

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.ДВ.1.1	Речные гидроузлы и гидроэлектростанции

Код направления подготовки / специальности	08.04.01
Направление подготовки / специальность	Строительство
Наименование ОПОП (профиль / магистерская программа / программа аспирантуры)	Гидротехническое строительство
Год начала подготовки	2014, 2015
Уровень образования	очная
Форма обучения	магистратура

Разработчики:

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
доцент	к.т.н., доцент		Саинов М.П.
профессор	к.т.н., доцент		Бестужева А.С.

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

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

Рабочая программа утверждена и согласована:

Подразделение / комиссия	Должность	ФИО	подпись	Дата
Методическая комиссия	пред. МК	Бестужева А.С.		
НТБ	Директор	Ерофеева О.Р.		
ЦОСП				

г. Москва
2015 г.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Речные гидроузлы и гидроэлектростанции» является приобретение обучающимися системы знаний о речных гидротехнических сооружениях различных типов, включая сооружения гидроэлектростанций, об оборудовании гидросооружений и гидроэлектростанций, а также приобретение способности проектировать эти сооружения, навыков подбора гидроэнергетического и гидромеханического оборудования.

Задачи дисциплины:

- изучение грунтовых и бетонных водоподпорных сооружений, освоение методов их проектирования и расчёта,
- изучение фильтрационного, температурного и статического режима работы речных гидротехнических сооружений,
- изучение теории сейсмостойкости гидротехнических сооружений,
- знакомство с научными проблемами проектирования и расчёта водоподпорных, водопропускных сооружений, а также сооружений гидроэлектростанций.

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
способностью демонстрировать знания фундаментальных и прикладных дисциплин программы магистратуры	ОПК-4	Знает устройство и теорию работы речных гидротехнических сооружений	31.1
		Знает природу нагрузок и воздействий на речные гидротехнические сооружения, теоретические основы фундаментальных и прикладных науки, позволяющие определять нагрузки и воздействия на речные гидротехнические сооружения	31.2
способностью использовать углубленные теоретические и практические знания, часть которых находится на передовом рубеже данной науки	ОПК-5	Знает теорию проектирования речных гидротехнических сооружений	31.3
		Знает теорию работы гидравлических машин и другого оборудования гидроэлектростанций	31.4
способностью осознать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов	ОПК-9	Знает основные научные задачи и проблемы проектирования и эксплуатации речных гидротехнических сооружений различных типов, а также сооружений гидроэлектростанций.	32.1
		Знает отечественный и зарубежный опыт проектирования, строительства, ремонта и эксплуатации речных гидротехнических сооружений, гидроэлектростанций, направления дальнейшего совершенствования конструкций речных гидротехнических сооружений, развития гидротехники и гидроэнергетики	32.2
		Умеет анализировать проектные и технологические решения речных гидротехнических сооружений,	У2.1

Компетенция по ФГОС	Код Компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
		гидроэлектростанций с учётом отечественного и зарубежного опыта в гидротехнике и гидроэнергетике	
способностью проводить изыскания по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов, определению исходных данных для проектирования и расчетного обоснования и мониторинга объектов, патентные исследования, готовить задания на проектирование	ПК-1	Умеет анализировать условия работы гидротехнических сооружений и решать задачи по определению нагрузок и воздействий на речные гидротехнические сооружения	Н2.1 У3.1
обладанием знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчетного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	ПК-3	Знает нормативную базу проектирования речных гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций	34.1
способностью вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	ПК-4	Знает методы ведения расчётного обоснования конструкций речных гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций, в том числе с применением вычислительных программ на ЭВМ	34.2
способностью вести техническую экспертизу проектов объектов строительства	ПК-18	Умеет использовать системы автоматизированного проектирования для разработки проектов гидротехнических сооружений,	У4.1
		Умеет разрабатывать рациональные и эффективные проектные решения речных гидротехнических сооружений, а также их комплексов на основе знания теории их работы	У4.2
		Умеет пользоваться нормативной базой проектирования речных гидротехнических сооружений в профессиональной деятельности	У4.3
		Умеет решать задачи по подбору оборудования для речных гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций	У4.4
		Умеет выполнять расчётное обоснование конструкций основных видов гидротехнических сооружений с применением программно-вычислительных комплексов	У4.5
		Имеет навыки разработки проектов речных гидротехнических сооружений	Н4.1

Компетенция по ФГОС	Код Компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
		Имеет навыки подбора и конструирования оборудования речных гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций	Н4.2
		Имеет навыки расчётного обоснования конструкций речных гидротехнических сооружений, сооружений гидроэлектростанций с применением программно-вычислительных комплексов	Н4.3
		Имеет навыки применения систем автоматизированного проектирования для разработки проектов гидротехнических сооружений	Н4.4
способностью разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности	ПК-7	Знает теоретические основы и возможности физического и математического моделирования для решения задач гидротехнического строительства	35.1
		Умеет путём физического и математического моделирования решать задач профессиональной деятельности в гидротехническом строительстве, в т.ч. с использованием вычислительных программ и средств автоматизированного проектирования	У5.1
		Имеет навыки использования математического моделирования с применением вычислительных программ для решения инженерных задач в области гидротехнического строительства	Н5.1

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

Дисциплина «Речные гидроузлы и гидроэлектростанции» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» (уровень магистратуры), магистерская программа «Гидротехническое строительство». Дисциплина является дисциплиной по выбору.

Дисциплина «Речные гидроузлы и гидроэлектростанции» базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных студентами в процессе изучения следующих дисциплин:

- «Методы решения научно-технических задач в строительстве»,
- «Прикладные задачи механики в гидротехнике»,
- «Планирование эксперимента и оптимизация гидротехнических сооружений».

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам студентов:

Для освоения дисциплины «Речные гидроузлы и гидроэлектростанции» студент должен:

Знать:

- основы высшей математики (дифференциальное и интегральное исчисление),
- основные физические законы,
- основы гидравлики, в т.ч. гидравлики гидротехнических сооружений,
- основы геологии и гидрогеологии,

- основы гидрологии,
- методы и правила начертательной геометрии и строительного черчения,
- теоретические основы и основные методы механики твёрдого деформируемого тела,
- виды строительных материалов, их физико-механические свойства и технологию изготовления,
- основы проектирования строительных конструкций,
- виды грунтов и их физико-механические свойства,
- основы механики грунтов,
- основы проектирования фундаментов сооружений,
- основы экономики строительства,
- основы технологии строительного производства,
- назначение, устройство и принципы работы гидротехнических сооружений различных видов, включая сооружения гидроэлектростанций,
- основы теории оптимизации технических решений,

Уметь:

- использовать математический аппарат при решении профессиональных задач,
- читать геологическую, строительную графику, оформлять строительные чертежи,
- решать простейшие задачи гидрогеологии,
- анализировать гидрологический режим водных объектов,
- конструировать строительные конструкции, обосновывая их расчётами,
- выполнять гидравлические расчеты элементов гидротехнических сооружений, водоводов, естественных русел,
- решать задачи механики твёрдого деформируемого тела,
- решать задачи механики грунтов, вести расчёты несущей способности оснований сооружений,

Иметь навыки:

- оформления строительных чертежей,
- выполнения гидравлических и фильтрационных расчётов,
- решения задач механики грунтов,
- конструирования строительных конструкций,
- определять стоимостные показатели строительства,
- расчётов строительных конструкций на прочность, устойчивость и деформации,
- проектирования и расчётного обоснования конструкций гидротехнических сооружений.

Дисциплины и практики, для которых дисциплина «Речные гидроузлы и гидроэлектростанции» является предшествующей:

- «Строительство речных и подземных гидротехнических сооружений»,
- «Научно-исследовательская работа»,
- «Педагогическая практика»,
- «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 15 зачетных единиц 540 акад. 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						
				Лекции	Практико-ориентированные занятия			КСР		
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР			
1	Бетонные плотины	2		6		8			50	Устный опрос
2	Грунтовые плотины	2		6		8			50	Устный опрос
3	Водопропускные сооружения	2		7		12			50	Устный опрос
4	Гидроэлектростанции и гидромашин			6		12			58	Устный опрос
5	Комплексные гидроузлы	2		2		2			10	Устный опрос
	Итого за 2 семестр	2		28		42		36	218	Зачёт, курсовой проект
6	Фильтрационный и температурный режимы сооружений.	3		4		7			15	Устный опрос
7	Напряжённо-деформированное состояние плотин при статических нагрузках	3		6		6			20	Устный опрос
8	Сейсмостойкость плотин	3		5		4			20	Устный опрос
9	Вопросы проектирования грунтовых плотин	3				6			15	Устный опрос
10	Научные проблемы проектирования водосбросов	3		4		4			20	Устный опрос
11	Научные проблемы проектирования гидроэлектростанций	3		5		9			30	Устный опрос
	Итого за 3 семестр	3		24		36		36	120	Экзамен, курсовая работа
	Итого:			52		78		72	338	

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	Бетонные плотины	Гравитационные плотины. Профиль гравитационных плотин. Напряжённое состояние и устойчивость гравитационных плотин. Пути удешевления (облегчения) гравитационных плотин. Особенности конструкций плотины из укатанного малоцементного бетона. Конструкции плотины с расширенными швами и плотин, заанкеренных в скальное основание. Преимущества, недостатки и область применения гравитационных плотин.	2
		Контрфорсные плотины. Типы контрфорсных плотин (с массивным оголовком, с плоским напорным перекрытием, многоарочные) и область их применения. Конструкции контрфорсных плотин различных типов. Напряжённое состояние и устойчивость гравитационных плотин. Преимущества и недостатки контрфорсных плотин. Пути удешевления контрфорсных плотин и создания благоприятного напряжённого состояния. Перспективы применения контрфорсных плотин.	2
		Арочные плотины. Характеристика и классификация арочных плотин. Благоприятные условия для строительства арочных плотин. Конструкции арочных плотин, формы профиля, их вписывание в местность. Статическая работа арочных плотин, её анализ и возможности регулирования. Понятие об арочной и консольной нагрузках. Классификация методов статических расчётов арочных плотин, их идеи и области применения. Перспективы развития конструкций арочных плотин. Преимущества и недостатки арочных плотин. Взаимодействие арочных плотин с основанием. Устойчивость арочных плотин.	2
2	Грунтовые плотины	Земляные плотины. Намывные земляные плотины, их особенности. Методы намыва. Преимущества и недостатки намыва и намывных плотин. Фильтрационный режим земляных плотин, его регулирование. Дренажи и обратные фильтры. Особенности конструирования и проектирования грунтовых плотин в суровых климатических условиях. Методы замораживания тела плотин.	2
		Каменно-земляные плотины. Виды конструкций каменно-земляных плотин. Преимущества, недостатки и область применения каменно-земляных плотин. Выбор толщины и наклона ядра, определяющие факторы. Понятие об арочном эффекте в распределении напряжений в теле плотины. Опасность гидравлического разрыва ядра. Поровое давление в ядрах и экранах плотин. Консолидация грунтов. Значение переходных зон. Способы повышения устойчивости откосов плотины, в т.ч. при сейсмических воздействиях. Антисейсмические мероприятия.	2

