{N_{\square}}, \text{ м}$$

$$a = 3d$$

$$a \leq \frac{360,2 \cdot 1}{355,5} = 1,01 \text{ м}$$

$$a = 3d = 3 \cdot 0,3 = 0,9 \text{ м}$$

$$0,9 \leq 1,01 \text{ м}$$

Условие выполняется, принимаем шаг свай 1,01 м

II. Определить несущую способность свай-стойки по грунту и по материалу. Сконструировать свайный фундамент под наружные стены. Отметка уровня земли -0,600.

№ варианта	Нормативная нагрузка, кН/м	Вид верхнего слоя грунта	Коэффициент пористости, e	Показатель текучести, J_L	Вид нижнего слоя грунта	Класс бетона	Класс арматуры	Диаметр арматуры	Сечение свай, мм
1	200	пески гравелистые	0,45		Скальные плотные пески	B12,5	A240	10	300x300
2	210	пески пылеватые	0,45			B15	A400	12	350x350
3	220	пески средней крупности	0,45			B20	A500	14	400x400
4	230	пески мелкие	0,45			B25	A600	16	300x300
5	240	супеси	0,45	0,2		B12,5	A800	18	350x350
6	250	суглинки	0,45	0,2		B15	A240	20	400x400
7	260	глины	0,55	0,2		B20	A400	10	300x300
8	270	пески гравелистые	0,55			B25	A500	12	350x350
9	280	пески пылеватые	0,55			B12,5	A600	14	400x400
10	290	пески средней крупности	0,55			B15	A800	16	300x300
11	300	пески мелкие	0,55			B20	A240	18	350x350
12	310	супеси	0,55	0,3		B25	A400	20	400x400
13	320	суглинки	0,55	0,1		B12,5	A500	10	300x300
14	330	глины	0,55	0,1		B15	A600	12	350x350
15	340	пески гравелистые	0,45			B20	A800	14	400x400
16	350	пески пылеватые	0,65			B25	A240	16	300x300
17	360	пески средней крупности	0,65			B12,5	A400	18	350x350
18	370	пески мелкие	0,65			B15	A500	20	400x400
19	380	супеси	0,65	0,15		B20	A600	10	300x300
20	390	суглинки	0,65	0,6		B25	A800	12	350x350
21	400	глины	0,65	0,6		B12,5	A240	14	400x400
22	410	пески гравелистые	0,55			B15	A400	16	300x300
23	420	пески пылеватые	0,75			B20	A500	18	350x350
24	430	пески средней крупности	0,45			B25	A600	20	400x400
25	440	пески мелкие	0,75			B12,5	A800	10	300x300
26	450	супеси	0,75	0,2		B15	A240	12	350x350
27	460	суглинки	0,75	0,4		B20	A400	14	400x400
28	470	глины	0,75	0,4		B25	A500	16	300x300
29	480	пески гравелистые	0,45			B12,5	A600	18	350x350
30	490	пески пылеватые	0,45			B15	A800	20	400x400
31	500	пески средней крупности	0,55			B20	A240	10	300x300
32	510	пески мелкие	0,45			B25	A400	12	350x350
33	337,7	суглинок	0,75	0,8		B25	A500	12	300x300

Порядок выполнения практической работы:

1. Определить длину сваи

Т.к. грунты под основанием сваи плотные, заглубление в такие грунты принимается на менее 500 мм.

2. Определить расчетное сопротивление сваи (6, стр. 15 ф.7.5)

3. Определить площадь сечения сваи

$$A = b \cdot h, \text{ м}^2$$

4. Определить несущую способность сваи

$$F_d = \gamma_c \cdot R \cdot A, \text{ кН}$$

где: γ_c - коэффициент условий работы сваи в грунте, $\gamma_c = 1$;

R - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, МПа;

A - площадь опирания сваи на грунт, м^2 ;

5. Определить несущую способность сваи по грунту

$$P = \frac{F_d}{\gamma_k}, \text{ кН}$$

где: F_d - несущая способность сваи, кН;

γ_k - коэффициент надежности, (6, стр.13, ф.7.2).

