

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»****РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

| | |
|------------|--|
| Шифр | Наименование дисциплины |
| Б1.В.ОД.10 | Прочность и устойчивость гидросооружений |

| | |
|----------------------------|---|
| Код направления подготовки | 08.03.01 |
| Направление подготовки | Строительство |
| Наименование ОПОП | Гидротехническое строительство (академический бакалавриат) |
| Год начала подготовки | 2013 |
| Уровень образования | бакалавриат |
| Форма обучения | очная |

Разработчики:

| | | | |
|-----------|------------------------|---------|----------------|
| должность | ученая степень, звание | подпись | ФИО |
| доцент | к.т.н., доцент | | Саинов М.П. |
| профессор | к.т.н. | | Толстиков В.В. |

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Гидротехнического строительства»:**

| | | | | |
|---------------------------|------------|------|------------------------------|------|
| должность | подпись | | ученая степень и звание, ФИО | |
| Зав. кафедрой ГС | | | д.т.н., проф., Анискин Н.А. | |
| год обновления | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| Номер протокола | №1 | | | |
| Дата заседания кафедры ГС | 31.08.2015 | | | |

Рабочая программа утверждена и согласована:

| | | | | |
|--------------------------|-----------|----------------|---------|------|
| Подразделение / комиссия | Должность | ФИО | подпись | Дата |
| Методическая комиссия | пред. МК | Бестужева А.С. | | |
| НТБ | | | | |
| ЦОСП | | | | |

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Прочность и устойчивость гидросооружений» является освоение студентом знаний и умений, необходимых гидротехнику для расчётов прочности и устойчивости гидротехнических сооружений и их элементов.

Задачи дисциплины:

- дать представление о целях, задачах и методологии инженерных расчётов прочности и устойчивости сооружений и элементов их строительных конструкций,
- научить определять нагрузки на гидротехнические сооружения, возникающие при их взаимодействии с грунтовой и водной средой,
- научить вести расчёты напряжений в массивных конструкциях при статических и сейсмических нагрузках,
- научить вести расчёты устойчивости бетонных и грунтовых гидротехнических сооружений,
- изучить теорию работы сооружений при динамических воздействиях;

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Компетенция по ФГОС | Код Компетенции по ФГОС | Основные показатели освоения (показатели достижения результата) | Код показателя освоения |
|--|-------------------------|--|-------------------------|
| знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест | ПК-1 | Знает нормативную базу расчётов прочности и устойчивости гидротехнических сооружений | 31.1 |
| | | Умеет использовать нормативную базу проектирования при расчётах прочности и устойчивости гидротехнических сооружений | У1.1 |
| владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования | ПК-2 | Знает виды нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения | 32.1 |
| | | Знает теоретические основы расчётов прочности и устойчивости сооружений на различные виды нагрузок и воздействий | 32.2 |
| | | Знает способы учёта в расчётах прочности взаимодействия сооружения с основанием | 32.3 |
| | | Знает основы методов расчёта устойчивости и напряжённо-деформированного состояния массивных конструкций | 32.4 |
| | | Знает основы теории колебаний и способы определения динамических нагрузок | 32.5 |
| | | Умеет определять нагрузки на гидротехнические сооружения | У2.1 |
| способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности | ПК-4 | Умеет определять внутренние усилия и напряжения в конструкциях гидротехнических сооружений методом сопротивления материалов | У2.2 |
| | | Умеет определять напряжения в массивных сооружениях при статических и динамических нагрузках | У2.3 |

| Компетенция по ФГОС | Код Компетенции по ФГОС | Основные показатели освоения (показатели достижения результата) | Код показателя освоения |
|---|-------------------------|---|-------------------------|
| | | Умеет вести расчёт устойчивости гидротехнических сооружений с учётом их взаимодействия с основанием | У2.4 |
| | | Умеет определять осадки и смещений оснований гидротехнических сооружений | У2.5 |
| | | Умеет определять сейсмические нагрузки на массивные сооружения | У2.6 |
| | | Имеет навыки расчётного определения силовых нагрузок на гидротехнические сооружения от взаимодействия с грунтовой и водной средой | Н2.1 |
| | | Имеет навыки расчётов прочности и устойчивости гидротехнических сооружений при различных нагрузках и воздействиях | Н2.2 |
| | | Имеет навыки расчётного определения величин динамических нагрузок на сооружение | Н2.3 |
| | | Имеет навыки расчёта осадок и горизонтальных смещений оснований гидротехнических сооружений | Н2.4 |
| | | Имеет навыки анализа напряженного состояния элементов конструкций на основе теорий прочности | Н2.5 |
| владением методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования, стандартных пакетов автоматизации исследований, владение методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам | ПК-14 | Знает теорию и методы численного моделирования сооружения | 33.1 |
| | | Знает принципы и теоретические основы численного моделирования при исследованиях напряжённо-деформированного состояния гидротехнических сооружений | 33.2 |
| | | Знает принципы и теоретические основы численного моделирования при исследованиях напряжённо-деформированного состояния гидротехнических сооружений | 33.3 |
| | | Умеет правильно составлять расчётные схемы сооружений, численные модели сооружений | У3.1 |
| | | Умеет вести расчёты напряжённо-деформированного состояния гидротехнических сооружений численными методами с помощью вычислительных программ | У3.2 |
| | | Умеет вести расчёты сейсмостойкости гидротехнических сооружений численными методами с помощью вычислительных программ | У3.3 |
| | | Имеет навыки расчёта напряжённо-деформированного состояния гидротехнических сооружений численными методами с помощью вычислительных программ | Н3.1 |

| Компетенция по ФГОС | Код Компетенции по ФГОС | Основные показатели освоения (показатели достижения результата) | Код показателя освоения |
|---------------------|-------------------------|---|-------------------------|
| | | Имеет навыки расчёта сейсмостойкости гидротехнических сооружений численными методами с помощью вычислительных программ | НЗ.2 |

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Прочность и устойчивость гидросооружений» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата), профиль «Гидротехническое строительство». **Дисциплина является дисциплиной по выбору.**

Дисциплина «Прочность и устойчивость гидросооружений» базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных студентами в процессе изучения следующих дисциплин:

- «Математика»,
- «Физика»,
- «Информатика»,
- «Инженерные изыскания в строительстве. Геология»,
- «Механика. Теоретическая механика»,
- «Механика. Техническая механика»,
- «Механика. Механика грунтов»,
- «Основы гидравлики»,
- «Строительные материалы»,

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам студентов:

Для освоения дисциплины «Прочность и устойчивость гидросооружений» студент должен:

Знать:

- фундаментальные основы высшей математики,
- современные средства вычислительной техники,
- понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов строительных конструкций,
- методы решения задач расчета стержневых систем на прочность и устойчивость,
- уравнения динамического равновесия тел,
- виды грунтов и их физико-механические свойства,
- физико-механические свойства бетонов,
- основные закономерности механики грунтов,

Уметь:

- самостоятельно использовать математический аппарат для решения прикладных инженерных задач,
- работать на персональном компьютере,
- определять усилия в балках и колоннах на основе теории сопротивления материалов,

Иметь навыки:

- расчётов напряжений и перемещений в стержневых конструкциях,
- использования современной вычислительной техники для выполнения и оформления инженерных расчетов,
- работы с современной научной литературой.