		<p>Каменные плотины. Преимущества и недостатки каменных плотин. История развития каменных плотин. Материалы и конструкции негрунтовых противодиффузионных элементов (экраны, диафрагмы). Их преимущества, недостатки и область применения. Асфальтобетон, его виды и применение в противодиффузионных элементах каменных плотин. Плотины с железобетонными экранами: преимущества, недостатки, надёжность и ремонтпригодность. Применение грунтоцементобетона, геомембран в каменных плотинах. Плотины типа «твёрдая насыпь». Комбинированные плотины. Строительство каменных плотин направленным взрывом. Полунабросные-полунасыпные каменные плотины.</p>	2
3	Водопропускные сооружения	<p>Водосбросные плотины. Бетонные водосливные и водосбросные плотины. Водосливные грунтовые плотины. Береговые водосбросы гидроузлов. Классификация береговых водосбросов и условия их применения. Открытые береговые водосбросы: быстротоки, перепады и др. Закрытые (туннельные, шахтные, вихревые) и комбинированные береговые водосбросы. Конструкции водосбросов, требования к ним, задачи и основы проектирования. Водоприёмники автоматического действия. Гидравлические режимы работы водосбросов. Явления кавитации, аэрации, волнообразования и их влияние на работу водосбросов. Гашение энергии за береговыми водосбросами. Типы концевых участков водосбросов (уступ, консоль, трамплин, боковой слив). Гидромеханическое оборудование водосбросов. Уплотнения затворов. Оборудование для маневрирования затворами. Затворные камеры водосбросов.</p>	4
		<p>Водозаборы. Назначение водозаборов и задачи их проектирования. Виды бесплотинных водозаборов (поверхностные, шпорные, ковшовые). Виды плотинных водозаборов. Борьба с наносами и шугой. Водозаборы в теле плотин.</p>	1
		<p>Каналы и сооружения на них. Классификация каналов по назначению. Формы и размеры поперечных сечений каналов и принципы их выбора. Выбор допустимых скоростей воды в канале. Пропускная способность и гидравлический расчёт канала. Трассирование каналов, их продольный профиль. Потери воды из каналов, борьба с ними. Облицовки каналов. Сооружения на каналах, их назначение. Лотки, акведуки, селепроводы и ливневые лотки, трубопроводы, дюкеры, сопрягающие сооружения.</p>	2
4	Гидро-электростанции и гидромашин	<p>Гидроэнергетика. Перспективы развития и роль гидроэнергетики. Преимущества и недостатки гидроэнергетики. Принципы работы гидроэлектростанций и насосных станций. Гидроэлектростанции и их виды. Гидроаккумулирующие станции.</p>	1

		<p>Гидромашины. Виды и краткая история развития гидромашин. Реактивные и активные турбины. Насосы и их виды. Насос-турбины. Обратимые гидромашины. Устройство гидромашин. Кавитация в гидромашинах. Режимы работы гидромашин, регулирование в гидромашинах. Динамические воздействия. Переходные режимы. КПД гидромашин. Исследования работы гидромашин.</p>	2
		<p>Гидроэнергетические сооружения. Состав сооружений гидроэлектростанций с безнапорной деривацией. Гидравлический режим работы деривации. Бассейны суточного регулирования. Холостые водосбросы. Состав сооружений гидроэлектростанций с напорной деривацией. Понятие о гидравлическом ударе. Уравнительные резервуары. Напорные водоводы, их конструкции. Здания гидроэлектростанций. Основное и вспомогательное оборудование гидроэлектростанций.</p>	3
5	Комплексные гидроузлы	<p>Классификация гидроузлов по напору и назначению. Состав гидроузлов комплексного назначения. Основные и специальные сооружения. Принципы компоновки комплексных гидроузлов. Влияние схемы пропуска строительных расходов на компоновку гидроузлов. Компоновка низко- и средненапорных гидроузлов комплексного назначения. Компоновка высоконапорных гидроузлов.</p>	2
6	Фильтрационный и температурный режимы сооружений	<p>Термический режим сооружений. Термический режим массивных бетонных плотин, его изменение во времени. Температурные деформации, напряжения и трещинообразование. Мероприятия по борьбе с экзотермическим разогревом бетонной кладки и по уменьшению температурных напряжений. Термический режим бетонных плотин в эксплуатационный период. Влияние изменения температуры на напряжённое состояние бетонных плотин. Термический режим грунтовых плотин в суровых климатических условиях. Численное моделирование температурного режима сооружений. Основное уравнение теплопроводности с учётом фактора времени. Граничные условия при решении температурных задач.</p>	2
		<p>Фильтрационный режим сооружений. Влияние фильтрации на работу сооружений: фильтрационные силы, фильтрационные деформации. Фильтрация в основании сооружений. Фильтрация по трещинам в скальной породе. Взаимосвязь фильтрационного режима с напряжённо-деформированным состоянием системы «плотина-основание». Фильтрация в обход сооружения. Мониторинг фильтрационного режима. Депрессионная поверхность. Фильтрация через тело грунтовых плотин. Изменение фильтрационного режима в зависимости изменения положения уровня бьефов. Численное моделирование фильтрационного режима сооружений. Основное уравнение фильтрации. Определение положения депрессионной поверхности. Решение нестационарных задач фильтрации. Водопоглощение</p>	2

		материалов. Фильтрационно-температурные задачи.	
6	Напряжённо-деформированное состояние плотин при статических нагрузках	<p>Основные положения расчета НДС плотин. Особенности расчётов напряжённо-деформированного состояния грунтовых плотин: влияние нелинейности деформирования материалов, последовательности возведения сооружения и приложения внешних нагрузок. Модели материалов и контактов. Нелинейные модели деформирования материалов. Деформирование материалов с хрупким разрушением (бетон). Особенности деформирования грунтов и асфальтобетона. Понятия активного нагружения и разгрузки. Учёт дилатансии и ползучести. Нелинейные модели грунтов. Модели поведения контактов конструкций. Нелинейные эффекты на контактах (раскрытие, проскальзывание и др.)</p>	2
		<p>Схема решения задачи НДС с помощью МКЭ. Теоретические основы численного решения задачи о НДС грунтовых плотин. Общая схема решения задач НДС с учётом последовательности роста расчётной области, роста нагрузок и нелинейности свойств материалов. Конечно-элементная база расчётов НДС плотин. Особенности решения задачи НДС грунтовых плотин с тонкими негрунтовыми противофильтрационными элементами. Конечные элементы высокого порядка. Создание математической модели сооружения. Расчётные схемы. Моделирование взаимодействия грунтов и жёстких материалов (скальных грунтов, бетона и т.д.). Действующие нагрузки. Решение задачи о НДС плотин методом конечных элементов на основе решения системы линейных алгебраических уравнений. Учёт поэтапности возведения и нагружения плотины. Учёт нелинейности деформирования грунтов способами переменной матрицы жёсткости и переменного вектора сил.</p>	2
		<p>Напряжённо-деформированное состояние бетонных плотин. Процессы раскрытия контактного шва и разуплотнения в основании бетонных плотин на скальном основании. Раскрытия межсекционных швов в бетонной плотине при температурных воздействиях. Численное моделирование потери устойчивости плотины за счёт нарушения прочности скального основания.</p>	1
		<p>Напряжённо-деформированное состояние грунтовых плотин. Арочный эффект в однородных грунтовых плотинах и плотинах с ядром. Оценка надёжности ядра на трещинообразование в плоской и пространственной постановках. Напряжённо-деформированное состояние тонких негрунтовых противофильтрационных элементов в основании и теле грунтовых плотин. Зависание грунта на жёсткой диафрагме и его влияние на её напряжённое состояние. Раскрытия периметрального и вертикальных швов в железобетонном экране.</p>	1
7	Сейсмостойкость плотин	<p>Теоретические основы решения задач сейсмостойкости. Природа сейсмических нагрузок. Исходные данные для</p>	2

		<p>расчётов сейсмостойкости.</p> <p>Уравнение динамического равновесия системы с конечным количеством степеней свободы.</p> <p>Явный и неявный методы решения динамического уравнения.</p> <p>Собственные значения и собственные формы.</p> <p>Характеристические уравнения (метод Релея).</p> <p>Динамический метод решения. Матрица масс, присоединенная масса. Матрица жесткости. Коэффициент затухания, частота деформирования, логарифмический декремент.</p>	
		<p>Определение собственных колебаний сооружений.</p> <p>Уравнение свободных колебаний системы с конечным количеством степеней свободы.</p> <p>Способы решения уравнения свободных колебаний. Их преимущества и недостатки.</p> <p>Связь собственных чисел и периодов собственных колебаний.</p> <p>Нормирование форм собственных колебаний.</p>	1
		<p>Определение сейсмических нагрузок на сооружения.</p> <p>Методы определения нагрузок на сооружения: квазистатический, квазидинамический, динамический. Их преимущества, недостатки и область применения.</p> <p>Понятие динамичности. Определение коэффициента динамичности в зависимости от частоты собственных колебаний. Теоретические положения линейно-спектральной методики для определения сейсмических нагрузок.</p> <p>Определение сейсмических нагрузок динамическим методом.</p> <p>Явный и неявный способы интегрирования основного динамического уравнения для определения динамических нагрузок, их преимущества и недостатки. Влияние скорости распространения упругих волн в основании на сейсмические нагрузки.</p>	2
9	Научные проблемы проектирования водосбросов	<p>Особенности работы высоконапорных водосбросов.</p> <p>Воздействие высокоскоростных потоков на сооружение: кавитация, аэрация, динамические нагрузки, волнообразование, значительная кинетическая энергия потока, сбрасываемого в НБ.</p> <p>Кавитация и кавитационная эрозия.</p> <p>Причины кавитации. Прогноз кавитации, возникающей под воздействием неровностей на повороте, на пазах, гасителях, оголовках и пр. Кавитационная эрозия и методы борьбы с ней. Роль пульсаций давления. Прогноз кавитационной эрозии.</p>	1
		<p>Аэрация.</p> <p>Структура аэрированного потока и его параметры.</p> <p>Самоаэрация и искусственная аэрация. Механизм самоаэрации. Расчет распределения концентрации воздуха по глубине.</p> <p>Аэрация отброшенной струи. Захват воздуха гидравлическим прыжком.</p> <p>Вентиляция водоводов замкнутого сечения при безнапорном движении. Аэраторы и их расчет.</p>	1
		<p>Волновые процессы на водосбросах.</p> <p>Виды волн на водосбросах и их причин. Расчет сужающегося безнапорного водовода с учетом влияния волн возмущения.</p> <p>Спонтанное волнообразование. Расчет свободной поверхности потока на участках поворота водовода.</p>	1