6. Определить несущую способность сваи по материалу

$$P = \varphi \cdot [R_{sc} (A_s + A_b) + R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h], \text{ кН}$$

где: φ - коэффициент продольного изгиба, т.к. свая погружена в грунт и грунт препятствует изгибу то $\varphi = 1$;

R_{sc} - расчетное сопротивление арматуры на сжатие, кН/см^2 , (8, стр.33 табл.6.14);

A_s - площадь сечения продольной арматуры, см^2 ;

A_b - площадь сечения поперечной арматуры, см^2 ; $A_b = 0,1 \cdot A_s$

R_b - расчетное сопротивление бетона на сжатие, кН/см^2 ; (8, стр.22 табл.6.8);

γ_{b2} - коэффициент условий работы бетона, $\gamma_{b2} = 0,9$

$b \cdot h$ - размеры поперечного сечения сваи, см

7. Определить шаг свай в ростверке

$$a = \frac{P_{\min} \cdot k}{N_{\square}}, \text{ м}$$

где: P_{\min} - минимальная несущая способность сваи, кН;

k - число рядов свай;

N_{\square} - расчетная нагрузка на сваю с учетом ростверка, кН/м

8. Проверить условие

$$a \geq a_{\min}, \text{ м}$$

где: a_{\min} - минимальный шаг свай в ростверке, м

$$a_{\min} = 1,5d, \text{ м}$$

где: d - диаметр круглого, или сторона квадратного, или большая сторона прямоугольного поперечного сечения ствола сваи

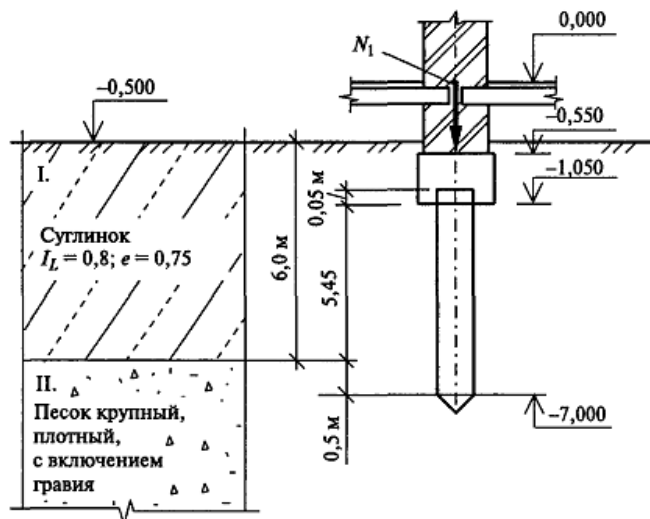
Пример: Рассчитать и сконструировать фундамент под колонну среднего ряда общественного здания.

Исходные данные: $N=337,7$ кН/м; первый слой грунта – суглинок, $J_L = 0,8$, $e = 0,75$, класс бетона – В25, класс арматуры – А600, сечение сваи – 300х300 мм, диаметр стержней 12 мм

Решение:

1. Определить длину сваи

Т.к. грунты под основанием сваи плотные, заглубление в такие грунты принимается на менее 500 мм.



2. Определить расчетное сопротивление сваи (6, стр. 15 ф.7.5)

$$R=20000 \text{ кПа}$$

3. Определить площадь сечения сваи

$$A=b \times h, \text{ м}^2$$

$$A=0,3 \times 0,3=0,09, \text{ м}^2$$

4. Определить несущую способность сваи

$$F_d=\gamma_c \cdot R \cdot A, \text{ кН}$$

$$F_d=1 \cdot 20000 \cdot 0,09=1800, \text{ кН}$$

5. Определить несущую способность сваи по грунту

$$P=\frac{F_d}{\gamma_k}, \text{ кН}$$

$$P=\frac{1800}{1,4}=1285,7, \text{ кН}$$

6. Определить несущую способность сваи по материалу

$$P=\varphi \cdot [R_{sc}(A_s+A_s)+R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h], \text{ кН}$$

$$P=1 \cdot [45 \cdot (4,52+0,452)+1,45 \cdot 0,9 \cdot 30 \cdot 30]=1398, \text{ кН}$$