Дисциплины и практики, для которых дисциплина «Прочность и устойчивость гидросооружений» является предшествующей:

- «Гидротехнические сооружения общего назначения»,
- «Гидроэлектростанции и гидромашины»,
- «Гидротехнические сооружения водного транспорта и морских промыслов»,
- «Эксплуатация и исследования гидросооружений»,
- «Экономика в гидротехническом строительстве»,
- «Речные гидроузлы и гидроэлектростанции»,
- «Водные пути, порты и сооружения на континентальном шельфе»,
- «Проектная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта проектно-конструкторской деятельности)»,
- «Преддипломная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов.

Структура дисциплины:

Форма обучения - очная

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | | | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|---|---------|-----------------|--|----------------------------------|----------------------|-----|-----|------------------------|---|
| | | | | Контактная работа с обучающимися | | | | КСР | | |
| | | | | Лекции | Практико-ориентированные занятия | | КСР | | | |
| | | | | | Лабораторный практикум | Практические занятия | | | | |
| 1 | Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения | 6 | 1-2 | 2 | | 2 | | | 10 | |
| 2 | Принципы оценка прочности сооружений | 6 | 2-3 | 2 | | 2 | | | 6 | Расчётно-графическая работа №1 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-------|----|--|----|--|--|----|--------------------------------|
| 3 | Напряжён-деформированное состояние массивных сооружений | 6 | 3-8 | 4 | | 10 | | | 12 | Расчётно-графическая работа №1 |
| 4 | Взаимодействие гидротехнических сооружений грунтовой средой | 6 | 8-14 | 4 | | 12 | | | 18 | |
| 5 | Динамика гидротехнических сооружений | 6 | 14-16 | 4 | | 6 | | | 14 | Расчётно-графическая работа №2 |
| | Итого: | | | 16 | | 32 | | | 60 | Экзамен, курсовая работа |

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание лекционных занятий

Форма обучения - очная

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Тема и содержание занятия | Кол-во акад. часов |
|-------|---|--|--------------------|
| 1 | Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения | Виды нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения, их классификация. Гидростатическое и гидродинамическое давление на гидротехнические сооружения. Понятие о силовых воздействиях фильтрационного потока на гидротехнические сооружения. Давление грунтовой среды на сооружение. Изменение давления грунтов в зависимости от их водонасыщения. Нагрузки основного и особого сочетания. Понятие о сейсмических нагрузках. | 2 |
| 2 | Принципы оценки прочности сооружений | Напряженно-деформированное состояние в точке тела. Главные нормальные и касательные напряжения. Теории прочности максимальных нормальных напряжений и максимальных линейных деформаций. Разрушение при чистом сдвиге. Условия прочности материала на сжатие и растяжение, на сдвиг, их связь друг с другом. Теория прочности Кулона-Мора. Огибающая кругов Мора для напряжений. Понятие об энергетической теории прочности. Оценка прочности массивных гидротехнических сооружений в соответствии со сводами строительных правил. | 2 |
| 3 | Напряжён-деформированное состояние массивных сооружений | Расчёт массивных конструкций элементарным методом. Принципы расчёта конструкций элементарным методом. Использование уравнений равновесия. Определение нормальных и касательных напряжений в массивной бетонной плотине. Изостаты напряжений. Главные напряжения и их траектории. | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | <p>Основы теории упругости и её применение. Полная система уравнений теории упругости и её анализ. Соотношения Коши. Аналогия между напряжённым и деформированным состоянием. Главные деформации. Три вида деформированного состояния: трёхосное, двухосное и одноосное. Обобщённый закон Гука в прямой и обратной формах. Виды записи закона Гука. Постановка граничных условий в напряжениях и перемещениях. Плоская задача теории упругости в декартовых координатах. Постановка плоской задачи теории упругости в напряжениях. Функция напряжений. Бигармоническое уравнение. Решение плоской задачи в полиномах и тригонометрических функциях. Расчёт напряжений в бесконечном клине от собственного веса и распределённой треугольной нагрузки с помощью функции напряжений. Общие уравнения плоской задачи в полярных координатах. Напряжения в полуплоскости при действии сосредоточенной силы. Напряжения в полупространстве при действии нагрузки, равномерно распределённой вдоль прямой линии.</p> | 2 |
| 4 | Взаимодействие гидротехнических сооружений с грунтовой средой | <p>Боковое давление грунта на сооружения. Изменение давления грунта на сооружение при перемещении сооружения. Давление покоя, коэффициент бокового давления. Активное и пассивное давление грунта. Влияние показателей прочности грунта на величину бокового давления грунта. Реактивное давление.</p> | 1 |
| | | <p>Устойчивость гидротехнических сооружений, несущая способность оснований. Определение напряжений в основании плотины элементарным методом. Действительное распределение напряжений в основании. Разгрузка основания при устройстве котлована и её влияние. Несущая способность оснований гидросооружений. Устойчивость сооружений на плоский сдвиг. Понятие о глубинном сдвиге. Методы расчёта несущей способности нескальных оснований плотин.</p> | 1 |
| | | <p>Деформации оснований гидротехнических сооружений. Упрощённые методы расчёта осадок сооружений (метод эквивалентного слоя, послойного суммирования). Определение крена сооружения. Влияние деформаций основания на конструкции гидротехнических сооружений. Деформационные швы.</p> | 1 |
| | | <p>Устойчивость откосов грунтовых сооружений. Теоретические основы оценки устойчивости откосов грунтовых сооружений по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения. Условие равновесия. Гипотезы метода Терцаги. Расчётная формула для определения коэффициента устойчивости массива обрушения по методу Терцаги. Методика поиска наиболее опасной кривой поверхности скольжения с минимальным запасом устойчивости.</p> | 1 |
| 5 | Динамика гидротехнических сооружений | <p>Основные понятия динамики сооружений. Динамические задачи в строительстве и гидротехнике. Виды динамических нагрузок. Способы задания динамических нагрузок. Задачи динамических расчётов</p> | 1 |

| | | |
|--|--|---|
| | конструкций. Виды колебаний (собственные, вынужденные). Понятие об обобщённых силах инерции. Основное дифференциальное динамическое уравнение. Способы (методы) учёта динамических нагрузок. | |
| | Теория свободных колебаний. Свободные колебания системы с одной степенью свободы без учёта и с учётом затухания. Коэффициент демпфирования. Свободные колебания стержневых систем с конечным числом степеней свободы. Определение частот и форм собственных колебаний методом строительной механики. Ортогональность форм колебаний. Нормирование форм. | 1 |
| | Теория вынужденных колебаний. Колебания системы с одной степенью свободы при гармонической нагрузке. Коэффициент динамичности при гармонической нагрузке. Явление резонанса. Учёт затухания. Колебания систем с конечным числом степеней свободы при вибрационной нагрузке. Борьба с вибрациями. | 1 |
| | Квазистатический метод решения динамических задач. Квазистатический метод решения динамических задач. Расчётные схемы сооружений. Линейно-спектральный метод определения сейсмических сил. Приближённые способы определения периодов собственных колебаний сооружений. Учёт сейсмических сил при расчётах напряжений в сооружении. | 1 |