		Гашение энергии высокоскоростных потоков. Способы гашения энергии высокоскоростных потоков. Гидравлический расчёт бокового слива на основе эмпирических данных. Расчет рассеивающих трамплинов. Камеры гашения напорных потоков. Контрвихревые гасители.	1
10	Научные проблемы проектирования гидро-электростанций	Научные проблемы гидроэнергетики. Проблемы комплексного использования водных ресурсов. Диспетчерское регулирование стока. Водно-энергетические расчёты, методы их выполнения. Техничко-экономическое обоснование выбора установленной мощности ГЭС.	1
		Научные проблемы применения гидромашин. Использование уравнения Эйлера для анализа кинематических и энергетических характеристик режимов работы гидротурбин. Натурные и модельные испытания гидромашин. Переходные процессы в гидромашинах, их виды. Моделирование переходных процессов.	2
		Научные проблемы проектирования гидроэнергетических сооружений. Гидравлический удар. Математические модели гидроудара. «Жёсткий» гидроудар, формула Жуковского. Способы борьбы с гидроударом. Режим работы уравнильных резервуаров, его моделирование. Применение холостых выпусков. Волнообразование в деривации гидроэлектростанции и его причины.	2

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	Бетонные плотины	Расчёт напряжённого состояния бетонной плотины элементарным методом. Принципы расчёта напряжённого состояния бетонной гравитационной плотины элементарным методом. Использование уравнений равновесия. Определение внутренних усилий в плотине от действующих нагрузок. Определение продольных нормальных напряжений по формуле внецентренного сжатия. Определение напряжений на гранях плотины. Построение эпюр нормальных напряжений в поперечном направлении. Построение эпюр касательных напряжений. Изостаты напряжений. Главные напряжения и их траектории.	1
		Расчёт напряжённого состояния бетонной плотины методом теории упругости. Расчёт напряжений в бесконечном клине от собственного веса и распределённой треугольной нагрузки методом теории упругости с помощью функции напряжений.	1

	<p>Взаимодействие гидротехнических сооружений с основанием. Влияние жёсткости основания на распределение контактных напряжений. <i>Несущая способность оснований бетонных гидросооружений.</i> Расчёт сооружения на плоский сдвиг. Выбор поверхности скольжения. Определение сдвигающих и удерживающих сил. Оценка запаса 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. <i>Деформации оснований гидротехнических сооружений.</i> Упрощённые методы расчёта осадок сооружений (метод эквивалентного слоя, послойного суммирования). Определение крена сооружения. Влияние деформаций основания на конструкции гидротехнических сооружений. Деформационные швы.</p>	2
	<p>Проектирование контрфорсной плотины. Выбор типа и профиля контрфорсной плотины. Необходимость в устройстве оголовков и фундаментной плиты. <i>Расчёт устойчивости контрфорсной плотины на сдвиг.</i> <i>Расчёт прочности контрфорсной плотины</i> элементарным методом. Определение геометрических характеристик ряда сечений по высоте плотины и действующих нагрузок. Подсчет нормальных и касательных напряжений на гранях плотины. Построение эпюр нормальных напряжений элементарным методом. Построение эпюр касательных напряжений методом О. Мора и методом А. Теста - С. Спаньолетти. Расчёт прочности напорных перекрытий. Расчёт прочности арочных перекрытий на равномерно и неравномерно распределённое давление вроды.</p>	2
	<p>Проектирование арочной плотины <i>Выбор формы арочной плотины</i> (с постоянным радиусом, с постоянным углом). Вписывание арочной плотины в створ. Способы уменьшения скальной выемки. Необходимость в устройстве пробки. Выбор коэффициента стройности плотины. Выбор профиля плотины. Методы статических расчетов арочных плотин (методы независимых арок, арок-консолей, теории упругости). <i>Расчёт напряжённого состояния арочной плотины методом арок-центральной консоли.</i> Для ряда сечений по высоте центральной консоли на основе геометрических параметров плотины и жесткости определяются коэффициенты постели арочного основания. Вариационным методом Ритца, путем минимизации потенциальной энергии системы арок-консоли решается дифференциальное уравнение изгиба консоли, опирающейся на упругое арочное основание, и определяются перемещения консоли и арок в заданных сечениях. После распределения нагрузки на арки и консоль определяются усилия и напряжения в арках и консоли. Расчет устойчивости береговых примыканий арочных</p>	2

		плотин.	
2	Грунтовые плотины	Прогноз свойства грунта в теле плотины. Зерновые составы грунтов. Прогноз раскладки фракций намываемого грунта по профилю плотины. Прогноз свойств сыпучего грунта по методике Маслова. Назначение показателя относительной плотности. Прогноз водопроницаемости сыпучего грунта. Прогноз свойств глинистого грунта. Прогноз водопроницаемости глинистого грунта.	2
		Фильтрационные расчёты грунтовых плотин. Задачи расчётов. Расчётные случаи. Гидравлический метод расчёта фильтрации в однородной плотине. Формула Дюпюи. Приближённые методы определения положения кривой депрессии в неоднородной плотине. Расчёт фильтрации через узкое ядро.	2
		Подбор зернового состава переходных зон и фильтров. Расчёт первого слоя переходных зон по условию недопущения контактного выпора и по условию кольматации трещин. Прогноз величины сцепления глинистого грунта на разрыв. Подбор зернового состава обратных фильтров из условия недопущения контактной суффозии.	2
		Расчёт устойчивости откосов грунтовой плотины. Устойчивость экрана на оползание по откосу. Теоретические основы расчёта устойчивости откосов по круглоцилиндрической поверхности скольжения. Уравнения равновесия. Методика и алгоритм расчёта вручную методом К.Терцаги. Расчёт устойчивости откосов на ЭВМ.	2
3	Водопропускные сооружения	Уравнение пропускной способности напорного водосброса. Местные сопротивления в напорных водосбросных гидросооружениях. Определение потерь по длине: формулы и условия их применения. Коэффициент расхода напорного водосброса с переменным по длине сечением. Действующий напор и его определение. Пропускная способность двухъярусных водоприёмников.	2
		Строительные водосбросы. Выбор типа строительного водосброса в зависимости от геологических условий строительства, высоты плотины и др. Преимущества и недостатки строительных водосбросов различных типов. Выбор трассы строительных водосбросов. Допустимые углы поворота строительных водосбросов. Определение габаритов строительного водосброса. Назначение высоты верховой перемычки плотины, технико-экономическая задача. Гидравлические режимы работы строительных водосбросов. Гидравлический расчёт работы строительного водосброса в безнапорном режиме. Определение перепада бьефов по заданной пропускной способности водосброса. Проверка условие возможности перекрытия русла по величине конечного перепада бьефов на банкете.	2
		Быстроток. Задачи конструирования и гидравлического расчёта быстротока. Трассирование быстротока. Выбор уклона быстротока. Осуществление поворотов трассы. Выбор сопряжения бьефов	3

		<p>за быстроем. Выбор удельного расхода потока за быстроем и ширины быстрого.</p> <p>Выбор типа водоприёмника в зависимости от удельного расхода на нём. Преимущества и недостатки, области применения водоприёмников различных типов. Определение габаритов водосбросных отверстий исходя из заданной пропускной способности.</p> <p>Расчёт сбросной части быстрого. Определение глубины в начале быстрого. Построение кривой спада на быстрое. Учёт самоаэрации потока при определении глубины потока на быстрое. Определение глубины в конце быстрого. Расчёт распределения глубин на выразах быстрого.</p>	
		<p>Шахтные водосбросы.</p> <p>Рациональная область применения шахтных водосбросов, их преимущества и недостатки. Элементы конструкции шахтного водосброса. Выбор трассы шахтного водосброса. Гидравлические режимы работы элементов шахтного водосброса.</p> <p>Водоприёмники шахтных водосбросов, их преимущества и недостатки. Пропускная способность кольцевого водослива, факторы её определяющие. Самоподтопление кольцевой воронки. Совместный выбор напора на пороге водослива и радиуса воронки. Глубина на пороге кольцевого водослива.</p> <p>Профили водосливных воронок. Построение практического профиля водосливной воронки по Ахутину. Траектория центральной струйки. Определение точки слияния струй</p> <p>Переходный участок за воронкой, его назначение.</p> <p>Гидравлический режим работы шахты, назначение дефлектора. Расположение дефлектора. Назначение уровня начала напорного участка. Определение площади сужения потока дефлектором. Расчёт глубины за коленом шахтного водосброса.</p> <p>Устройство и принципы расчёта вертикальных водобойных колодцев шахтных водосбросов.</p> <p>Гидравлический режим работы отводящего туннеля шахтного водосброса. Необходимость обеспечения вентиляции отводящего туннеля. Подвод воздуха за дефлектор, определение площади сечения воздуховода.</p>	3
		<p>Аэрация потока.</p> <p>Определение скорости равномерного движения потока воды на быстрое, прогноз развития аэрации потока и её влияния на глубину потока.</p> <p>Конструкции аэраторов на быстрых и определение параметров воздуховодов.</p>	1
		<p>Сопряжение бьефов отбросом струи с трамплина.</p> <p>Определение длины отлёта струи. Оптимальный угол носка трамплина. Определение глубины ямы размыва для потока, отброшенного с трамплина по формулам Ц.Е.Мирцхулавы и Абрамова.</p> <p>Расчет рассеивающих трамплинов.</p>	1
4	Гидро-электростанции и гидромашин	<p>Семинар «Виды и конструкции гидротурбин»</p> <p>Изучение типов реактивных турбин и особенностей их конструкций на макетах и с использованием фото- и видеоматериалов. Различия между активными и реактивными турбинами, существенные различия в условиях их работы. Ознакомление с номенклатурами гидротурбин различных типов. Приобретение навыков работы с номенклатурами</p>	1