7. Определить шаг свай в ростверке

$$a=\frac{P_{min} \cdot k}{N_{\square}}, \text{ м}$$

$$a=\frac{1285,7 \cdot 1}{337,7}=3,8, \text{ м}$$

9. Проверить условие

$$a \geq a_{min}, \text{ м}$$

$$a_{min}=1,5d, \text{ м}$$

$$a_{min}=1,5d=1,5 \cdot 0,3=0,45 \text{ м}$$

$$3,8 \geq 0,45, \text{ м}$$

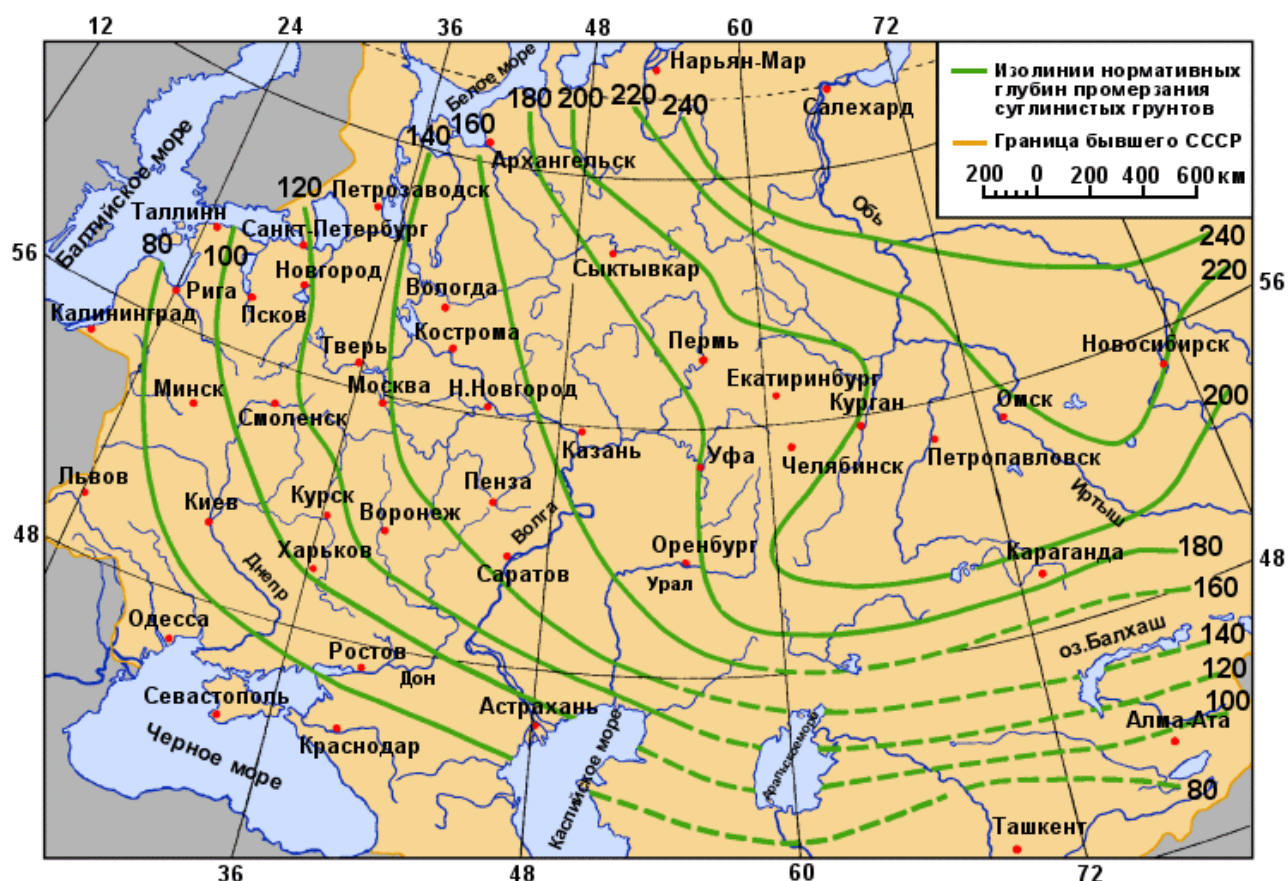
Контрольные вопросы к практической работе

1. Материалы для изготовления свай.
2. Виды свай.
3. Виды расположения свай в ростверке.