5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

5.3. Перечень практических занятий

Форма обучения - очная

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Тема и содержание занятия | Кол-во акад. часов |
|-------|---|--|--------------------|
| 1 | Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения | Сбор действующих нагрузок на бетонную плотину. Определение нагрузок на бетонную плотину от собственного веса, от гидростатического давления. Определение архимедовой силы. Приближённое определение фильтрационного противодействия. | 2 |
| 2 | Принципы оценка прочности сооружений | Напряжения и деформации в окрестностях точки тела. Определение главных напряжений и положения главных площадок. Построение кругов напряжений (Мора) при плоском и пространственном напряженном состояниях. Определение относительных линейных и угловых деформаций с помощью закона Гука. Определение главных линейных деформаций. | 2 |
| 3 | Напряжённо-деформированное состояние массивных сооружений | Статический расчёт плотины элементарным методом. Определение внутренних усилий в плотине от действующих нагрузок. Определение продольных нормальных напряжений по формуле внецентренного сжатия. Определение напряжений на гранях плотины. Построение | 2 |

| | | | |
|---|---|--|---|
| | | эпюр нормальных напряжений в поперечном направлении. Построение эпюр касательных напряжений. | |
| | | Статический расчёт бесконечного клина методом теории упругости. Расчётная схема плотины в виде бесконечного клина и её отличие от схемы работы реальной плотины. Нагружение клина. Понятие о функции напряжений. Её связь с осевыми и касательными напряжениями. Бигармоническое уравнение. Задание граничных условий. Задание вида функции напряжений. Получение вида функций распределения осевых и касательных напряжений. Определение коэффициентов функции напряжений из решения системы уравнений. Анализ различия распределения напряжений, полученного методом теории упругости и элементарным методом. | 2 |
| | | Расчёт напряжённо-деформированного состояния бетонной плотины на скальном основании методом конечных элементов. Теоретические основы метода конечных элементов. Разрешающая система уравнений МКЭ. Формирование сетки конечных элементов расчётной области "сооружение - основание". Формирование граничных условий. Задание нагрузок. Выполнение расчёта в упругой постановке с помощью программы "CRACK". Анализ напряжённого состояния плотины. Сравнение результатов расчёта численным методом с результатами, полученными элементарным методом. | 4 |
| | | Расчёт устойчивости откосов грунтового сооружения на ЭВМ. Разбивка расчётной области на отсеки. Выполнение расчёта. Анализ результатов. | 2 |
| 4 | Взаимодействие гидротехнических сооружений с грунтовой средой | Определение напряжений в основании гидросооружения. Расчёт усилий на контакте фундамента сооружения с основанием по элементарному методу. Распределение напряжений в основании. Расчёт контактных напряжений по методу теории упругости для разного вида усилий. Расчет балки на упругом основании применительно к конструкции неразрезного днища шлюза. | 2 |
| | | Несущая способность основания гидросооружения. Расчёт сооружения на плоский сдвиг. Выбор поверхности скольжения. Определение сдвигающих и удерживающих сил. Оценка запаса устойчивости. Расчёт устойчивости методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения. Выбор расчётной круглоцилиндрической поверхности скольжения. Определение опрокидывающих и удерживающих моментов. Анализ устойчивости. Расчёт методом Соколовского. Определение угла наклона равнодействующей вертикальных и горизонтальных сил. Расчёт по теории предельного равновесия. Определение положение поверхности скольжения и размеров призмы выпора. Определение несущей способности основания при глубинном и смешанном сдвигах | 2 |

| | | | |
|---|--------------------------------------|--|---|
| | | <p>Расчёт прочности элементов водосбросной плотины. Расчёт прочности верховой и низовой консолей фундаментной плиты. Расчётное сочетание нагрузок. Расчётная схема работы плиты, опёртой по трём сторонам. Расчётная схема по методу перекрёстных балок. Расчёт общей прочности секции плотины в продольном направлении. Расчёт прочности быков и полубыков. Расчётное сочетание нагрузок. Расчётная схема работы быка как плиты, заделанной в фундаментную плиту.</p> | 2 |
| | | <p>Расчёт деформаций основания гидросооружения. Расчёт осадок гидротехнического сооружения методом послойного суммирования при известном распределении напряжений в основании. Метод эквивалентного слоя. Расчёт крена сооружения.</p> | 2 |
| | | <p>Расчёт подпорных стен. Вывод формулы активного и пассивного давления грунта исходя из теории Кулона. Расчет бокового давления на жесткие подпорные сооружения. Учет гибкости сооружения при определении бокового давления. Расчёт сооружения типа “больверк”. Расчёт бокового давления. Определение глубины заделки. Определение внутренних усилий.</p> | 2 |
| | | <p>Расчёт устойчивости откосов грунтовых сооружений методом Терцаги. Вывод формулы коэффициента устойчивости грунтового массива обрушения, ограниченного круглоцилиндрической поверхностью скольжения (по способу Терцаги). Разбиение на массива обрушения на отсеки. Подсчёт моментов удерживающих и опрокидывающих сил.</p> | 2 |
| 5 | Динамика гидротехнических сооружений | <p>Определение форм собственных колебаний конструкции. Выбор расчётной схемы, определение количества степеней свободы. Составление системы канонических уравнений метода сил. Построение единичных и грузовых эпюр моментов, определение коэффициентов системы уравнений. Определение собственных чисел и периодов собственных колебаний. Определение усилий в дорезонансном и послерезонансном режимах.</p> | 2 |
| | | <p>Определение динамических нагрузок по линейно-спектральной теории. Выбор расчётной схемы для профиля плотины. Пересчёт периодов с плотины-аналога на расчётную. Определение коэффициента динамичности. Подсчёт весов элементов плотины и присоединённой массы воды. Расчёт коэффициентов формы. Определение сейсмических сил по формам колебаний по заданному ускорению основания.</p> | 2 |
| | | <p>Определение динамических нагрузок по линейно-спектральной теории. Выбор расчётной схемы для профиля плотины. Пересчёт периодов с плотины-аналога на расчётную. Определение коэффициента динамичности. Подсчёт весов элементов плотины и присоединённой массы воды. Расчёт коэффициентов формы. Определение сейсмических сил по формам колебаний по заданному ускорению основания.</p> | 2 |

5.4. *Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам*
Учебным планом групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам не предусмотрены.