	гидротурбин.	
	<p>Подбор турбин. Выбор типа турбины в зависимости от напора. Подбор радиально-осевых и осевых поворотных-лопастных гидротурбин с использованием номенклатуры и универсальных характеристик.</p> <p>Приведенные параметры и характеристики гидротурбин Развитие навыков работы с приведенными параметрами гидротурбин и понимания специфики их использования для различных типов гидротурбин.</p>	2
	<p>Гидравлический расчет напорного водоприемника ГЭС. По заданному значению расхода и уровней верхнего бьефа выполняется расчет потерь напора в элементах напорного водоприемника заданной конструкции и потерь на сороудерживающей решетке.</p>	1
	<p>Разработка деривационной схемы концентрации напора. Выбор участка реки для энергетического использования, Определение схемы концентрации напора, потерь напора, установленной мощности и годовой выработки электроэнергии.</p>	1
	<p>Расчет отстойника ГЭС. Определение конструктивных размеров отстойника периодического действия с расчетом длины камеры по методу ТУИН.</p>	1
	<p>Устройство здания ГЭС Изучение с помощью макетов, фото и видеоматериалов устройства здания ГЭС, схем размещения оборудования в машинном зале. Схема подводной части здания ГЭС. Определение высотного расположения, габаритных размеров агрегатного блока вдоль и поперек потока, размеров фундаментной плиты, турбинной шахты, кратера генератора, напорной стенки здания ГЭС, водоприемной части, щитового отделения нижнего бьефа, технологических помещений генераторного и турбинного этажей, высоты и пролета верхнего строения, трансформаторной площадки. Схема верхнего строения и определение его размеров. Пути уменьшения основных размеров здания и экономии бетона. Коммуникации здания ГЭС. Определение отметки пола и габаритов монтажной площадки.</p>	3
	<p>Семинар «Типы зданий ГЭС» Изучение с помощью макетов, фото и видеоматериалов устройства зданий ГЭС различных типов. Типы зданий ГЭС, их классификация по напору и конструктивному решению. Русловые здания ГЭС: компоновка и конструкции. Русловые здания ГЭС, совмещённые с донными и поверхностными водосбросами. Гидравлика совмещённых зданий ГЭС. Здания ГЭС с горизонтальными капсульными агрегатами. Приплотинные и деривационные здания ГЭС. Компоновка зданий ГЭС с различными типами плотин. Встроенные здания ГЭС. Открытые и полукрытые здания ГЭС. Подземные и полуподземные здания ГЭС. Компоновка из двух и трёх залов. Транспортные коммуникации.</p>	3

5	Комплексные гидроузлы	<p>Семинар «Речные гидроузлы». В рамках семинара рассматривается опыт зарубежный и отечественный проектирования и строительства речных гидроузлов. Рассматривается история строительства гидроузлов. Волховский гидроузел. ДнепроГЭС и ДнепроГЭС-2. Гидроузлы Волжского каскада; Жигулёвский, Нижегородский, Волжский гидроузлы. Компановка сооружений Чебоксарского гидроузла рассматривается на макете. ГЭС Гувер. Саяно-Шушенский гидроузел, особенности и недостатки его компановки. Гидроузел Итайпу. Гидроузел «Три ущелья». Асуанский гидроузел. Нурекский и Рогунский гидроузлы. Компановка проектируемого Эвенкийского (Туруханского) гидроузла.</p>	2
6	Фильтрационный и температурный режимы сооружений	<p>Расчет термонапряженного состояния бетонной гравитационной плотины методом теории упругости («бесконечный клин»). Расчет распределения температурных напряжений по сечению бетонной гравитационной плотины (рассматривается "бесконечный клин" для вариантов без теплоизоляции и с теплоизоляцией низовой грани) при воздействии температур воды и воздуха по граням конструкции в случае нестационарного процесса.</p>	1
		<p>Расчет температурного режима плоского напорного перекрытия контрфорсной плотины. Расчет распределения температуры по толщине плоского напорного перекрытия аналитическим методом при воздействии температур воды и воздуха по граням конструкции в случае стационарного и нестационарного процессов. Рассматриваются варианты без теплоизоляционной стенки со стороны низовой поверхности напорного перекрытия и с термоизоляцией низовой грани (многослойная конструкция). Проводится сравнение распределения температур с вариантом без теплоизоляционной стенки.</p>	1
		<p>Расчёт напряжённого состояния арочной плотины методом арок-центральной консоли. Для ряда сечений по высоте центральной консоли на основе геометрических параметров плотины и жесткости определяются коэффициенты постели арочного основания. Вариационным методом Ритца, путем минимизации потенциальной энергии системы арок-консоли решается дифференциальное уравнение изгиба консоли, опирающейся на упругое арочное основание, и определяются перемещения консоли и арок в заданных сечениях. После распределения нагрузки на арки и консоль определяются усилия и напряжения в арках и консоли.</p>	2
<p>Решение температурной задачи методом конечных элементов. Решение задачи по определению температурного режима бетонной гравитационной плотины на скальном основании при воздействии температурных колебаний воды со стороны водохранилища и воздуха со стороны нижнего бьефа. Постановка задачи. Описание конструкции плотины. Выбор расчётной схемы, габаритов расчётной области.</p>	2		

		<p>Формирование сетки конечных элементов расчётной области “плотина - скальное основание” с помощью сервисной программы “DANF-DAT”. Задание граничных условий и свойств материалов.</p> <p>Выполнение расчёта температурного режима системы “плотина - скальное основание” для двух вариантов (без теплоизоляционной стенки вдоль нижней грани и с ее наличием) с помощью программы “TERMIC”.</p> <p>Сравнение результатов расчётов с решением по методу теории упругости.</p>	
		<p>Решение фильтрационной задачи методом конечных элементов.</p> <p>Расчёт фильтрации в ядре и в однородной плотине с помощью вычислительной программы. Построение сетки МКЭ, определение граничных условий.</p> <p>Выполнение расчётов.</p> <p>Сравнение результатов расчётов с решением аналитическими гидравлическими методами.</p>	1
7	Напряжённо-деформированное состояние плотин при статических нагрузках	<p>Численное моделирование напряженно-деформированного состояния бетонных плотин методом конечных элементов.</p> <p>Постановка задачи. Описание конструкции плотины. Выбор расчётной схемы, габаритов расчётной области.</p> <p>Формирование сетки конечных элементов расчётной области “плотина - скальное основание” с помощью сервисной программы “MESH”.</p> <p>Задание граничных условий и нагрузок. Задание свойств сплошной среды и контакта бетон - скала.</p> <p>Программный комплекс «CRACK» – состав и основные возможности. Моделирование нарушений сплошности и упругопластической работы материала. Выполнение расчёта напряжённо-деформированного состояния системы “плотина - скальное основание” для двух схем поведения материалов (упругое, упругопластическое) с помощью программы “CRACK”.</p> <p>Сравнение результатов расчётов с решением по методу сопротивления материалов.</p>	2
		<p>Напряженно-деформированное состояние грунтовой плотины с железобетонным экраном.</p> <p>Выбор расчетной схемы плотины. Проектирование экрана и подэкрановых зон. Моделирование швов. Назначение нескольких расчетных вариантов с целью выявления влияния роли подэкрановой зоны в напряженном состоянии экрана, роли заложения верхового откоса, роли контактной смазки между экраном и подэкрановой зоной. Правила задания исходной информации для расчетов НДС плотин. Расчет напряженно-деформированного состояния плотины, определение смещений и осадок. Раскрытие швов. Оценка работоспособности конструкции по предельным состояниям. Занятия проводятся в компьютерном классе с использованием программных комплексов «NDS-N».</p>	2
		<p>Численное моделирование напряженно-деформированного состояния бетонных плотин в пространственной постановке.</p> <p>Выбор расчётной схемы действия нагрузок.</p> <p>Составление пространственной сетки МКЭ. Анализ напряжённого состояния плотины и работы контакта</p>	2

		“плотина-основание”. Занятия проводятся в компьютерном классе с использованием программы «NDS-N».	
8	Сейсмостойкость плотин	Методика определения сейсмических нагрузок по ЛСМ. Расчет сейсмических нагрузок, действующих на расчетную конструкцию бетонной или грунтовой плотины квазидинамическим методом (линейно-спектральная методика). Задание расчетной схемы плотины. Определение форм и частот собственных колебаний плотины на основе априорной информации. Оценка динамического влияния воды в водохранилище на динамические свойства плотины. Оценка влияния грунтового основания на максимальные ускорения в плотине. Антисейсмические конструкции, их использование, конструирование, расчет. Занятия проводятся в компьютерном классе с использованием программных комплексов «СЕЙ-ЛСМ».	2
		Динамический метод определения сейсмических нагрузок в плотине. Задание расчетных схем плотины. Подготовка исходных данных для расчетов НДС плотин на сейсмические воздействия. Выбор расчетной акселерограммы. Определение форм и частот собственных колебаний плотины. Расчет сейсмических ускорений в плотине при землетрясении. Определение сейсмических сил. Расчет динамических напряжений и деформаций. Метод подсчета остаточных перемещений в плотине после землетрясения с учетом нелинейных свойств грунтов. Занятия проводятся в компьютерном классе с использованием программных комплексов «SEISMIC».	2
9	Вопросы проектирования грунтовых плотин	Конструкции грунтовых плотин в Северной климатической зоне. Влияние сурового климата на строительство плотины. Основные типы конструкций грунтовых плотин в Северной климатической зоне. Особенности конструкции плотин мерзлого типа, плотин талого типа. Сопряжение плотин с основанием и его подготовка. Подбор состава грунтов для тела плотины и противофильтрационного элемента. Расчет температурного режима грунтовых плотин в условиях вечной мерзлоты. Решение фильтрационной задачи в плотине талого типа. Прогноз степени и скорости оттаивания основания. Прогноз осадок плотины.	1
		Конструкции грунтовых плотин, возводимых направленным взрывом. Условия строительства, проектный профиль навала, полученного путем взрыва на сброс, на выброс. Расчет прочностных и фильтрационных характеристик грунтов, уложенных в плотину путем взрыва. Построение кривых зернового состава. Прогноз фильтрации в теле навала. Пропуск паводка путем фильтрации через каменную наброску. Фильтрующие каменно-земляные плотины. Пропуск паводка через гребень недостроенной плотины по принципу быстроточка, по схеме широкого порога.	1
		Методы расчетов устойчивости откосов плотин. Расчет устойчивости откосов по круглоцилиндрическим поверхностям обрушения. Условия и уравнения равновесия. Метод К.Терцаги. Метод наклонных сил взаимодействия Р.Р.Чугаева, метод горизонтальных сил взаимодействия	2