Сортамент арматуры																					
Диаметр, мм	Расчетная площадь поперечного сечения, см ² , при числе стержней										Масса 1м, кг	Арматура									
												Стержневая классов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI	Bp-I	B-II	Bp-II	
1																					
2																					
3	0,071	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,57	0,64	0,71	0,055	.	-	-	-	-	18	19	20	21	
4	0,126	0,25	0,36	0,50	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13	1,26	0,098	.	-	-	-	-	-	*	*	*	
5	0,196	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	0,154	-	-	-	-	-	-	*	*	*	
6	0,283	0,57	0,86	1,13	1,42	1,7	1,98	2,26	2,55	2,83	0,222	*	-	*	-	-	-	-	*	*	
7	0,385	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	3,85	0,302	.	.	.	-	-	-	-	*	*	
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,53	5,03	0,395	*	-	*	-	-	-	-	*	*	
10	0,789	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,5	6,28	7,07	7,85	0,617	*	*	*	*	*	*	-	-	-	
12	1,131	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31	0,888	*	*	*	*	*	*	-	-	-	
14	1,539	3,08	4,62	6,16	7,69	9,23	10,77	12,31	13,85	15,39	1,208	*	*	*	*	*	*	-	-	-	
16	2,011	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,1	20,11	1,578	*	*	*	*	*	*	-	-	-	
18	2,545	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,9	25,45	1,998	*	*	*	*	*	*	-	-	-	
20	3,142	6,28	9,41	12,56	15,71	18,85	21,99	25,14	28,28	31,42	2,466	*	*	*	*	*	*	-	-	-	
22	3,801	7,60	11,4	15,2	19	22,81	26,61	30,41	34,21	38,01	2,984	*	*	*	*	*	*	-	-	-	
25	4,909	9,82	14,79	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,13	49,09	3,853	*	*	*	*	*	*	-	-	-	
28	6,158	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,1	49,26	55,42	61,58	4,834	*	*	*	*	*	*	-	-	-	
32	8,042	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,3	64,34	72,38	80,42	6,313	*	*	*	*	*	*	-	-	-	
36	10,18	20,36	30,54	40,72	50,9	61,08	71,26	81,44	91,62	101,8	7,990	-	-	*	.	-	-	-	-	-	
40	12,56	25,12	37,68	50,24	62,8	75,36	87,92	100,5	113,0	125,6	9,805	-	-	*	-	-	-	-	-	-	

Примечание. Знаком «*» отмечены прокатываемые диаметры.

Приложение Ж



Приложение Л

Города Российской Федерации по весу снегового покрова

город	сне гов ой рай он	город	сне гов ой рай он	город	сне гов ой рай он	город	сне гов ой рай он	город	сне гов ой рай он
Ангарск	2	Арзамас	4	Артем	3	Архангельск	4	Астрахань	1
Ачинск	4	Балаково	3	Балашиха	3	Барнаул	4	Батайск	2
Белгород	3	Бийск	4	Благовещенск	1	Братск	3	Брянск	3
Великие Луки	3	Великий Новгород	3	Владивосток	2	Владимир	3	Владикавказ	2
Волгоград	2	Волжский Волгогр. Обл	2	Волжский Самарск. Обл	4	Волгодонск	2	Вологда	4
Воронеж	3	Грозный	2	Дербент	2	Дзержинск	4	Дмитровград	4
Екатеринбург	3	Елец	3	Железнодорожный	3	Жуковский	3	Златоуст	4
Иваново	4	Ижевск	5	Йошкар-Ола	4	Иркутск	2	Казань	4
Калининград	2	Каменск-Уральский	3	Калуга	3	Камышин	3	Кемерово	4
Киров	5	Киселевск	4	Ковров	4	Коломна	3	Комсомольск-на-Амуре	4
Копейск	3	Красногорск	3	Краснодар	2	Красноярск	3	Курган	3
Курск	3	Кызыл	2	Ленинск-Кузнецкий	4	Липецк	3	Люберцы	3
Магадан	5	Магнитогорск	4	Майкоп	2	Махачкала	2	Миасс	3

