

Частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камский институт гуманитарных и инженерных технологий»

Кафедра «Инженерных, энергосберегающих и информационных технологий в  
нефтегазовой и архитектурно – строительной отраслях»



УТВЕРЖДАЮ:  
Ректор  
ЧОУ ВО «КИГИТ»  
\_\_\_\_\_ В. А.Никулин  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины «Фундаменты, подпорные стены и ограждения котлованов»**

Направление подготовки  
08.04.01 «Строительство»  
Профиль «Промышленное и гражданское строительство»

Степень выпускника: магистр

Форма обучения: очная, заочная

Ижевск, 2022

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины.

Цель освоения дисциплины.

Освоение основных принципов расчета и проектирования подпорных стен, фундаментов и других ограждающих конструкций.

Задачи дисциплины

- знакомство типами подпорных стен и материалами для их возведения;
- изучение способов определения активного и пассивного давления грунта на подпорные стены;
- изучение способов расчета устойчивости подпорных стен при различных нагрузках и очертании задней грани стены;
- изучение способов расчета устойчивости оснований подпорных стен против сдвига;
- изучение способов расчета оснований, фундаментов, подпорных стен по деформациям;
- изучение принципов расчета прочности массивных и гибких подпорных стен, фундаментов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплины и практики, знания и умения по которым необходимы как "входные" при изучении данной дисциплины.

Дисциплина базируется на знаниях, сформированных на предыдущем уровне высшего образования.

Дисциплины, практики, ГИА, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее.

Проблемы строительства в условиях плотной городской застройки  
Проектирование подземных сооружений под существующими зданиями  
Теория расчета и проектирования железобетонных конструкций.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

Степень сформированности компетенций.

**ОПК-6** Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства.

**ОПК-6.1** Формулирование целей, постановка задачи исследований.

Студент должен знать: Методику формулирования целей, постановку задач исследования, в рамках своей профессиональной деятельности.

**ОПК-6.10** Формулирование выводов по результатам исследования.

Студент должен уметь: формулировать выводы по результатам исследования, в рамках своей профессиональной деятельности.

**ОПК-6.11** Представление и защита результатов проведённых исследований.

Студент обладает навыком: представления и защиты результатов проведённых исследований, в рамках своей профессиональной деятельности.

**ОПК-6.2** Выбор способов и методик выполнения исследований.

Студент должен уметь: выбрать способы и методику выполнения исследования, в рамках своей профессиональной деятельности.

**ОПК-6.3** Составление программы для проведения исследований, определение потребности в ресурсах.

Студент должен уметь: составлять программы для проведения исследований, определение потребности в ресурсах, в рамках своей профессиональной деятельности.

ОПК-6.4 Составление плана исследования с помощью методов факторного анализа.

Студент должен уметь: составлять план исследования с помощью методов факторного анализа, в рамках своей профессиональной деятельности.

ОПК-6.5 Выполнение и контроль выполнения эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности.

Студент обладает навыком: выполнения и контроля выполнения эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности.

ОПК-6.6 Обработка результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей.

Студент обладает навыком: обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей, в рамках своей профессиональной деятельности.

ОПК-6.7 Выполнение и контроль выполнения документальных исследований информации об объекте профессиональной деятельности.

Студент должен знать: методику выполнения и контроля выполнения документальных исследований информации об объекте профессиональной деятельности.

ОПК-6.8 Документирование результатов исследований, оформление отчётной документации.

Студент должен уметь: документировать результаты исследований, оформлять отчётную документацию, в рамках своей профессиональной деятельности.

ОПК-6.9 Контроль соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований.

Студент должен уметь: контроль соблюдение требований охраны труда при выполнении исследований, в рамках своей профессиональной деятельности.

**ПК-2** Способность осуществлять и организовывать проведение испытаний, обследований строительных конструкций объектов промышленного и гражданского назначения.

**ПК-2.1** Разработка нормативно-методических документов организации, регламентирующих проведение испытаний строительных конструкций объектов промышленного и гражданского назначения.

Студент должен знать: правила разработки нормативно-методических документов организации, регламентирующих проведение испытаний строительных конструкций объектов промышленного и гражданского назначения.

**ПК-2.10** Выбор мер по борьбе с коррупцией при организации проведения испытаний, обследований строительных конструкций объектов промышленного и гражданского назначения.

Студент должен уметь: выбирать меры по борьбе с коррупцией при организации проведения испытаний, обследований строительных конструкций объектов промышленного и гражданского назначения, в рамках своей профессиональной деятельности.