		<p>(расчетная схема Г.Крея). Принцип нахождения наиболее опасной поверхности обрушения. Расчеты устойчивости по плоским и комбинированным поверхностям скольжения. Сравнение методов, оценка точности.</p> <p>Расчеты устойчивости экрана и защитного слоя. Особенности расчетов устойчивости откосов намывных плотин. Устойчивость откосов по пространственным поверхностям скольжения, с учётом пространственного характера распределения сейсмических сил.</p> <p>Занятия проводятся в компьютерном классе с использованием программы «ОТКОС».</p>	
		<p>Поровое давление в ядрах грунтовых плотин.</p> <p>Основные положения фильтрационной теории консолидации В.А.Флорина. Метод компрессионной кривой для определения величины максимального порового давления в грунте на конец строительного периода. Построение компрессионной кривой в открытой и закрытой системе, определение коэффициента порового давления. Метод расчета порового давления в ядрах высоких плотин согласно линейному закону консолидации методом Ничипорович-Цыбульник. Прогноз осадок.</p> <p>Поровое давление в каменной наброске при сейсмических импульсах.</p> <p>Занятия проводятся в компьютерном классе с использованием программы «POR-BEST».</p>	2
10	Научные проблемы проектирования водосбросов	<p>Проектирование водосбросов с закруткой потока.</p> <p>Вихревой шахтный водосброс. Очертания спиральной камеры и ее пропускная способность. Режим течения в шахте. Режим течения в отводящем туннеле. Построение кривой свободной поверхности и уровней пьезометрического давления по длине закрученного потока.</p>	2
		<p>Траншейные водосбросы.</p> <p>Основное дифференциальное уравнение движения воды в траншее. Гидравлический расчет траншеи методом конечных разностей. Расчет глубины в начале траншеи по графикам Руднева. Учет присоединения расхода воды по длине траншеи. Определение режима течения в траншее. Построение кривой свободной поверхности.</p>	1
		<p>Прогноз возникновения кавитации.</p> <p>Число и параметр кавитации, их определение. Прогноз кавитации, возникающей под воздействием неровностей на повороте, на пазах, гасителях, оголовках и пр.</p>	1
12	Научные проблемы проектирования гидроэлектростанций	<p>Водно-энергетические расчёты.</p> <p>Задачи водно-энергетических расчетов при длительном регулировании стока реки.</p> <p>Порядок выполнения расчётов водно-энергетических расчётов для сезонного и многолетнего регулирования стока. Исходные данные для расчётов: гидрограф, характеристики водохранилищ. Формы получения и представления результатов водно-энергетических расчётов.</p> <p>Алгоритм проведения водно-энергетических расчётов для многолетнего регулирования на выравненный расход. Определение зарегулированных расходов водотока. Определение колебаний уровня верхнего и нижнего бьефов. Определение напора на ГЭС без учёта и с учётом потерь напора. Определение мощностей водотока. График обеспеченности мощности. Выбор обеспеченной мощности</p>	3

		водотока. Алгоритм, гарантированной мощности, установленной мощности ГЭС. Практика использования стандартных компьютерных программ для выполнения расчетов регулирования стока	
		Модельные испытания гидротурбин. Энергетический и кавитационный стенды. Алгоритм построения универсальных характеристик для турбин одиночного и двойного регулирования. Построение расходно-напорной и расходно-мощностной эксплуатационных характеристик. Построение линейных (расходной, мощностной, напорной, оборотной) характеристик гидротурбин по главной универсальной характеристике.	2
		Обратимые гидромашины и их особенности. Подбор обратимой гидромашины по заданным исходным данным с использованием обобщенных характеристик параметров насос-турбин.	1
		Система автоматического регулирования гидротурбин. Изучается принципиальная схема системы автоматического регулирования гидротурбин, ее основные функциональные звенья – управляющее, энергетическое и исполнительное и их конструктивные реализации. Современные цифровые регуляторы турбин. Расчет объема масла в системе регулирования и выбор типа маслонапорной установки.	1
		Расчет параметров переходных процессов ГЭС. Расчеты гидравлического удара в напорных водоводах ГЭС по специализированным программам. Расчеты максимального подъема уровня в системе “напорная деривация – уравнительный резервуар с дополнительным сопротивлением”.	2

5.4. Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам

Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам учебным планом не предусмотрены.

5.5. Самостоятельная работа

Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Бетонные плотины	<i>Изучение материала лекций с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i>	6
		<i>Самостоятельный практикум по материалам практических занятий на следующие темы:</i> <ul style="list-style-type: none"> - Расчёт напряжённого состояния бетонной плотины элементарным методом, - Расчёт напряжённого состояния бетонной плотины методом теории упругости, - Несущая способность оснований бетонных гидросооружений, - Деформации оснований гидротехнических сооружений, - Конструирование контрфорсной плотины, 	36

		<ul style="list-style-type: none"> - Расчёт устойчивости контрфорсной плотины на сдвиг. - Расчёт прочности контрфорсной плотины элементарным методом, - Выбор конструкции арочной плотины, её вписывание в местность. - Расчёт напряжённого состояния арочной плотины методом арок-центральной консоли. <p><i>Выполнение заданий курсового проекта «Комплексный гидроузел».</i></p>	
		<p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i> Состав и физико-механические свойства укатанного бетона. Опыт применения укатанного бетона при строительстве плотин зарубежом. Технология возведения плотин из укатанного бетона. Расчёт напряжений в гравитационных плотинах методом теории упругости, методом Галёркина. Определение напряжений в теле плотины при устройстве полостей и отверстий. Влияние разнородности материала бетонной плотины и пространственных условий на распределение напряжений в ней. История появления плотин, заанкеренных в основание. Конструкция анкерных устройств. Определение глубины заделки анкера в скалу. Устройство водосливов в заанкеренных плотинах. Дренаж тела плотины. Швы в бетонных плотинах. Уплотнения швов. Водосбросы в контрфорсных и гравитационных плотинах. Теоретические основы расчёта касательных напряжений методом Теста-Спаньолетти. Расчёт усилий в арках от равномерного давления воды методом строительной механики. Расчёт арок на неравномерное давление воды с помощью графиков Келена. Определение напряжений в арках от температуры. Формы построенных арочных плотин. Учёт податливости основания в расчётах арочных плотин способом Фогта. Расчёт устойчивости береговых примыканий арочных плотин. Влияние ширины створа на характер работы арочных плотин. Анализ характера работы арочных плотин. Влияние устройства скользящего и шарнирного швов на напряжённое состояние бетонных плотин. Схема расчета арочных плотин по методу пробных нагрузок. Водосбросы в арочных плотинах.</p>	14
2	Грунтовые плотины	<p><i>Изучение материала лекций с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i></p>	6
		<p><i>Самостоятельный практикум по материалам практических занятий на следующие темы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Прогноз свойства грунта в теле плотины. - Фильтрационные расчёты грунтовых плотин. - Подбор зернового состава переходных зон и фильтров. - Расчёт устойчивости откосов грунтовой плотины. <p><i>Выполнение заданий курсового проекта «Комплексный гидроузел».</i></p>	30
		<p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i> Свойства грунтовых смесей. Испытания грунтов в стабилометре. Прочность грунтов. Влияние на прочность грунтов пути</p>	8

		<p>нагрузки и промежуточного главного напряжения. Условие прочности Треска-Хилла, Мизеса и др. Прочность крупнообломочных грунтов. Сопротивление сдвигу крупнозернистых грунтов.</p> <p>Деформируемость грунтов. Проявления нелинейного деформирования грунтов: пластичность, ползучесть, дилатансия. Экспериментальное определение модулей линейной деформации и коэффициента Пуассона, построение графиков экспериментальных зависимостей в инвариантном виде.</p> <p>Фильтрационные деформации грунтов: контактный выпор, контактный размыв, контактная суффозия и др.</p> <p>Состав и свойства асфальтобетона. Методы укладки асфальтобетона и его виды (литой, уплотняемый).</p> <p>Грунтоцементобетон: свойства, технология укладки, применение в плотинах.</p> <p>Швы в железобетонных экранах и их уплотнения.</p> <p>Трещинообразование в железобетонных экранах по данным натурных наблюдений.</p> <p>Глиноцементобетон как материал для создания противофильтрационных элементов в грунтовых массивах.</p>	
3	Водопропускные сооружения	<p><i>Изучение материала лекций с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i></p>	6
		<p><i>Самостоятельный практикум по материалам практических занятий на следующие темы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Расчёт пропускной способности напорных водосбросов, - Расчёт пропускной способности безнапорного водовода, - Гидравлический расчёт быстротока, - Расчёт кольцевого водослива и кольцевой воронки, - Гидравлический расчёт шахтного водосброса. - Расчёт аэраторов потока, - Расчёт сопряжения бьефов гидравлическим прыжком, - Расчёт сопряжения бьефов отбросом струи, - Расчёт местных размывов русла за водосбросами, - Определение незаилающей и неразмывающей скорости потока. <p><i>Выполнение заданий курсового проекта «Комплексный гидроузел».</i></p>	36
		<p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i></p> <p>Теории турбулентности.</p> <p>Способы определения гидравлических сопротивлений.</p> <p>Оптимальное сечение каналов. Облицовки каналов.</p> <p>Фильтрационные потери на каналах.</p> <p>Примеры и принципы работы построенных сооружений на каналах.</p> <p>Сопряжение бьефов поверхностно-донным режимами.</p> <p>Конструкции современных водосбросов.</p> <p>Конструкции водоприёмников.</p> <p>Теория движения двухфазных сред. Теория русловых процессов.</p> <p>Методы защиты водозаборов от шуги и наносов. Поперечная циркуляция потоков в русле и её использование для защиты водозаборов от наносов.</p> <p><i>Гидромеханическое оборудование высоконапорных водосбросов. Особенности затворов высоконапорных водосбросов. Устройство глубинных плоских и сегментных затворов. Уплотнения глубинных затворов, их устройство и</i></p>	8

		особенности. Задвижки. Дисковые и шаровые затворы. Конусные и игольчатые затворы. Затворные камеры туннельных водосбросов: устройство, габариты.	
4	Гидро-электростанции и гидромашин	<i>Изучение материала лекций с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i>	8
		<p><i>Самостоятельный практикум по материалам практических занятий на следующие темы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Работа с универсальными и линейными характеристиками гидравлических машин, - Подбор гидротурбин, - Разработка деривационной схемы концентрации напора, - Гидравлический расчет напорного водоприемника, - Расчет отстойника, - Выбор конструкции здания ГЭС. <p><i>Выполнение заданий курсового проекта «Комплексный гидроузел».</i></p>	30
		<p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i></p> <p>Турбинные камеры. Отсасывающие трубы. Масляное и пневматическое оборудование ГЭС. Подъемно-транспортное оборудование гидроэлектростанций.</p> <p>Электрическое оборудование здания ГЭС. Повышающие трансформаторы, схемы электрических соединений.</p> <p>Гидромеханическое оборудование ГЭС.</p> <p>Насосы, их виды и устройство, принципы работы. Насосные станции.</p> <p>Примеры реализованных зданий ГЭС.</p> <p>Гидравлика зданий ГЭС. Эффект эжекции.</p>	20
5	Комплексные гидроузлы	<i>Изучение материала лекций с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i>	2
		<p><i>Выполнение заданий курсового проекта «Комплексный гидроузел».</i></p> <p>Выбор компоновки комплексного гидроузла.</p>	2
		<p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i></p> <p>Изучение компоновок построенных низко-, средне- и высоконапорных гидроузлов (Гидроузлы Волжско-Камского каскада, Асуанский, Нурекский, Чиркейский, Богучанский и др. гидроузлы).</p>	6
6	Фильтрационный и температурный режимы сооружений.	<i>Изучение материала лекций с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i>	4
		<p>Самостоятельный практикум по материалам практических занятий на следующие темы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Расчет термонапряженного состояния бетонной гравитационной плотины методом теории упругости («бесконечный клин»). - Расчет температурного режима плоского напорного перекрытия контрфорсной плотины. - Расчет напряженного состояния арочной плотины методом арок-центральной консоли. - Решение температурной задачи методом конечных элементов. - Решение фильтрационной задачи методом конечных элементов. <p>Выполнение заданий курсового проекта «Расчет и проектирование гидротехнического сооружения».</p>	6
		<p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i></p> <p>Термический режим массивных бетонных плотин в строительный период. Мероприятия по борьбе с</p>	5