5.5. *Самостоятельная работа*

Форма обучения - очная

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Содержание работы | Кол-во акад. часов |
|-------|---|---|--------------------|
| 1 | Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения | <i>Изучение материала лекционных и практических занятий с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i> | 2 |
| | | <i>Выполнение части курсовой работы «Расчёты прочности и устойчивости гидротехнических сооружений».</i> <ul style="list-style-type: none"> • назначение физико-механических характеристик грунтов основания; • сбор вертикальных и горизонтальных нагрузок на бетонную плотину; • сбор нагрузок на доковую конструкцию камеры шлюза | 6 |
| | | <i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i> Теория фильтрации. Методы решения фильтрационных задач. Фильтрационные деформации в грунтах. Нагрузки на гидротехнические сооружения ото льда.. Теории волн на воде. Нагрузки на гидротехнические сооружения от волн. | 2 |
| 2 | Принципы оценка прочности сооружений | <i>Изучение материала лекционных и практических занятий с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i> | 2 |
| | | <i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i> Сведения из тензорного анализа: тензоры в декартовом базисе, инварианты. Тензоры напряжений и деформаций. Упругий потенциал. Дополнительная работа деформации. Формула Кастильяно. Упругий потенциал для линейного материала. Теорема Клайперона. Вывод соотношений между деформациями и перемещениями. Частные случаи деформированного состояния. Потенциальная энергия деформаций. Недостатки теории Кулона-Мора. | 4 |
| 3 | Напряжённо-деформированное состояние массивных сооружений | <i>Изучение материала лекционных и практических занятий с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i> | 2 |
| | | <i>Выполнение расчётно-графической работы №1.</i> <ul style="list-style-type: none"> • Расчёт напряжений в теле массивной бетонной плотины элементарным методом. • Определение вертикальных нормальных напряжений в горизонтальных сечениях по формуле внецентренного сжатия. Построение эпюр вертикальных напряжений. • Подсчёт горизонтальных и главных нормальных напряжений на гранях плотины. Построение эпюр распределения горизонтальных напряжений. • Построение эпюр касательных напряжений. • Подсчёт и построение эпюр главных напряжений. | 6 |

| | | | |
|---|---|---|----|
| | | <p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i> Вариационные методы теории упругости. Вариационные принципы. Принцип Лагранжа, метод Ритца, метод Бубнова - Галеркина. Основные положения теории прочности и механики разрушения. Упругая и пластическая деформации; упругость, пластичность, ползучесть, вязкоупругость. Хрупкое и пластическое разрушение; разрушение при ползучести. Теория предельного состояния и математические модели механики разрушения. Теория дефектов строения материалов. Теория пластичности и ползучести. Экспериментальные и физические факты развития неупругих деформаций в металлах и твердых сплавах. Основные теоретические соотношения между напряжениями и деформациями за пределами упругости. Нелинейные проблемы механики твердого деформированного тела.</p> | 4 |
| 4 | Взаимодействие гидротехнических сооружений с грунтовой средой | <p><i>Изучение материала лекционных и практических занятий с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i></p> | 4 |
| | | <p><i>Выполнение части курсовой работы «Расчёты прочности и устойчивости гидротехнических сооружений».</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • расчёт устойчивости бетонной плотины на плоский сдвиг; • расчёт устойчивости бетонной плотины на глубинный сдвиг; • расчёт осадок и крена сооружения, • сбор нагрузок на доковую конструкцию камеры шлюза, • расчёт напряжений в основании доковой конструкции методом теории упругости, • расчёт устойчивости откоса грунтового сооружения методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения. | 10 |
| | | <p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i> Вариационные методы теории упругости. Вариационные принципы. Принцип Лагранжа, метод Ритца, метод Бубнова - Галеркина. Основные положения теории прочности и механики разрушения. Упругая и пластическая деформации; упругость, пластичность, ползучесть, вязкоупругость. Хрупкое и пластическое разрушение; разрушение при ползучести. Теория предельного состояния и математические модели механики разрушения. Теория дефектов строения материалов. Теория пластичности и ползучести. Экспериментальные и физические факты развития неупругих деформаций в металлах и твердых сплавах. Основные теоретические соотношения между напряжениями и деформациями за пределами упругости. Нелинейные проблемы механики твердого деформированного тела. Давление покоя, коэффициент бокового давления.. Влияние показателей прочности грунта на величину бокового давления грунта. Реактивное давление.</p> | 4 |

| | | | |
|---|--------------------------------------|--|---|
| | | <p>Действительное распределение напряжений в основании, с учётом жёсткости основания и сооружения.</p> <p>Несущая способность оснований гидросооружений. Устойчивость сооружений на плоский сдвиг. Понятие о глубинном сдвиге. Методы расчёта несущей способности нескальных оснований плотин. Метод ММ.Гришина.</p> <p>Расчёт контактных напряжений по методу теории упругости для разного вида усилий. Расчет балки на упругом основании применительно к конструкции неразрезного днища шлюза.</p> <p>Расчёт осадок гидротехнического сооружения методом послойного суммирования при известном распределении напряжений в основании. Метод эквивалентного слоя.</p> <p>Расчёт крена сооружения.</p> <p>Методы Бишопа, Крея, наклонных сил взаимодействия для расчёта устойчивости откосов грунтовых сооружений по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения.</p> <p>Оценка устойчивости откосов по ломаным поверхностям скольжения.</p> | |
| 5 | Динамика гидротехнических сооружений | <p><i>Изучение материала лекционных и практических занятий с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i></p> | 4 |
| | | <p><i>Выполнение расчётно-графической работы №2</i></p> <p>Выбор расчётной схемы для профиля плотины. Пересчёт периодов с плотины-аналога на расчётную. Определение коэффициента динамичности по линейно-спектральной методике.</p> <p>Подсчёт весов элементов плотины и присоединённой массы воды. Расчёт коэффициентов формы. Определение сейсмических сил по формам колебаний с помощью линейно-спектральной методике по заданному ускорению основания.</p> | 6 |
| | | <p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i></p> <p>Ударные нагрузки и их воздействие на материалы.</p> <p>Способы задания динамических нагрузок.</p> <p>Резонанс. Автоколебания сооружений.</p> <p>Теория колебаний линейных систем с конечным числом степеней свободы. Система динамических уравнений. Методы определения собственных частот. Резонансные режимы колебаний. Демпфирование колебаний, его роль в колебательном процессе.</p> <p>Численные методы исследования нелинейных колебаний.</p> <p>Основное динамическое уравнение в матричной форме. Методы его решения.</p> | 4 |

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Задачами самостоятельной работы студента по дисциплине является:

- расширение теоретических знаний студента по разделам дисциплины, изучаемым на лекционных занятиях,
- самостоятельное знакомство с некоторыми вопросами дисциплины,
- приобретение практических навыков и умений по проектированию гидротехнических сооружений,
- овладение методиками выполнения расчётов гидротехнических сооружений, приобретение навыков анализа их результатов.

Самостоятельная работа студента включает:

- самостоятельное изучение студентами разделов дисциплины с помощью специальной технической литературы и Интернет-ресурсов,
- выполнение студентом курсового проекта, подготовку к его защите,
- подготовку к мероприятиям текущего контроля (контрольная работа, опросы на лекциях),
- подготовку к промежуточной аттестации (зачёт) на основе лекционного материала, а также материала, изученного самостоятельно.