**ПК-2.2** Составление планов проведения испытаний и/или обследований строительных конструкций.

Студент должен уметь: составлять планы проведения испытаний и/или обследований строительных конструкций, в рамках своей профессиональной деятельности.

**ПК-2.3** Проведение инструктажа работников и контроль порядка проведения испытаний.

Студент обладает навыком: проведения инструктажа работников и контроль порядка проведения испытаний, в рамках своей профессиональной деятельности.

**ПК-2.4** Составление плана организации работ по метрологическому контролю оборудования для испытаний строительных конструкций.

Студент обладает навыком: составления плана организации работ по метрологическому контролю оборудования для испытаний строительных конструкций, в рамках своей профессиональной деятельности.

ПК-2.5 Контроль проведения, оценка результатов испытаний обследований строительных конструкций.

Студент обладает навыком: контроля проведения, оценки результатов испытаний обследований строительных конструкций, в рамках своей профессиональной деятельности.

ПК-2.6 Проведение визуального осмотра и инструментальных измерений параметров строительных конструкций.

Студент должен знать: методику проведения визуального осмотра и инструментальных измерений параметров строительных конструкций, в рамках своей профессиональной деятельности.

ПК-2.7 Оценка соответствия параметров строительных конструкций требованиям нормативных документов.

Студент должен уметь: оценивать соответствие параметров строительных конструкций требованиям нормативных документов, в рамках своей профессиональной деятельности.

ПК-2.8 Подготовка отчетных документов по результатам испытаний, обследований строительных конструкций.

Студент обладает навыком: подготовки отчетных документов по результатам испытаний, обследований строительных конструкций, в рамках своей профессиональной деятельности.

ПК-2.9 Контроль выполнения технологической дисциплины и требований охраны труда при испытаниях и обследованиях строительных конструкций.

Студент обладает навыком: Контроля выполнения технологической дисциплины и требований охраны труда при испытаниях и обследованиях строительных конструкций, в рамках своей профессиональной деятельности.

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

##### Тематический план дисциплины.

##### 1. Общие положения.

Общие сведения о подпорных стенах. Развитие теории расчета подпорных стен. Современное состояние вопроса расчета подпорных стен. Действующие нормативные документы по расчету подпорных стен.

Массивные и тонкостенные подпорные стены.

##### 2. Конструкции массивных и тонкостенных подпорных стен.

Материалы конструкций подпорных стен. Современные конструкции и материалы для возведения подпорных стен.

##### 3. Общие положения расчета.

Виды давления грунта на подземные сооружения.

Зависимость давления грунта от деформаций сооружения и его гибкости.

##### 4. Определение давления грунта на подпорную стенку.

Определение активного и пассивного давления сыпучего грунта на подпорную стенку по теории Кулона. Учет нагрузок, приложенных на поверхности засыпки. Учет сцепления в грунте, неоднородности грунта за подпорной стенкой и давления подземной воды. Определение давления грунта на подпорные стенки методом теории предельного равновесия. Графические методы определения активного давления.

##### 5. Расчет массивных подпорных стен.

Характеристики грунта, используемые при определении давления на стены. Расчет устойчивости положения стены против сдвига. Расчет прочности основания подпорной стены. Расчет основания стены по деформациям.

Определение усилий в элементах конструкции.

Конструктивные требования при проектировании массивных подпорных стен.

6. Расчет уголковых подпорных стен.  
Давление грунта на уголковые подпорные стены. Расчет устойчивости положения стены против сдвига. Расчет прочности основания подпорной стены. Определение усилий в элементах конструкции. Определение прогиба верха стены. Армирование монолитных подпорных стен. Уголковые стены с анкерными тягами.
7. Расчет шпунтовых стен Статические расчетные схемы. Распределение давления грунта. Определение глубины заделки стенки в грунт ниже дна котлована. Расчет гибких незаанкеренных подпорных стенок с использованием коэффициента постели. Определение деформаций гибких незаанкеренных подпорных стенок. Шпунтовые стенки из буронабивных свай. Расчет подпорных стены из буронабивных свай на горизонтальные и моментные нагрузки.
8. Расчет шпунтовых стен с анкерами Виды анкеров. Грунтовые анкера. Расчет анкерных шпунтовых ограждений. Расчет шпунта с двумя и более ярусами анкеров или распорок.
9. Деформации грунтов и прогноз осадок оснований Теория предельного напряженного состояния грунта и ее приложения. Фазы напряженного состояния грунтов при возрастании нагрузки. Основные положения теории предельного равновесия. Критические нагрузки на грунт. Основные исходные положения. Деформации оснований. Методы определения деформаций. Прогноз осадок свайных фундаментов.
10. Расчет стен подвалов по прочности и устойчивости Стены подвалов. Расчет стен подвалов. Графоаналитический метод расчета несущей способности основания (метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения). Гидроизоляция стен подвалов.



## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

В процессе освоения дисциплины обучающемуся необходимо посетить все виды занятий, предусмотренные рабочей программой дисциплины и выполнить контрольные задания, предлагаемые преподавателем для успешного освоения дисциплины. Также следует изучить рабочую программу дисциплины, в которой определены цели и задачи дисциплины, компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения. Рассмотреть содержание тем дисциплины; взаимосвязь тем лекций и практических занятий; бюджет времени по видам занятий; оценочные средства для текущей и промежуточной аттестации; критерии итоговой оценки результатов освоения дисциплины. Ознакомиться с методическими материалами, программно-информационным и материально техническим обеспечением дисциплины.

### *Работа на лекции.*

Лекционные занятия включают изложение, обсуждение и разъяснение основных направлений и вопросов изучаемой дисциплины, знание которых необходимо в ходе реализации всех остальных видов занятий и в самостоятельной работе обучающегося. На лекциях обучающиеся получают самые необходимые знания по изучаемой проблеме. Непременным условием для глубокого и прочного усвоения учебного материала является умение обучающихся сосредоточенно слушать лекции, активно, творчески воспринимать излагаемые сведения. Внимательное слушание лекций предполагает интенсивную умственную деятельность обучающегося. Краткие записи лекций, конспектирование их помогает усвоить материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной

странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями. Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор.

#### *Практические занятия.*

Подготовку к практическому занятию следует начинать с ознакомления с лекционным материалом, с изучения плана практических занятий. Определившись с проблемой, следует обратиться к рекомендуемой литературе. Владение понятийным аппаратом изучаемого курса является необходимым, поэтому готовясь к практическим занятиям, обучающемуся следует активно пользоваться справочной литературой: энциклопедиями, словарями и др. В ходе проведения практических занятий, материал, излагаемый на лекциях, закрепляется, расширяется и дополняется при подготовке сообщений, рефератов, выполнении тестовых работ. Степень освоения каждой темы определяется преподавателем в ходе обсуждения ответов обучающийся.

#### *Самостоятельная работа.*

Обучающийся в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Самостоятельная работа обучающийся играет важную роль в воспитании сознательного отношения самих обучающийся к овладению теоретическими и практическими знаниями, привитии им привычки к направленному интеллектуальному труду. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей

программе. Изучение литературы следует начинать с освоения соответствующих разделов дисциплины в учебниках, затем ознакомиться с монографиями или статьями по той тематике, которую изучает обучающийся, и после этого – с брошюрами и статьями, содержащими материал, дающий углубленное представление о тех или иных аспектах рассматриваемой проблемы. Для расширения знаний по дисциплине обучающемуся необходимо использовать Интернет-ресурсы и специализированные базы данных: проводить поиск в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

#### *Подготовка к сессии.*

Основными ориентирами при подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине являются конспект лекций и перечень рекомендуемой литературы. При подготовке к сессии обучающемуся следует так организовать учебную работу, чтобы перед первым днем начала сессии были сданы и защищены все практические работы. Основное в подготовке к сессии – это повторение всего материала курса, по которому необходимо пройти аттестацию. При подготовке к сессии следует весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнения работы.

#### **Тест.**

Вопрос №1. Какой вид земляного сооружения является основанием под здание

Варианты ответов:

1. выемка и обратная засыпка
2. котлован и насыпь
3. котлован и траншеи

Вопрос №2. Какова последовательность операций в одном цикле при разработке грунта экскаватором

Варианты ответов:

1. резание, поворот, выгрузка, поворот, подаче
2. резание, заполнение, подъем, поворот, выгрузка, поворот, опускание, подача
3. резание, подъем, выгрузка, опускание

Вопрос №3. Рабочая зона экскаватора это

Варианты ответов:

1. забой
2. проходка
3. длина передвижки

Вопрос №4. Какие сооружения называются котлованами?

(ширина котлована – а, длина котлована – в)

Варианты ответов:

1.  $a/v = 2/10$
2.  $a/v = 0,8/10$
3.  $a/v = 0,5/10$

Вопрос №5. Какая обноска при современной организации строительной площадки является более рациональной

Варианты ответов:

1. створная
2. металлическая
3. сплошная.