		<p>экзотермией. Разрезка бетонных гравитационных плотин на блоки бетонирования. Термический режим грунтовых плотин в суровых климатических условиях. Внутренняя конвенкция в теле каменной плотины. Фазовые переходы воды.</p> <p>Фильтрационный режим оснований и плотин. Натурные наблюдения за фильтрационным режимом. Анизотропия фильтрационных свойств. Решение задач с анизотропной фильтрацией.</p> <p>Использование метода локальных вариаций для температурных и фильтрационных численных расчётов.</p>	
7	Напряжённо-деформированное состояние плотин при статических нагрузках	<p><i>Изучение материала лекций с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i></p>	4
		<p><i>Самостоятельный практикум по материалам практических занятий на следующие темы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Численное моделирование напряженно-деформированного состояния бетонных плотин методом конечных элементов, - Численное моделирование напряженно-деформированного состояния грунтовых плотин, - Численное моделирование напряженно-деформированного состояния бетонных плотин в пространственной постановке. <p><i>Выполнение заданий курсового проекта «Расчёт и проектирование гидротехнического сооружения».</i></p>	8
		<p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i></p> <p>Грунтовые плотины. Нелинейные модели деформирования грунтов. Объемное деформирование, деформации формоизменения.</p> <p>Деформационная теория пластичности. Деформационные модели.</p> <p>Модели, основанные на ассоциированном законе течения. Поверхности нагружения. Модели, построенные на различных условиях прочности грунтов.</p> <p>Натурные наблюдения за грунтовыми плотинами. Данные натурных наблюдений за грунтовыми плотинами.</p> <p>Бетонные плотины. Построение физических и математических моделей. Особенности применения метода конечных элементов в задачах с физической нелинейностью. Методы решения. Контактные элементы для моделирования швов и трещин.</p> <p>Использование метода подконструкций для решения объёмных задач, его преимущества и недостатки. Идея метода подконструкций и её реализация. Формирование матриц жёсткости блоков и всей системы. Итерационный способ решения нелинейных задач в методе подконструкций.</p> <p>Использование метода локальных вариаций.</p> <p>Натурные наблюдения за бетонными плотинами. Данные натурных наблюдений за бетонными плотинами.</p> <p>Самостоятельное знакомство с вычислительными программными комплексами для решения задач о напряжённо-деформированном состоянии плотин.</p> <p>Применение механики разрушения к расчёту прочности и устойчивости плотин. Паспорт прочности сооружения.</p>	8
8	Сейсмостойкость плотин	<p><i>Изучение материала лекций с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i></p>	4

		<p><i>Самостоятельный практикум по материалам практических занятий на следующие темы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Определение форм и частот собственных колебаний плотины, - Методика определения сейсмических нагрузок по линейно-спектральной методике, - Расчёт сейсмостойкости плотины динамическим методом, <p><i>Выполнение заданий курсового проекта «Расчёт и проектирование гидротехнического сооружения».</i></p>	10
		<p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i></p> <p>Строение земной коры. Тектоника плит. Сейсмоактивные пояса земли. Землетрясения. Техногенная сейсмичность. Оценка землетрясения по шкалам балльности, по магнитудам (шкала Рихтера, Канамори). Сейсмические волны, положение эпицентра землетрясения. Принципиальная схема устройства сейсмографа Голицина. Свободные колебания математического маятника при отсутствии трения. Колебания с затуханием. Собственные значения и собственные формы колебания систем с большим числом степеней свободы. Характеристическое уравнение и принцип его решения.</p> <p>Экспериментальные методы определения форм и частот собственных колебаний плотин. Затухание в системе, методы его определения.</p> <p>Численные методы определения форм и частот собственных колебаний. Метод Шварца-Пиккарда. Метод обратных итераций. Метод Якоби. Метод итераций подпространства.</p> <p>Динамические свойства грунтов. Методы оценки напряженно-деформированного состояния бетонной плотины при землетрясении, накопление остаточных перемещений в грунтовой плотине.</p> <p>Уравнение движения с учетом бегущей волны. Векторы влияния. Учёт подхода сейсмической волны.</p>	6
9	Вопросы проектирования грунтовых плотин	<p><i>Самостоятельный практикум по материалам практических занятий на следующие темы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Методы расчетов устойчивости откосов плотин, - Пороговое давление в ядрах грунтовых плотин. <p><i>Выполнение заданий курсового проекта «Расчёт и проектирование гидротехнического сооружения».</i></p>	8
		<p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i></p> <p>Конструкции грунтовых плотин в Северной климатической зоне.</p> <p>Конструкции грунтовых плотин, возводимых направленным взрывом.</p>	7
10	Научные проблемы проектирования водосбросов	<p><i>Изучение материала лекций с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i></p>	4
		<p><i>Самостоятельный практикум по материалам практических занятий на следующие темы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Проектирование водосбросов с закруткой потока, - Граншейные водосбросы, - Прогноз возникновения кавитации, - Прогноз аэрации потока. <p><i>Выполнение заданий курсового проекта «Расчёт и проектирование гидротехнического сооружения».</i></p>	12
		<p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i></p> <p>Методы расчета местных размывов за высоконапорными</p>	4

		<p>сооружениями.</p> <p>Основные понятия, используемые при гидравлических расчетах высоконапорных водосбросов. Типы течений. Пульсации скоростей. Кинетическое давление. Коэффициент гидравлического трения. Осредненная местная скорость турбулентного потока. Истечение из отверстий, коэффициент сжатия струи.</p> <p>Кавитация и кавитационная эрозия. Критическое давление и критический вакуум. Число кавитации. Кавитационная эрозия. Прогноз кавитации.</p> <p>Критерии начала аэрации. Расчет распределения вакуума по глубине потока. Ориентировочный расчет глубины аэрированного потока. Аэрация отброшенных и свободнопадающих струй. Аэрация в водоводах замкнутого сечения.</p> <p>Расчет движения бурных потоков на суживающихся участках, поворотах и расширяющихся участках.</p> <p>Вакуумные водосливы.</p> <p>Распределение скоростей и давление на входных участках водосбросов.</p> <p>Режимы работы сифонных водосбросов.</p> <p>Моделирование закрученных потоков.</p> <p>Расчёт траншейного водосброса численным методом.</p> <p>Водосливные грунтовые плотины.</p>	
11	<p>Научные проблемы проектирования гидро-электростанций</p>	<p><i>Изучение материала лекций с помощью учебника и учебных пособий, электронных ресурсов.</i></p> <p><i>Самостоятельный практикум по материалам практических занятий на следующие темы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Водно-энергетические расчёты. - Модельные испытания гидротурбин. - Обратимые гидромашины и их особенности. - Система автоматического регулирования гидротурбин. - Расчет параметров переходных процессов ГЭС. <p><i>Выполнение заданий курсового проекта «Расчёт и проектирование гидротехнического сооружения».</i></p> <p><i>Самостоятельное изучение тем из следующего перечня:</i></p> <p>Технико-экономические показатели ГЭС.</p> <p>Малые ГЭС. ГЭС на основе явления осмоса.</p> <p>Гидроаккумулирующие станции. Совместная работа ГЭС и ГАЭС. Насосные станции технического водоснабжения ТЭС и АЭС.</p> <p>Ортогональные турбины.</p> <p>Алгоритм диспетчерского регулирования. Создание рядов гидрологических данных.</p>	30

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.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ОПК-4, ОПК-5	31.1							+	+	+	+
	31.2							+	+	+	+
	31.3							+	+	+	+
	31.4							+	+	+	+
ОПК-9	32.1							+	+	+	+
	32.2							+	+	+	+
	У2.1							+	+	+	+
	Н2.1							+	+	+	+
ПК-1	У3.1						+	+	+	+	
ПК-3, ПК-4, ПК-18	34.1							+	+	+	+
	34.2							+	+	+	+
	У4.1							+	+	+	+
	У4.2							+	+	+	+
	У4.3							+	+	+	+
	У4.4							+	+	+	+
	У4.5							+	+	+	+
	Н4.1							+	+	+	+
	Н4.2							+	+	+	+
	Н4.3							+	+	+	+
ПК-7	35.1							+	+	+	+
	У5.1							+	+	+	+
	Н5.1							+	+	+	+
								+	+	+	+

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 31.2 31.3 31.4	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
32.1 32.2 34.1 34.2 35.1	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 твердым 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
У2.1 У3.1 У4.2 У4.3 У4.4 У4.5 У5.1	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
У4.1	не умеет правильно выполнять и читать графическую документацию	при выполнении и чтении графической документации допускает ошибки	правильно выполняет и читает графическую документацию	правильно выполняет и читает графическую документацию, может решать сложные задачи наглядного моделирования
	выполняет графическую документацию небрежно	аккуратно выполняет графическую документацию	аккуратно выполняет графическую документацию, чётко увязывая её элементы между собой	аккуратно выполняет графическую документацию, чётко увязывая её элементы между собой

	не понимает правил выполнения графической документации	знает правила выполнения графической документации, но не всегда применяет её	знает и грамотно применяет правила выполнения графической документации	знает и грамотно применяет правила выполнения графической документации
Н2.1 Н4.1 Н4.2 Н4.3 Н4.4 Н5.1	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 задач	испытывает затруднения при выполнении некоторых поставленных задач	не испытывает трудности при выполнении поставленных задач
	не выполняет трудовые действия	выполняет трудовые действия медленно и некачественно	выполняет трудовые действия на среднем уровне по скорости и качеству	выполняет трудовые действия быстро и 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 31.2 31.3 31.4 32.1 32.2 34.1 34.2 35.1	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 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
У2.1 У3.1 У4.1 У4.2 У4.3 У4.4 У4.5 У5.1	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 исключаящие 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 Н4.1 Н4.2 Н4.3	не обладает необходимыми знаниями и умениями	обладает необходимыми знаниями и умениями на пороговом уровне	обладает необходимыми знаниями и умениями на углублённом уровне освоения	обладает необходимыми знаниями и умениями на углублённом уровне освоения