В качестве учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) рекомендуется использовать:

- для самостоятельного изучения разделов дисциплины и подготовки к мероприятиям контроля самостоятельной работы - учебную литературу, указанную в п.8 рабочей программы дисциплины,
- для выполнения курсового проекта - учебно-методическую литературу, указанную в п.8 рабочей программы дисциплины,
- в качестве вопросов для самопроверки – вопросы из фонда оценочных средств, указанные в п.7 рабочей программы дисциплины,

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| Код компетенции по ФГОС | Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения) | | | | | | |
|-------------------------|--|---|---|---|--|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| ПК-1 | | | + | | | | |
| ПК-3 | + | + | + | + | | | |
| ПК-2 | | + | | + | | | |

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

На примере очной формы обучения

| Код компетенции по ФГОС | Показатели освоения (Код показателя освоения) | Форма оценивания | | | | | | | | | Обеспеченность оценивания компетенции |
|-------------------------|---|------------------|---|---|---|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----|---------|---------------------------------------|
| | | Текущий контроль | | | | | | Промежуточная аттестация | | | |
| | | | | | | Расчетно-графическая работа №1 | Расчетно-графическая работа №2 | Защита курсовой работы/ проекта | | Экзамен | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ПК-1 | 31.1 | | | | | | | + | | + | + |
| | У1.1 | | | | | | | + | | + | + |
| ПК-2, | 32.1 | | | | | + | + | + | | + | + |
| | 32.2 | | | | | + | | + | | + | + |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|--|--|--|---|---|---|---|---|---|
| ПК-4 | 32.3 | | | | | + | | | | + | + |
| | 32.4 | | | | | + | | + | | + | + |
| | 32.5 | | | | | | | + | | + | + |
| | У2.1 | | | | | + | | + | | + | + |
| | У2.2 | | | | | + | | | | + | + |
| | У2.3 | | | | | + | + | | | + | + |
| | У2.4 | | | | | + | | + | | + | + |
| | У2.5 | | | | | | | + | | + | + |
| | У2.6 | | | | | | | + | | + | + |
| | Н2.1 | | | | | | | | + | + | + |
| | Н2.2 | | | | | | + | | + | + | + |
| | Н2.3 | | | | | | | + | | + | + |
| | Н2.4 | | | | | | | | + | + | + |
| | | Н2.5 | | | | | + | | | | + |
| ПК-14 | 33.1 | | | | | + | + | | | + | + |
| | 33.2 | | | | | + | + | | | + | + |
| | 33.3 | | | | | + | + | | | + | + |
| | У3.1 | | | | | + | + | | | + | + |
| | У3.2 | | | | | + | + | | | + | + |
| | У3.3 | | | | | + | + | | | + | + |
| | Н3.1 | | | | | + | + | | | + | + |
| | Н3.2 | | | | | + | + | | | + | + |
| | | | | | | + | + | | | + | + |

7.2.2. *Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Экзамена/Дифференцированного зачета*

Оценка осуществляется по нескольким критериям, каждый из которых оценивается отдельно. Итоговая оценка устанавливается экзаменатором интегрально по всем критериям.

| Код показателя оценивания | Оценка | | | |
|--|--|--|---|--|
| | «2» (неудовлетв.) | Пороговый уровень освоения | Углубленный уровень освоения | Продвинутый уровень освоения |
| | | «3» (удовлетвор.) | «4» (хорошо) | «5» (отлично) |
| 31.1 32.1 32.2 32.3 32.4 32.5 33.1 33.2 33.3 | не знает терминов и определений | знает термины и определения, но допускает неточности формулировок | знает термины и определения | знает термины и определения, может сформулировать их самостоятельно |
| | не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен самостоятельно получить их и использовать |
| | не знает значительной части материала дисциплины, | знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей | знает материал дисциплины в запланированном объеме | обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями |

| | | | | |
|--|--|---|---|---|
| | не понимает сути материала дисциплины | не вникает в суть материала дисциплины | понимает суть материала дисциплины | обладает глубоким пониманием материала дисциплины, |
| | допускает грубые ошибки при изложении и интерпретации знаний | допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала, неточности в изложении и интерпретации знаний | грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос | логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать выводы |
| | не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы | испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике, при ответе на некоторые вопросы | правильно применяет знания при ответе на вопросы в рамках запланированного объёма | способен ответить как на обычные вопросы, так и на вопросы повышенной сложности, выходящие за запланированный объём |
| У1.1 У2.1 У2.2 У2.3 У2.4 У2.5 У2.6 У3.1 У3.2 У3.3 | не умеет решать практические задачи, выполнять поставленные задания | умеет решать практические задачи, но не всех типов | умеет решать практические задачи, предусмотренные программой дисциплины | умеет решать практические задачи повышенной сложности, не предусмотренные программой дисциплины |
| | не понимает сути методики решения задач | не полно понимает суть методики решения задач, способен решать задачи только по заданному алгоритму | умеет решать практические задачи, основываясь на теоретической базе материала дисциплины | умеет применять теоретическую базу дисциплины при решении практических задач, предлагать собственный метод решения |
| | допускает грубые ошибки при решении задач, нарушающие логику решения | допускает ошибки при решении задач, нарушения логики решения задач | допускает некоторые ошибки при решении задач, не нарушающие логику решения | не допускает значимых ошибок при решении задач, правильно обосновывает принятое решение |
| | не может обосновать выбор метода решения задач, не осознаёт связи теории с практикой | испытывает затруднения в применении теории при решении задач, при обосновании выбора хода решения | грамотно обосновывает ход решения задач, делает выводы | грамотно обосновывает ход решения задач, способен самостоятельно анализировать и делать выводы |
| Н2.1 Н2.2 Н2.3 Н2.4 Н2.5 Н3.1 Н3.2 | не обладает необходимыми знаниями и умениями | обладает необходимыми знаниями и умениями на пороговом уровне освоения | обладает необходимыми знаниями и умениями на углублённом уровне освоения | обладает необходимыми знаниями и умениями на углублённом уровне освоения |
| | не обладает навыками выполнения поставленных задач | испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач | испытывает затруднения при выполнении некоторых поставленных задач | не испытывает трудности при выполнении поставленных задач |
| | не выполняет трудовые действия | выполняет трудовые действия медленно и | выполняет трудовые действия на среднем | выполняет трудовые действия быстро и |

| | | | | |
|--|--|---------------|-------------------------------|-------------|
| | | некачественно | уровне по скорости и качеству | качественно |
|--|--|---------------|-------------------------------|-------------|

7.2.3. *Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Защиты курсовой работы/проекта*

Оценка осуществляется по нескольким критериям, каждый из которых оценивается отдельно. Итоговая оценка устанавливается преподавателем интегрально по всем критериям.