### **Критерии оценки выполнения задания.**

Неудовлетворительно от 0% до 30% правильных ответов из общего числа тестовых заданий

Удовлетворительно от 31% до 50% правильных ответов из общего числа тестовых заданий

Хорошо от 51% до 80% правильных ответов из общего числа тестовых заданий

Отлично от 81% до 100% правильных ответов из общего числа тестовых заданий.

## Расчетное задание.

### Задача 1

Определить расход пара для отогревания 1 м<sup>3</sup> мерзлого грунта паровыми иглами. Глубина промерзания грунта  $h = 1,60$  м. Температура наружного воздуха  $t_{н.в} = -20$  °С. Конечная средняя температура грунта  $t_k = +5$  °С. Влажность грунта  $p = 20$  % (по весу к сухому состоянию). Общая длительность прогрева, включая выдерживание грунта после прекращения пуска пара,  $Z = 38$  ч. Поверхность грунта утеплена слоем соломенных матов толщиной 10 см.

### Задача 2

В целях предохранения грунта от промерзания на месте выкопки котлована предварительно распахана земля на глубину  $h_1 = 25$  см и затем покрыта слоем опилок. Грунт глинистый. Определить, на какую толщину следует насыпать слой опилок, чтобы к началу земляных работ грунт не подвергся промерзанию. По проекту организации строительства производство земляных работ на данном объекте намечено начать 3 января. В районе строительства начало периода отрицательных температур 4 ноября. Среднемесячные температуры в ноябре  $-2,1$  °С; в декабре  $-8$  °С. Средняя толщина снегового покрова  $h_{сн} = 0$  (снеговой покров не учитывается).

### Задача 3

Требуется определить глубину заложения труб временного построечного водопровода при условии, что водопровод должен функционировать в течение всего зимнего периода. Грунт – супесок. Наибольшая глубина промерзания грунта в данной местности 1,5 м. Трубопровод утепляется слоем шлака толщиной  $h_1 = 40$  см. При расчете следует учесть

дополнительное утепление в виде уплотненного снега слоем  $h_2 = 0,25$  м.

#### Задача 4

Запроектировать организацию производства работ и составить график по устройству сплошных крупных монолитных железобетонных фундаментов под оборудование прокатного цеха при следующих условиях.

1. Продолжительность устройства фундаментов  $T = 300$  рабочих дней (этот срок можно несколько изменить с целью более полного использования механизмов и бригад рабочих).
2. Общий объем бетона  $Q = 60\ 000$  м<sup>3</sup>.
3. Общая площадь опалубки  $S = 50\ 000$  м<sup>2</sup>, из них 80 % составляет опалубка из крупных щитов площадью в среднем 10 м<sup>2</sup>, а 20 % – опалубка из мелких щитов массой 50 – 100 кг каждая.
4. Общая масса арматуры  $q = 2000$  т, из них 70 % составляет арматура из крупных сварных сеток (60 % укладывают горизонтально и 40 % – вертикально), а 30 % – арматура, собираемая из отдельных стержней.
5. Для заданной ширины фундаментов требуется применить кран с вылетом стрелы  $a = 10$  м.

#### Задача 5

Запроектировать комплексную механизацию и темп производства работ для устройства сплошных крупных монолитных железобетонных фундаментов под оборудование прокатного цеха при следующих данных:

1. Бетон укладывают краном СКГ-30 в бадьях вместимостью 0,6 м<sup>3</sup>. Эту машину следует принять в качестве ведущей.
2. Бетон доставляют на расстояние 4 км. На автомобиль устанавливают 2 бадьи.
3. На 1 м<sup>3</sup> бетона приходится 1,2 м<sup>2</sup> опалубки; из этого количества 80 % составляет опалубка из крупных щитов (в

среднем по 10 м<sup>2</sup>), а 20 % – опалубка из мелких щитов массой 50 – 100 кг каждый.

4. На 1 м<sup>3</sup> бетона приходится 45 кг арматуры; из этого количества 70 % составляет арматура из крупных сварных сеток массой до 1 т (в среднем 0,1 т), а 30 % – арматура, собираемая из отдельных арматурных стержней. 50 % арматурных сеток укладывают горизонтально, а 50 % – вертикально.

### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

#### Тема 1. Общие положения

1. Общие сведения о подпорных стенах.
2. Развитие теории расчета подпорных стен.
3. Современное состояние вопроса расчета подпорных стен и действующие нормативные документы по расчету подпорных стен.
4. Конструкции массивных и тонкостенных подпорных стен.