Н4.4 Н5.1		освоения		
	не продемонстрировал навыки выполнения поставленных задач	испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач	испытывает затруднения при выполнении некоторых поставленных задач	не испытывает трудности при выполнении поставленных задач
		выполняет трудовые действия медленно и некачественно	выполняет трудовые действия на среднем уровне по скорости и качеству	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 оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
31.1	не знает терминов и определений	знает термины и определения
31.2	не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний
31.3		
31.4	не знает значительной части материала дисциплины,	в целом освоил материал дисциплины
32.1	не понимает сути материала дисциплины	понимает суть материала дисциплины
32.2	допускает грубые ошибки при изложении и интерпретации знаний	может излагать и интерпретировать материал дисциплины
34.1	не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы	применяет знания при ответе на вопросы
34.2		
35.1		
У2.1	не умеет решать практические задачи, выполнять поставленные задания	умеет решать практические задачи, выполнять поставленные задания
У3.1	не понимает сути методики решения задач	понимает суть методики решения задач
У4.2		
У4.3	допускает грубые ошибки при решении задач, нарушающие логику решения	не допускает грубых ошибок при решении задач, нарушений логики решения задач
У4.4	не может обосновать выбор метода решения задач, не осознаёт связи теории с практикой	обосновывает выбор метода решения задач
У4.5		
У5.1		
У4.1	не умеет правильно выполнять и читать графическую документацию	умеет выполнять и читать графическую документацию
	выполняет графическую документацию небрежно	аккуратно выполняет графическую документацию
	не понимает правил выполнения графической документации	знает, понимает и применяет правила выполнения графической документации
Н2.1	не обладает необходимыми знаниями и умениями	обладает необходимыми знаниями и умениями
Н4.1		
Н4.2	не обладает навыками выполнения поставленных задач	обладает навыками выполнения поставленных задач
Н4.3		
Н4.4	не выполняет трудовые действия	выполняет трудовые действия качественно и не медленно
Н5.1		

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

Текущий контроль осуществляется путём:

- выборочного опроса студентов на занятии,
- контроля за ходом выполнения курсового проекта (курсовой работы).

7.3.2. Промежуточная аттестация

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачёта (во 2ом семестре), экзамена (в 3ем семестре), защиты курсового проекта (во 2ом семестре) и курсовой работы (в 3ем семестре).

Тематика курсовых работ/курсовых проектов:

- Курсовой проект «Комплексный гидроузел»,
- Курсовая работа «Расчёт и проектирование гидротехнического сооружения».

Выполнение курсового проекта «Комплексный гидроузел».

В 2ом семестре выполняется курсовой проект “Комплексный гидроузел”. В нём рассматриваются следующие вопросы:

- Анализ условий строительства,
- Компоновка основных и специальных сооружений гидроузла,
- Обоснование гидравлическими расчётами принятой схемы пропуска строительных и эксплуатационных расходов.
- Выбор типа и конструкции водоподпорных и водопропускных сооружений гидроузла.
- Разработка конструкция специальных сооружений гидроузла.
- Выбор технологии возведения плотины и других сооружений.
- Составление общей последовательности работ по возведению сооружений гидроузла.

В заданном створе с известными топографическими, геологическими, климатическими и гидрологическими условиями проектируется гидроузел энергетического или комплексного назначения.

Необходимо проанализировать условия района строительства, скомпоновать сооружения гидроузла, выбрать их класс, разработать конструкции основных сооружений и обосновать её расчётами.

Первоначально выбирается компоновка сооружений гидроузла и выбирается тип водоподпорных и водосбросных сооружений. Принятая схема пропуска строительных и эксплуатационных расходов подтверждается гидравлическими расчётами. Конструируются временные сооружения гидроузла (перемычки, строительные водосбросы).

При проектировании плотины необходимо, прежде всего, выбрать тип плотины из ряда возможных. При использовании бетонной плотины необходимо выбрать профиль плотины, провести расчёты прочности и устойчивости плотины на основное и особое сочетание нагрузок. При проектировании грунтовой плотины выбирается отметка гребня и профиль плотины, тип противофильтрационного элемента, выполнить фильтрационные расчёты и расчёты устойчивости откосов (на основное и особое сочетание нагрузок).

Необходимо решить вопросы пропуска воды в период строительства и эксплуатации гидроузла. Выбирается тип водосбросов (строительного и эксплуатационного), проводятся его гидравлические расчёты, решается вопрос о сопряжении бьефов за водосбросами.

В соответствии с заданием разрабатывается конструкция специальных (отраслевых) сооружений гидроузла: гидроэлектростанции, шлюза, водозабора, рыбопропускных сооружений (если таковые имеются). При проектировании здания ГЭС выбирается тип турбины, обосновываются габариты гидротурбины и гидрогенератора, подбирается крановое оборудование, разрабатывается конструкция здания

Требования к курсовому проекту “Комплексный гидроузел”:

Курсовой проект включает пояснительную записку (25-40 стр.) и чертёж формата А1.

В пояснительной записке приводятся:

- анализ условий строительства,
- обоснование выбора компоновки гидроузла
- описание выбранной конструкции бетонной или грунтовой плотины,
- описание выбранных конструкций специальных сооружений,
- гидравлические расчёты по обоснованию конструкций водосбросов,
- расчёты прочности и устойчивости плотины,
- фильтрационные расчёты (если требуются),
- гидравлические и статические расчёты по обоснованию конструкции специальных сооружений,
- расчётные и поясняющие схемы.

На чертеже показываются:

- генплан гидроузла,
- геологический разрез по створу с показом врезки сооружений,
- разрезы по проектируемым сооружениям.

Вопросы к защите курсового проекта:

- Каково назначение гидроузла?
- Какие сооружения входят в его состав?
- Каков напор на гидроузел?
- Чем обоснован выбор компоновки гидроузла?
- Почему выбран именно данный тип сооружения?
- Как выбраны габариты сооружения?
- Какие расчёты проводились при обосновании конструкции сооружения?
- На какие нагрузки рассчитано сооружение?
- Какие расчётные случаи рассматривались при расчётном обосновании?
- Какие показатели служат критериями работоспособности сооружения?

Запишите их в виде формулы.

Выполнение курсовой работы «Расчёт и проектирование гидротехнического сооружения».

В 3-м семестре выполняется курсовая работа «Расчёт и проектирование гидротехнического сооружения». В ней рассматриваются обучающемуся необходимо на основе вариантного проектирования выбрать наиболее рациональную конструкцию гидротехнического сооружения, проведя полное широкое расчётное обоснование выбранного варианта конструкции.

В качестве сооружения может рассматриваться грунтовая плотина, бетонная плотина, водосброс, здание гидроэлектростанции или иное гидроэнергетическое сооружение. Выбор оптимального варианта сооружения может производиться методом факторного анализа.

Требования к курсовой работе «Расчёт и проектирование гидротехнического сооружения»:

Курсовая работа включает пояснительную записку (25-40 стр.) и чертёж формата А1.

В пояснительной записке приводятся:

- анализ условий строительства,
- описание вариантов конструкции,
- расчёты сооружения по определению показателей работоспособности и экономической эффективности сооружения,
- технико-экономическое сравнение вариантов сооружения, выбор оптимального варианта,
- расчётное обоснование выбранного варианта сооружения,
- расчётные и поясняющие схемы.

На чертеже показываются:

- рассмотренные варианты конструкции и их технико-экономические показатели,
- результаты расчётного обоснования выбранного варианта конструкции.

Вопросы к защите курсовой работы:

- Как выбирались конструкция и габариты сооружения?
- Какие расчёты проводились при обосновании конструкции сооружения?
- На какие нагрузки рассчитано сооружение?
- Какие расчётные случаи рассматривались при расчётном обосновании?
- Какие нагрузки входят в основное и особое сочетание нагрузок?
- Какие показатели служат критериями работоспособности сооружения?

Запишите их в виде формул.

- Как осуществлялся выбор оптимального варианта конструкции сооружения?
- Какие выводы о работоспособности сооружения позволило сделать его полное расчётное обоснование.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины:

Примерные вопросы к зачёту и экзамену:

По теме «Бетонные плотины»:

1. Мероприятия по улучшению скальных оснований бетонных плотин
 2. Виды облегченных бетонных гравитационных плотин: конструкции, преимущества и недостатки, пути дальнейшего облегчения и удешевления.
 3. Бетонные гравитационные плотины, заанкеренные в основание
 4. Расчет напряженного состояния бетонной гравитационной плотины элементарным методом
 5. Термический режим массивных бетонных плотин в строительный период.
- Мероприятия по борьбе с экзотермией
6. Водосбросы в бетонных гравитационных и контрфорсных в плотинах
 7. Применение малоцементного бетона в массивных плотинах
 8. Схемы расчета прочности контрфорсных плотин
 9. Расчет устойчивости контрфорсных плотин против сдвига
 10. Расчет прочности контрфорсных плотин с плоским напорным перекрытием элементарным методом
 11. Водосбросы в контрфорсных плотинах
 12. Схемы расчета арочной плотины по методу арок-консолей
 13. Элементарный метод расчета массивно-контрфорсных плотин
 14. Схемы расчета прочности контрфорсов и арок многоарочных плотин
 15. Расчет прочности плоского напорного перекрытия и оголовков контрфорсных плотин
 16. Влияние ширины створа на характер работы арочных плотин
 17. Водосбросы в арочных плотинах
 18. Расчет арочных плотин по методу арок-центральной консоли
 19. Расчет береговых примыканий арочных плотин
 20. Методы расчета прочности арочной плотины, их классификация

По теме «Грунтовые плотины»:

21. Понятие о поровом давлении и консолидация грунтов ядра или экрана.
22. Подбор состава переходных зон и дренажей в теле грунтовой плотины.
23. Особенности проектирования и строительства грунтовых плотин в суровых климатических условиях.
24. Деформируемость грунтов тела плотины.
25. Прочность грунтов тела плотины.
26. Особенности напряжённо-деформированного состояния каменно-земляных плотин. Проверка возможности гидравлического разрыва ядра.
27. Принципы возведения грунтовых плотин направленным взрывом.
28. Выбор толщины и наклона ядра из условия обеспечения его надёжности на трещинообразование.
29. Методы расчёта устойчивости откосов плотины. Учёт сейсмических сил и порового давления.
30. Конструкции каменных плотин с железобетонным экраном
31. Применение асфальтобетона для противофильтрационных элементов каменных плотин.

По теме «Водопрпускные сооружения»:

32. Способы сопряжения бьефов за водосбросами: преимущества, недостатки и области применения.
33. Шахтные водосбросы: общее устройство, принципы гидравлического расчета
34. Быстротоки: общее устройство, принципы гидравлического расчета
35. Туннельные водосбросы: общее устройство, принципы гидравлического расчета
36. Водосбросные галереи водосбросы: общее устройство, принципы гидравлического расчета
37. Каналы: назначение, продольный и поперечный профили,
38. Водопроводящие сооружения на каналах (дюкеры, акведуки, лотки, селепроводы, трубы под каналами): их назначение и устройство.
39. Виды облицовок и одежд каналов, их назначение.
40. Виды водозаборов.