| Код показателя оценивания | Оценка | | | |
|--|--|--|--|--|
| | «2» (неудовлетв.) | Пороговый уровень освоения | Углубленный уровень освоения | Продвинутый уровень освоения |
| | | «3» (удовлетвор.) | «4» (хорошо) | «5» (отлично) |
| 31.1 32.1 32.2 32.3 32.4 32.5 33.1 33.2 33.3 | не знает основные принципы и нормы проектирования | знает основные принципы и нормы проектирования, но не знает их детали | знает принципы и нормы проектирования на достаточном уровне | обладает глубокими знаниями принципов и норм проектирования |
| | не может обосновать проектные решения | может объяснить проектные решения в целом, но в деталях | может обосновать принятые проектные решения | может обосновать принятые проектные решения, анализировать их преимущества и недостатки, предложить более совершенные проектные решения |
| | не знает формул и зависимостей, лежащих в основе расчётного обоснования | не знает основные формулы и зависимости, лежащих в основе расчётного обоснования | знает основные формулы и зависимости, лежащих в основе расчётного обоснования, способен их интерпретировать и использовать | знает основные формулы и зависимости, лежащих в основе расчётного обоснования, способен самостоятельно получить их получить и использовать |
| | не может ответить на простые вопросы, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы | испытывает затруднения при ответе на вопросы, отвечает на вопросы в целом верно, но допускает ошибки | грамотно и по существу отвечает на вопросы, не допуская существенных неточностей | способен ответить как на обычные вопросы, так и на вопросы повышенной сложности, выходящие за запланированный объём |
| У1.1 У2.1 У2.2 У2.3 У2.4 У2.5 У2.6 У3.1 У3.2 У3.3 | не выполнил все проектные задания | выполнил все проектные задания в минимальном объёме | выполнил все проектные задания в полном объёме | детально проработал проектное решение, а также выполнил дополнительные задания |
| | принял неверные проектные решения | принял в целом верные проектные решения, но допустил ошибки в деталях | принял верные проектные решения, но допустил неточности | принял верные проектные решения |
| | | применил заимствованное проектное решение, не эффективное для данных условий | применил эффективное решение для данных условий | разработал эффективное проектное решение, разработал новые проектные решения |

| | | | | |
|--|---|--|--|---|
| | не может обосновать выбор проектного решения | испытывает затруднения в обосновании выбора проектного решения | грамотно обосновывает выбор проектного решения | грамотно обосновывает выбор проектного решения, осознаёт его преимущества и недостатки, способен предложить более совершенное решение |
| | не выполнил расчётное обоснование в заданном объёме | выполнил расчётное обоснование в минимальном объёме | выполнил расчётное обоснование в полном объёме | выполнил полное расчётное обоснование, а также выполнил дополнительные расчёты |
| | допустил грубые ошибки в расчётах, делающие ничтожным расчётное обоснование | допустил ошибки в расчётах, не исключают верность проектного решения в целом | выполнил расчётное обоснование с незначительными неточностями | выполнил расчётное обоснование без ошибок и неточностей |
| | не может объяснить методику расчётного обоснования | испытывает затруднения в объяснении методики расчётного обоснования | грамотно обосновывает методику и ход расчётного обоснования | грамотно обосновывает ход методики и ход расчётного обоснования, способен самостоятельно анализировать и делать выводы |
| | допустил грубые ошибки при оформлении графической документации | аккуратно выполнил графическую документацию, но в минимальном объёме и погрешностями | аккуратно выполнил графическую документацию в полном объёме, но с неточностями | аккуратно выполнил графическую документацию в полном объёме, без ошибок и погрешностей |
| | небрежно выполнил пояснительную записку, с нарушением правил оформления | аккуратно выполнил пояснительную записку, но с ошибками в оформлении | аккуратно выполнил пояснительную записку, но с погрешностями в оформлении | аккуратно выполнил пояснительную записку, без ошибок и погрешностей в оформлении |
| Н2.1 Н2.2 Н2.3 Н2.4 Н2.5 Н3.1 Н3.2 | не обладает необходимыми знаниями и умениями | обладает необходимыми знаниями и умениями на пороговом уровне освоения | обладает необходимыми знаниями и умениями на углублённом уровне освоения | обладает необходимыми знаниями и умениями на углублённом уровне освоения |
| | не продемонстрировал навыки выполнения поставленных задач | испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач выполняет трудовые действия медленно и некачественно | испытывает затруднения при выполнении некоторых поставленных задач выполняет трудовые действия на среднем уровне по скорости и качеству | не испытывает трудности при выполнении поставленных задач выполняет трудовые действия быстро и качественно |

7.2.4. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета

Оценка осуществляется по нескольким критериям, каждый из которых оценивается отдельно. Итоговая оценка устанавливается преподавателем интегрально по всем критериям.

| Код показателя | Оценка | |
|----------------|------------|---------|
| | Не зачтено | Зачтено |

| оценивания | | |
|------------|--|--|
| 31.1 | не знает терминов и определений | знает термины и определения |
| 32.1 | не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний |
| 32.2 | | |
| 32.3 | не знает значительной части материала дисциплины, | в целом освоил материал дисциплины |
| 32.4 | | |
| 32.5 | не понимает сути материала дисциплины | понимает суть материала дисциплины |
| 33.1 | допускает грубые ошибки при изложении и интерпретации знаний | может излагать и интерпретировать материал дисциплины |
| 33.2 | | |
| 33.3 | не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы | применяет знания при ответе на вопросы |
| У1.1 | не умеет решать практические задачи, выполнять поставленные задания | умеет решать практические задачи, выполнять поставленные задания |
| У2.1, У2.2 | не понимает сути методики решения задач | понимает суть методики решения задач |
| У2.3, У2.4 | | |
| У2.5, У2.6 | допускает грубые ошибки при решении задач, нарушающие логику решения | не допускает грубых ошибок при решении задач, нарушений логики решения задач |
| У3.1, У3.2 | не может обосновать выбор метода решения задач, не осознаёт связи теории с практикой | обосновывает выбор метода решения задач |
| У3.3 | | |
| Н2.1, Н2.2 | не обладает необходимыми знаниями и умениями | обладает необходимыми знаниями и умениями |
| Н2.3, Н2.4 | не обладает навыками выполнения поставленных задач | обладает навыками выполнения поставленных задач |
| Н2.5 | | |
| Н3.1, Н3.2 | не выполняет трудовые действия | выполняет трудовые действия качественно и не медленно |

7.3. *Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

7.3.1. Текущий контроль

Примеры оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации: контролируется посещение лекций и практических занятий, выполнение, защита расчетно-графических и лабораторных работ.

Расчётно-графические работы:

РГР № 1. Расчёт напряжённого состояния массивной бетонной плотины элементарным методом.

РГР № 2. Расчёт сейсмических нагрузок на бетонную плотину по линейно-спектральной методике.

РГР № 3. Расчёты прочности и устойчивости гидротехнических сооружений

Последовательность выполнения расчетно-графических работ.

Расчетно-графические работы выдаются преподавателями, проводящими практические и лабораторные занятия в группах, индивидуально каждому студенту.

– Прорабатывается учебный материал по теме расчетно-графической работы по конспекту лекций и практических занятий, а также по учебнику, учебному пособию и методическим указаниям.