		к							
Москва	3	Мурманск	5	Муром	3	Мытищи	3	Набережные Челны	5
Находка	2	Невинномысск	2	Нефтекамск	5	Нефтеюганск	4	Нижневартовск	5
Нижнекамск	5	Нижний Новгород	4	Нижний Тагил	4	Новокузнецк	4	Новокуйбышевск	4
Новомосковск	3	Новороссийск	2	Новосибирск	4	Новочебоксарск	4	Новочеркасск	2
Новошахтинск	2	Новый Уренгой	5	Ногинск	3	Норильск	5	Ноябрьск	5
Обнинск	3	Одинцово	4	Омск	3	Орел	3	Оренбург	4
Орехово-Зуево	3	Орск	4	Пенза	3	Первоуральск	4	Пермь	5
Петрозаводск	2	Петропавловск-Камчатский	7	Подольск	3	Прокопьевск	4	Псков	3
Ростов-на-Дону	2	Рубцовск	3	Рыбинск	4	Рязань	3	Салават	5
Самара	4	Санкт-Петербург	3	Саранск	3	Саратов	3	Северодвинск	4
Серпухов	3	Смоленск	3	Сочи	2	Ставрополь	2	Старый Оскол	3
Стерлитамак	5	Сургут	4	Сызрань	3	Сыктывкар	5	Таганрог	2
Тамбов	3	Тверь	4	Тобольск	4	Тольятти	4	Томск	4
Тула	2	Тюмень	3	Улан-Удэ	1	Ульяновск	4	Уссурийск	2
Уфа	5	Ухта	5	Хабаровск	2	Хасавюрт	2	Химки	3
Чебоксары	4	Челябинск	3	Чита	1	Череповец	4	Шахты	2
Щелково	3	Электросталь	3	Энгельс	3	Элиста	2	Южно-Сахалинск	4
Ярославль	4	Якутск	2						

Вес снегового покрова

Снеговые районы Российской Федерации	1	2	3	4	5	6	7	8
q , кПа (кг/м²)	0,5(50))	1,0 (100)	1,5 (150)	2,0 (200)	2,5 (250)	3,0 (300)	3,5 (350)	4,0 (400)

Список литературы

Печатные издания

1. Сетков, В. И. Строительные конструкции. Расчет и проектирование [Текст] : учебник / В. И. Сетков, Е. П. Сербин. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : ИНФРА-М, 2020. - 444 с. - (Среднее профессиональное образование).

Электронные издания (электронные ресурсы)

2. СП 15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции. [Электронный ресурс]: актуализированная редакция СНиП II-22-81: введ.2013.01.01.- М.: Стандартинформ, 2012. - 85 с.- Доступ из проф.-справ.системы «Техэксперт».
3. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. [Электронный ресурс]: Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85 введ.2017.06.04.- М.: Стандартинформ, 2016. - 89 с.- Доступ из проф.-справ.системы «Техэксперт».
4. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции. [Электронный ресурс]: Актуализированная редакция СНиП II-25-80 введ.2017.08.28.- М.: Стандартинформ, 2017. - 91 с.- Доступ из проф.-справ.системы «Техэксперт».
5. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. [Электронный ресурс]: Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83 введ.2017.07.01.- М.: Стандартинформ, 2016. - 173 с.- Доступ из проф.-справ.системы «Техэксперт».
6. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты[Электронный ресурс]:. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Изменением N 1) введ.2011.05.20.- М.: Стандартинформ, 2011. - 92 с.- Доступ из проф.-справ.системы «Техэксперт».
7. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. [Электронный ресурс]: Актуализированная редакция СНиП II-23-81 введ.2017.08.28.- М.: Стандартинформ, 2017. - 154 с.- Доступ из проф.-справ.системы «Техэксперт».
8. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. [Электронный ресурс]: Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 введ.2013.01.01.- М.: Стандартинформ, 2012. - 138 с.- Доступ из проф.-справ.системы «Техэксперт».
9. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. [Электронный ресурс]: Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 введ.2013.07.01.- М.: Стандартинформ, 2012. - 80 с.- Доступ из проф.-справ.системы «Техэксперт».

10. Расчет строительных конструкций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://saitinpro.ru/glavnaya/raschety/>