По теме «Комплексные гидроузлы»:

41. Состав и компоновка низконапорных гидроузлов
42. Руслловая компоновка средненапорных гидроузлов
43. пойменная и полупойменная компоновка средненапорных гидроузлов
44. Компоновка средневысоконапорных гидроузлов с грунтовыми плотинами
45. Компоновка высоконапорных гидроузлов с бетонными плотинами
46. Компоновка высоконапорных гидроузлов с грунтовыми плотинами

По теме «Сооружения гидроэлектростанций»:

47. Конструкции водоприёмников ГЭС и ГАЭС различных типов
48. Способы защиты ото льда, мусора и наносов
49. Сооружения деривационных ГЭС и их назначение
50. Безнапорные деривационные водоводы
51. Отстойники
52. Бассейны суточного регулирования
53. Напорные станционные водоводы, их виды и конструкции.
54. Понятие о гидравлическом ударе. Уравнительные резервуары.
55. Классификация зданий ГАЭС по напору и конструктивному решению.
56. Руслловые несовмещённые здания ГЭС: компоновка и конструкции.

57. Руслловые здания ГЭС, совмещённые с донными и поверхностными водосбросами
58. Здания ГЭС с горизонтальными капсульными агрегатами
59. Компановка приплотинных зданий ГЭС с различными типами плотин
60. Открытые и полуоткрытые здания ГЭС
61. Подземные и полуподземные здания ГЭС
62. Проектирование подводной части руслловых и приплотинных зданий ГЭС.
63. Конструкция верхнего строения машзала, определение ее высоты и размеров в плане.
64. Монтажная площадка здания ГЭС: назначение и определение габаритов.

По теме «Фильтрационный и температурный режим сооружений»:

65. Возможные последствия воздействия температуры на гидротехнические сооружения.
66. Факторы, определяющие температурный режим гидротехнических сооружений в строительный и эксплуатационный периоды.
67. Экзотермия цемента и ее влияние на температурный режим массивных бетонных сооружений.
68. Мероприятия по снижению температурных воздействий на гидротехнические сооружения в строительный период.
69. Мероприятия по снижению температурных воздействий на гидротехнические сооружения в эксплуатационный период.
70. Закон Фурье. Понятие о температурном градиенте.
71. Стационарный температурный режим плоской конструкции при воздействии температурных колебаний с 1-ой или 2-х сторон с граничными условиями 1-го и 3-го рода на поверхностях.
72. Понятие о коэффициенте затухания и сдвиге фаз колебаний температуры.
73. Основные зависимости теории термоупругости.
74. Определение температурных напряжений в плите с различными граничными условиями.
75. Температурный режим и термонапряженное состояние массивных бетонных гравитационных плотин.
76. Температурные напряжения в "бесконечном клине".
77. Температурный режим и термонапряженное состояние контрфорсных плотин.
78. Температурный режим и термонапряженное состояние арочных плотин.
79. Температурно-усадочные и конструктивные швы в арочных плотинах
80. Влияние температуры замоноличивания арочных плотин на их термонапряженное состояние
81. Основное уравнение фильтрации.
82. Методы решения фильтрационных задач
83. Решение фильтрационных задач. Граничные условия в фильтрационных задачах. Построение депрессионной поверхности. Определение фильтрационного расхода.

По теме «Напряжённо-деформированное состояние плотин при статических нагрузках»:

84. Построение физических и математических моделей бетонных плотин.
85. Построение физических и математических моделей грунтовых плотин.
86. Вариационный принцип и основное уравнение МКЭ.
87. Особенности применения метода конечных элементов в задачах с физической нелинейностью. Методы решения задач напряженно-деформированного состояния сооружений.

88. Учёт последовательности возведения и нагружения сооружения при расчётах напряжённо-деформированного состояния.

89. Контактные конечные элементы для моделирования швов и трещин.

90. Особенности напряжённо-деформированного состояния бетонных плотин.

91. Особенности напряжённо-деформированного состояния грунтовых плотин.

По теме «Сейсмостойкость плотин»:

92. Природа сейсмических нагрузок. Понятие о землетрясении.

93. Свободные колебания математического маятника при отсутствии трения. Колебания с затуханием. Собственные значения и собственные формы колебания систем с большим числом степеней свободы.

94. Методы определения форм и частот собственных колебаний плотин. Затухание в системе, методы его определения.

95. Методы определения сейсмической силы. Линейно-спектральная методика. Использование аналоговых форм собственных колебаний. Учет присоединённой массы воды.

96. Динамический метод определения сейсмических сил. Основное дифференциальное уравнение колебаний при расчете на акселерограмму.

По теме «Научные проблемы проектирования водосбросов»:

97. Воздействие высоконапорных потоков на сооружения.

98. Режимы сопряжения бьефов и способы гашения избыточной энергии потока.

99. Отброс струи, свободное падение струи. Расчет дальности отлета струи.

100. Расчет местных размывов за высоконапорными сооружениями.

101. Основные понятия, используемые при гидравлических расчетах высоконапорных водосбросов. Типы течений. Пульсации скоростей. Кинетическое давление. Коэффициент гидравлического трения. Осредненная местная скорость турбулентного потока. Истечение из отверстий, коэффициент сжатия струи.

102. Кавитация и кавитационная эрозия. Критическое давление и критический вакуум. Число кавитации. Кавитационная эрозия. Прогноз кавитации.

103. Аэрация потоков и свободных струй. Механизм образования аэрации и структура аэрированного потока.

104. Критерий начала аэрации. Ориентировочный расчет глубины аэрированного потока.

105. Образование косых волн в бурном потоке и его влияние на работу быстротока. Мероприятия по борьбе с образованием косых волн.

106. Принципы устройства поворотов на трассе водосбросов с бурным движением водного потока.

107. Расчет поворотов. Расчет расширяющихся участков.

108. Принципы выбора конструкции напорного тракта высоконапорного водосброса.

109. Сифонные водосбросы. Режим работы сифона, ограничения по работе. Назначение сифонов. Пропускная способность.

110. Шахтные и вихревые водосбросы.

111. Траншейный водосброс.

По теме «Вопросы проектирования грунтовых плотин»:

112. Особенности работы грунтовых плотин в суровых климатических условиях Севера. Талые и мёрзлые плотины.

113. Противофильтрационные устройства грунтовых плотин в суровых климатических условиях Севера. Температурный режим плотин.

114. Поровое давление. Определение порового давления методом компрессионной кривой.

115. Поровое давление. Определение порового давления методом теории фильтрационной консолидации.

116. Изменение порового давления в процессе строительства и эксплуатации плотин. Консолидация грунтов.

117. Виды взрывонабросных плотин. Принципы проектирования профиля взрывонабросных плотин.

По теме «Научные проблемы проектирования гидроэлектростанций»:

118. Водно-энергетические расчёты, методы их выполнения.

119. Техничко-экономическое обоснование выбора установленной мощности ГЭС.

120. уравнение Эйлера и анализа кинематических и энергетических характеристик режимов работы гидротурбин.

121. Переходные процессы в гидромашинах.

122. Натурные и модельные испытания гидромашин.

123. Гидравлический удар и способы его моделирования.

124. Моделирование работы уравнительных резервуаров.

125. Волнообразование в деривации гидроэлектростанции.

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 ВПО «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 ВПО «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	Речные гидроузлы и гидроэлектростанции	Гидротехнические сооружения : Учеб. для вузов : в 2ч. под ред. Л.Н.Расказова, – М.: АСВ, 2011	44	25
		ЭБС АСВ		
1	Речные гидроузлы и гидроэлектростанции	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	25
2	Речные гидроузлы и гидроэлектростанции	Чумаченко А.Н. Инженерно-геологические изыскания в гидротехническом строительстве. Методы и технические средства [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Чумаченко А.Н., Красилов А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 107 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16391 .— ЭБС «IPRbooks», по паролю	25

3	Речные гидроузлы и гидроэлектростанции	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	25
4	Речные гидроузлы и гидроэлектростанции	Типовая инструкция по эксплуатации гидротехнических сооружений гидроэлектростанций П 79-2000 [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2012.— 64 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22764 .— ЭБС «IPRbooks», по паролю	25
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ МГСУ		
		ЭБС АСВ		

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 литературе, 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 (%)
3	Водопропускные сооружения	Классификация водопроводящих сооружений	Слайд-презентация «Водопроводящие сооружения гидроузлов. Часть 1.»	100%

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Бетонные плотины	Взаимодействие гидротехнических сооружений с основанием. Проектирование контрфорсной	Autodesk AutoCAD Microsoft Office	Учебная бесплатная версия Open License

		плотины. Проектирование арочной плотины Расчёт напряжённого состояния арочной плотины методом арок-центральной консоли.		
2	Грунтовые плотины	Фильтрационные расчёты грунтовых плотин. Подбор зернового состава переходных зон и фильтров. Расчёт устойчивости откосов грунтовой плотины.	Autodesk AutoCAD Microsoft Office	Учебная бесплатная версия Open License
3	Водопропускные сооружения	Уравнение пропускной способности напорного водосброса. Строительные водосбросы. Быстроток.	Autodesk AutoCAD Microsoft Office	Учебная бесплатная версия Open License
4	Гидроэлектростанции и гидромашин	Подбор турбин. Приведенные параметры и характеристики гидротурбин Гидравлический расчет напорного водоприемника ГЭС. Разработка деривационной схемы концентрации напора. Расчет отстойника ГЭС. Устройство здания ГЭС	Autodesk AutoCAD Microsoft Office	Учебная бесплатная версия Open License
5	Фильтрационный и температурный режимы сооружений.	Расчет термонапряженного состояния бетонной гравитационной плотины методом теории упругости («бесконечный клин»). Расчет температурного режима плоского напорного перекрытия контрфорсной плотины. Расчёт напряжённого	Autodesk AutoCAD Microsoft Office	Учебная бесплатная версия Open License

		состояния арочной плотины методом арок-центральной консоли.		
6	Напряжённо- деформированное состояние плотин при статических нагрузках	Численное моделирование напряженно- деформированного состояния бетонных плотин методом конечных элементов. Напряженно- деформированное состояние грунтовой плотины с железобетонным экраном. Численное моделирование напряженно- деформированного состояния бетонных плотин в пространственной постановке.	Autodesk AutoCAD Microsoft Office	Учебная бесплатная версия Open License
			CRACK; NDS-N	Разработано ППС МГСУ
7	Сейсмостойкость плотин	Методика определения сейсмических нагрузок по ЛСМ. Динамический метод определения сейсмических нагрузок в плотине.	Autodesk AutoCAD Microsoft Office	Учебная бесплатная версия Open License
			CRACK; NDS-N	Разработано ППС МГСУ

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 «Речные гидроузлы и гидроэлектростанции» 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	Лекция	Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практическое занятие	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, 503г УЛБ, Лаборатория "Гидротехнических сооружений"

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 08.04.01 «Строительство» (уровень магистратуры).