– Решаются задачи, входящие в расчетно-графическую работу.

– Проводятся консультации с преподавателем, ведущим практические занятия в группе (1-2 консультации на расчетно-графическую работу). Консультации проводятся во внеаудиторное время в соответствии с имеющимся на кафедре графиком.

– Исправляются ошибки (если они имеются), указанные преподавателем во время консультаций.

– Оформляется расчетно-графическая работа, в виде пояснительной записки, содержащей расчетный и графический материал. Работа аккуратно выполняется от руки или в виде компьютерного набора на листах формата А4, скрепляется степлером с титульным листом.

- Преподаватель подписывает выполненную работу с указанием даты, после чего обучающийся защищает расчетно-графическую работу.

Защита расчетно-графической работы.

Выбор формы приема расчетно-графических работ предоставлен преподавателю, проводящему практические занятия. Защита заключается в опросе преподавателем студента по методике выполненных им расчётам, а также по анализу полученных результатов. В некоторых случаях преподаватель может предложить студенту решить несложную задачу в его присутствии.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в ФГБОУ ВПО «МГСУ».

Промежуточная аттестация проводится в виде зачёта и защиты курсового проекта.

Выполнение курсовой работы “Расчёты прочности и устойчивости гидротехнических сооружений”

Цель курсовой работы – приобретение у студента практических навыков расчётов прочности и устойчивости гидротехнических сооружений, включая сбор нагрузок.

В курсовой работе решаются следующие вопросы :

- Назначение физико-механических характеристик грунтов основания;
- сбор вертикальных и горизонтальных нагрузок на бетонные сооружения (водосливную плотину и подпорную стену);
- определение напряжений под подошвой бетонной плотины;
- расчёт устойчивости бетонной плотины на плоский сдвиг;
- расчёт устойчивости бетонной плотины на глубинный сдвиг;
- расчёт осадок основания и крена бетонной плотины,
- расчёт напряжений под доковой конструкцией камеры шлюза по методу теории упругости,
- расчёт устойчивости откоса грунтовой плотины по методу круглоцилиндрических поверхностей скольжения.

Требования к оформлению курсовой работы.

Курсовая работа представляет пояснительную записку. Пояснительная записка имеет объём 15-20 страниц машинописного текста формата А4. В пояснительной записке приводятся описание методики расчётов, расчётные схемы, вычисления.

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Виды нагрузок на гидротехнические сооружения. Их сочетания.
2. Анализ напряжённого состояния в точке по кругам Мора.
3. Теория прочности при чистом сдвиге. Круги Мора.
4. Условие прочности Кулона-Мора. Напряжения на площадке скольжения.
5. Теории прочности максимальных нормальных напряжений и максимальных линейных деформаций.
6. Принципы статического расчёта плотины элементарным методом. Расчётная схема.

7. Построение изостат главных напряжений и их траекторий.
8. Полная система уравнений теории упругости и её анализ.
9. Постановка граничных условий в напряжениях и перемещениях.
10. Постановка плоской задачи теории упругости в напряжениях.
11. Расчёт напряжений в бесконечном клине от собственного веса и распределённой треугольной нагрузки с помощью функции напряжений.
12. Изменение давления грунта на сооружение в зависимости от перемещения последнего. Понятие активного и пассивного давления грунта.
13. Расчёт напряжений на контакте сооружения с основанием методом сопротивления материалов.
14. Влияние жёсткости основания на распределение напряжений под подошвой сооружения.
15. Условие устойчивости сооружения на сдвиг по плоской поверхности скольжения.
16. Понятие несущей способности основания бетонного сооружения. Потеря устойчивости сооружения при глубинном сдвиге.
17. Принципы расчёта осадки основания сооружения методом послойного сооружения.
18. Условие устойчивости откоса по методу круглоцилиндрической поверхности скольжения.
19. Гипотезы и формула способа Терцаги для расчёта коэффициента устойчивости откоса по методу круглоцилиндрической поверхности скольжения.
20. Виды динамических нагрузок. Задачи динамических расчётов конструкций.
21. Виды колебаний (собственные, вынужденные). Понятие об обобщённых силах инерции.
22. Основное дифференциальное динамическое уравнение.
23. Свободные колебания системы с одной степенью свободы без учёта и с учётом затухания. Коэффициент демпфирования.
24. Свободные колебания стержневых систем с конечным числом степеней свободы. Определение частот и форм собственных колебаний методом строительной механики.
25. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при гармонической нагрузке.
26. Коэффициент динамичности при гармонической нагрузке. Явление резонанса, роль затухания.
27. Колебания систем с конечным числом степеней свободы при вибрационной нагрузке. Квазистатический метод решения динамических задач. Расчётные схемы сооружений. Линейно-спектральный метод определения сейсмических сил, его теоретическая основа.
28. Учёт сейсмических сил при расчётах напряжений в сооружении.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО НИУ МГСУ.

- Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине, или преподавателями, ведущими практические и лабораторные занятия (кроме устного экзамена). Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не

допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре (структурному подразделению).

- Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

- Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя справочной и нормативной литературой, калькуляторами.

- Время подготовки ответа при сдаче зачета/экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

- При подготовке к устному экзамену экзаменуемый, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем (по окончании экзамена) сдается экзаменатору.

- При проведении устного экзамена экзаменационный билет выбирает сам экзаменуемый в случайном порядке.

- Экзаменатору предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.

- Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения. При проведении письменных аттестационных испытаний или компьютерного тестирования – в день их проведения или не позднее следующего рабочего дня после их проведения.

- Результаты выполнения аттестационных испытаний, проводимых в письменной форме, форме итоговой контрольной работы или компьютерного тестирования, должны быть объявлены обучающимся и выставлены в зачётные книжки не позднее следующего рабочего дня после их проведения.

- Оценка по курсовой работе (курсовому проекту) выставляется на основании результатов защиты на комиссии обучающимся курсовой работы (проекта) при непосредственном участии преподавателей кафедры (структурного подразделения), руководителя курсовой работы (проекта), с возможным присутствием других обучающихся из учебной группы. Одной из форм защиты может быть презентация курсовой работы (проекта). Результаты защиты (оценка) вносятся в аттестационную ведомость курсовой работы (проекта) с указанием темы курсовой работы (проекта), а также в зачетную книжку в раздел «Курсовые проекты (работы)».