#### Тема 2. Массивные и тонкостенные подпорные стены

5. Материалы конструкций подпорных стен.
6. Современные конструкции и материалы для возведения подпорных стен.
7. Виды давления грунта на подземные сооружения.
8. Зависимость давления грунта от деформаций сооружения и его гибкости.
9. Определение активного и пассивного давления сыпучего грунта на подпорную стенку по теории Кулона

#### Тема 3. Общие положения расчета

10. Учет нагрузок, приложенных на поверхности засыпки, при определении активного давления грунта на подпорную стенку.
11. Учет сцепления в грунте, неоднородности грунта за подпорной стенкой и давления подземной воды.

12. Определение давления грунта на подпорные стенки методом теории предельного равновесия.
13. Графические методы определения активного давления.
- Тема 4. Определение давления грунта на подпорную стенку
14. Характеристики грунта, используемые при определении давления на стены.
15. Расчет устойчивости массивных подпорных стен: расчет устойчивости положения стены против сдвига;
16. Расчет прочности основания подпорной стены; расчет основания стены по деформациям.
- Тема 5. Расчет массивных подпорных стен
17. Определение усилий в элементах конструкции массивных подпорных стен.
18. Конструктивные требования при проектировании массивных подпорных стен.
19. Расчет устойчивости положения стены против сдвига.
20. Расчет прочности основания подпорной стены. Тема 6. Расчет уголкового подпорных стен
21. Давление грунта на уголкового подпорные стены.
22. Определение усилий в элементах конструкции уголкового подпорных стен.
23. Определение прогиба верха стены.
24. Уголкового стены с анкерными тягами. Тема 7. Расчет шпунтовых стен
25. Расчет по прочности изгибаемых элементов круглого сечения, нормального к продольной оси.
26. Численные методы расчета подпорных стен.
27. Статические расчетные схемы. Распределение давления грунта.
28. Определение глубины заделки шпунтовой стенки в грунт ниже дна котлована.
- Тема 8. Расчет шпунтовых стен с анкерами
29. Расчет гибких незаанкеренных подпорных стенок с использованием коэффициента постели.



30. Определение деформаций гибких незаанкеренных подпорных стенок.
  31. Шпунтовые стенки из буронабивных свай.
  32. Расчет подпорных стенок из буронабивных свай на горизонтальные и моментные нагрузки.
  33. Численные методы расчета подпорных стенок.
- Тема 9. Деформации грунтов и прогноз осадок оснований
34. Расчет оснований по несущей способности (первая группа предельных состояний)
  35. Проверка прочности подстилающего слоя
  36. Определение осадки
  37. Проверка допустимости напряжений у края подошвы
- Тема 10. Расчет стен подвалов по прочности и устойчивости
38. Расчет стен подвалов.
  39. Графоаналитический метод расчета несущей способности основания (метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения).
  40. Гидроизоляция стен подвалов.

### **Учебно-методические материалы.**

1. Черныш А.С. Калачук Т.Г. Куликов Г.В. Расчет оснований и фундаментов Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ 2014 учебное пособие - <http://www.iprbookshop.ru/28392.html>
2. Шапиро Д.М. Нелинейная механика грунтов Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ 2016 учебное пособие - <http://www.iprbookshop.ru/59119.html>
3. Павлюк Е.Г. Ботвинёва Н.Ю. Марутян А.С. Конструкции городских зданий и сооружений (основания и фундаменты, металлические конструкции) Северо-Кавказский

федеральный университет 2016 учебное пособие -  
<http://www.iprbookshop.ru/66076.html>

4. Барменкова Е.В. Расчет системы здание - фундамент - основание с использованием модели двухслойной балки на упругом основании винклеровского типа Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ 2015 учебное пособие - <http://www.iprbookshop.ru/40439.html>
5. Кашкинбаев И.З. Кашкинбаев Т.И. Механика грунтов, основания и фундаменты Нур-Принт 2016 учебно-методическое пособие - <http://www.iprbookshop.ru/69141.html>
6. сост. Мангушев Р.А. Ершов А.В. Основания и фундаменты Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ 2014 учебно-методическое пособие - <http://www.iprbookshop.ru/30010.html>
7. Леденёв В.В. Основания и фундаменты при сложных силовых воздействиях (опыты). Том 1 Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ 2015 монография - <http://www.iprbookshop.ru/63884.html>
8. Муртазина Л.А. Курс лекций по дисциплине «Механика грунтов» Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ 2016 учебное пособие - <http://www.iprbookshop.ru/69907.html>
9. Леденев В.В. Деформирование и разрушение оснований, фундаментов, строительных материалов и конструкций (теория, эксперимент) Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ 2018 монография - <http://www.iprbookshop.ru/94339.html>