Процедура защиты курсовой работы (проекта) определена Положением о курсовых работах (проектах) ФГБОУ ВО НИУ МГСУ.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

| № п/п | Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц | Количество экземпляров печатных изданий | Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль) |
|-----------------------------|--|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <i>Основная литература:</i> | | | | |

| НТБ МГСУ | | | | |
|-----------------------------------|--|---|--|----|
| 1 | Прочность и устойчивость гидросооружений | Гидротехнические сооружения (речные): учебник для вузов: в 2 ч./Л.Н. Рассказов и др.-М.: Изд-во АСВ, 2011. Ч. 1. - 581 с. | 22 | 75 |
| 2 | Прочность и устойчивость гидросооружений | Гидротехнические сооружения (речные): учебник для вузов: в 2 ч./Л.Н. Рассказов и др.-М.: Изд-во АСВ, 2011. Ч. 2. - 533 с. | 22 | 75 |
| 3 | Прочность и устойчивость гидросооружений | Примеры расчетов по гидравлике: учебное пособие для студентов строительных специальностей высших учебных заведений / Под ред. А. Д. Альтшуля ; [А. Д. Альтшуль [и др.]. - Репринтное воспроизведение издания 1976 г. - Москва : Альянс, 2013. - 255 с. | 50 | 75 |
| ЭБС АСВ | | | | |
| 1 | Прочность и устойчивость гидросооружений | Фильтрация воды в гидротехнических сооружениях. Часть 1 [Электронный ресурс]: методические указания/ — Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 22 с.— | Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16071 .— ЭБС «IPRbooks», по паролю | 75 |
| 2 | Прочность и устойчивость гидросооружений | Корнилов А.М. Расчет основания напорного гидротехнического сооружения [Электронный ресурс]: методическое пособие к выполнению курсовой работы по механике грунтов, основаниям и фундаментам/ Корнилов А.М., Гусева Е.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010.— 74 с.— | Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16994 .— ЭБС «IPRbooks», по паролю | 75 |
| 3 | Прочность и устойчивость гидросооружений | Соболь И.С. Проектирование плотины из грунтовых материалов [Электронный ресурс]: методические указания для выполнения курсовых проектов/ Соболь И.С., Ежков А.Н., Горохов Е.Н.— Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2010.— 91 с.— | Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16047 .— ЭБС «IPRbooks», по паролю | 75 |
| <i>Дополнительная литература:</i> | | | | |
| НТБ МГСУ | | | | |
| 1 | Прочность и устойчивость гидросооружений | Гидротехнические сооружения. Под ред. М.М.Гришина, –М.: Высшая школа, 1979, ч.1 и 2. | 5 | 75 |
| 2 | Прочность и устойчивость гидросооружений | Слиссский С.М. Гидравлические расчеты высоконапорных гидротехнических сооружений. – М.: Энергоатомиздат, 1986 | 109 | 75 |

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

| Наименование ресурса сети «Интернет» | Электронный адрес ресурса |
|--------------------------------------|---------------------------|
|--------------------------------------|---------------------------|

| | |
|---|---|
| «Российское образование» - федеральный портал | http://www.edu.ru/index.php |
| Научная электронная библиотека | http://elibrary.ru/defaultx.asp? |
| Электронная библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Федеральная университетская компьютерная сеть России | http://www.runnet.ru/ |
| Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" | http://window.edu.ru/ |
| Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ» | http://www.vestnikmgsu.ru/ |
| Научно-техническая библиотека МГСУ | http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/ |
| раздел «Кафедры» на официальном сайте МГСУ | http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/ |

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студенту рекомендуется организовывать и планировать свою самостоятельную работу в соответствии с п.5.5 рабочей программы дисциплины.

При самоподготовке по материалам дисциплины студенту рекомендуется использовать следующие приёмы:

1. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, конспект лекции. Необходимо после каждой лекции знакомиться с изложением материала лекции в литературе;

2. Ознакомление с основополагающими терминами и понятиями, требующихся для запоминания, с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в специальный конспект (тетрадь). Сопоставление разных толкований между собой;

3. Написание конспекта лекций, в котором в краткой, схематичной форме фиксировать наиболее важные положения и законы дисциплины, ключевые слова, термины и определения, выделять выводы и обобщения, помечать важные мысли;

4. Самостоятельное повторное решение практических задач, рассмотренных на занятиях и в учебной литературой, с последующей сверкой самостоятельного и эталонного решения;

5. Осуществление подготовки к мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по вопросам, указанным в рабочей программе дисциплины, фонде оценочных средств, ведение тетради ответов на вопросы;

6. Выделение круга вопросов, который вызывает трудности, с последующим их разрешением либо с помощью рекомендуемой литературы, либо с помощью консультации у преподавателя.

7. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам.

При работе над курсовым проектом (работой) рекомендуется осуществлять следующим образом:

1. Вести работу над курсовым проектом (работой) в соответствии с методическими указаниями.

2. Плановое выполнять курсовой проект (работу) в соответствии с планом-графиком, поэтапно, по мере объяснения на практических занятиях;

3. Вести постоянные консультации с руководителем курсового проекта (работы) по мере выполнения разделов и частей курсового проекта;

4. Ознакамливаться с объектами-аналогами тех сооружений, которые рассматриваются в курсовом проекте (работе).

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Тема | Информационные технологии | Степень обеспеченности (%) |
|-------|---|---|--|----------------------------|
| 1 | Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения | Выполнение курсовой работы “Расчёты прочности и устойчивости гидротехнических сооружений” | Консультации посредством электронной почты | 100 |
| 3 | Напряжённо-деформированное состояние массивных сооружений | Выполнение курсовой работы “Расчёты прочности и устойчивости гидротехнических сооружений” | Консультации посредством электронной почты | 100 |
| 4 | Взаимодействие гидротехнических сооружений с грунтовой средой | Выполнение курсовой работы “Расчёты прочности и устойчивости гидротехнических сооружений” | Консультации посредством электронной почты | 100 |

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

| № | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Тема | Наименование программного обеспечения | Тип лицензии |
|---|---|---|---------------------------------------|---|
| 1 | Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения | Выполнение курсовой работы “Расчёты прочности и устойчивости гидротехнических сооружений” | Autodesk AutoCAD Microsoft Office | Учебная бесплатная версия Open License |
| 3 | Напряжённо-деформированное состояние массивных сооружений | Выполнение курсовой работы “Расчёты прочности и | Autodesk AutoCAD Microsoft Office | Учебная бесплатная версия Open License |

| | | | | |
|---|---|---|--------------------------------------|---|
| | | устойчивости гидротехнических сооружений” | | |
| 4 | Взаимодействие гидротехнических сооружений с грунтовой средой | Выполнение курсовой работы “Расчёты прочности и устойчивости гидротехнических сооружений” | Autodesk AutoCAD Microsoft Office | Учебная бесплатная версия Open License |

11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

| Наименование ИБС | Электронный адрес ресурса |
|---|---|
| Научная электронная библиотека | http://elibrary.ru/defaultx.asp? |
| Электронная библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Научно-техническая библиотека МГСУ | http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/ |

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Учебные занятия по дисциплине «Прочность и устойчивость гидросооружений» проводятся в следующих оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением:

| № п/п | Вид учебного занятия | Наименование оборудования | № и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий |
|-------|----------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Лекции | Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования | Аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда |
| 2 | Практические занятия | Мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования | Аудитории / аудитория для проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда |
| | | Системный блок Kraftway Credo KC41 – 15 шт., Компьютер тип № 3/Dell с монитором 21,5”HP, Ноутбук Notebook HP”/тип № 4, Принтер тип № 4/ HP Color LJ CP 5225dn, ИБП тип 1APS 900 для компьютера | УЛБ, 502г |

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и с учетом рекомендаций примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата).