

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

## «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.9.1	Речные гидроузлы и гидроэлектростанции

Код направления подготовки	08.03.01
Направление подготовки	Строительство
Наименование ОПОП (профиль)	Гидротехническое строительство (академический бакалавриат)
Год начала подготовки	2013-2014
Уровень образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная

#### Разработчики:

должность	ученая степень, звание	Подпись	ФИО
профессор	д.т.н., профессор		Анискин Н.А.
профессор	к.т.н., с.н.с.		Берлин В.В.
профессор	к.т.н., доцент		Бестужева А.С.
<u>доцент</u>	к.т.н., доцент		Сайнов М.П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Гидротехнического строительства

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

Рабочая программа утверждена и согласована:

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

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Речные гидроузлы и гидроэлектростанции» является расширение и углубление знаний студента в вопросах проектирования и строительства речных гидротехнических сооружений и 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
Знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	ПК-1	<b>Знает</b> о существовании и основном содержании нормативных документов, относящихся к проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций: в том числе федеральные законы, постановления правительства РФ, своды правил, стандарты Федеральной гидрогенерирующей компании РусГидро и других организаций в сфере проектирования и строительства энергетических гидроузлов .	31
		<b>Умеет</b> находить и использовать нормативную документацию, относящуюся к проектированию, строительству гидроузлов энергетического назначения	У1
		<b>Имеет навыки</b> использования нормативной базы для решения вопросов проектирования и строительства энергетических гидроузлов	Н1
Владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования	ПК-2	<b>Знает</b> о возможностях универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования; прикладных программ для решения конкретных задач проектирования сооружений энергетических гидроузлов	32
		<b>Имеет навыки</b> использования универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования, для решения конкретных задач проектирования сооружений энергетических гидроузлов	Н2
Способность участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности	ПК-4	<b>Умеет</b> выбрать тип и конструкцию гидросооружений энергетических гидроузлов, исходя из природных условий, минимизации затрат и сроков строительства, обеспечения необходимого уровня его безопасности; провести сравнение вариантов.	У3
		<b>Имеет навыки</b> проектирования и расчёта гидротехнических и гидроэнергетических сооружений, подготовки и оформления проектной и рабочей документации, чертежей гидротехнических сооружений основного оборудования, отдельных строительных конструкций с использованием стандартных прикладных графических программных	Н3

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
		средств.	
Знание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности	ПК-13	<b>Знает</b> основные тенденции развития теории и практики проектирования сооружений и оборудования энергетических гидроузлов; примеры внедрения инноваций в гидротехническом строительстве и гидроэнергетике.	34

### 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 подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата), профиль «Гидротехническое строительство» и является дисциплиной по выбору.

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

- «Математика»,
- «Информатика»
- «Физика»,
- «Механика»,
- «Основы гидравлики»,
- «Инженерная гидрология»,
- «Строительные материалы»,
- «Инженерные системы зданий и сооружений.
- «Общая электротехника и электроснабжение»,
- «Гидравлика гидротехнических сооружений»,
- «Железобетонные конструкции в гидротехнике»,
- «Гидромеханическое оборудование и металлические конструкции»,
- «Гидротехнические сооружения общего назначения».
- «Прочность и устойчивость гидросооружений»,
- «Гидроэлектростанции и гидромашин».

*Требования к входным знаниям, умениям и владениям студентов:*

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

Знать:

- виды нагрузок и воздействий на здания и сооружения;
- виды грунтов и их физико-механические свойства,
- основы гидравлики, в т.ч. гидравлики гидротехнических сооружений,
- основы геологии и гидрогеологии,
- теоретические основы и основные методы сопротивления материалов и строительной механики,
- основы механики грунтов, виды грунтов и их физико-механические свойства,
- виды строительных материалов, их физико-механические свойства и технологию изготовления,
- теоретические основы расчётов прочности и устойчивости сооружений на различные виды нагрузок и воздействий;

- способы учёта в расчётах прочности взаимодействия сооружения с основанием;
- основы методов расчёта напряжённо-деформированного состояния массивных конструкций;
- основы теории колебаний и способы определения динамических нагрузок;
- гипотезы основных теорий прочности материалов;
- назначение и состав речных гидроузлов,
- виды плотин и водопропускных сооружений,
- состав конструкций плотин различных типов,
- методы расчёта прочности и устойчивости водоподпорных сооружений,
- состав конструкций водосбросов,
- основные типы механического оборудования гидросооружений,
- требования к конструкциям гидросооружений общего назначения,
- типы и конструкции искусственных водных путей,
- иметь представление о видах водного транспорта и их характеристиках,
- устройство гидравлических машин различных типов,
- характеристики и методику их подбора
- состав энергетических сооружений гидроэлектростанций,

*Уметь:*

- самостоятельно работать на компьютере, использовать вычислительные программы для решения инженерных задач,
- владеть навыками оформления строительных чертежей,
- определять нагрузки на водоподпорные сооружения;
- составлять расчётные схемы сооружений;
- использовать математический аппарат при решении профессиональных задач,
- решать простейшие задачи гидрогеологии,
- выполнять гидравлические расчеты элементов гидротехнических сооружений, водоводов, естественных русел,
- вести расчёты несущей способности оснований сооружений, владеть навыками проектирования фундаментов,
- вести расчёты строительных конструкций, владеть навыками их конструирования,
- вести расчёт прочности статически определимых и неопределимых стержневых конструкций,
- определять внутренние усилия и напряжения в конструкции, её перемещения;
- определять напряжения в массивных сооружениях при статических и динамических нагрузках;
- выбирать тип гидротехнических сооружений в зависимости от геологических, гидрологических, климатических и др. условий створа строительства,
- вести расчёты прочности и устойчивости плотин,
- определить необходимые габариты сооружений водных путей,
- выбрать тип и габариты конструкции судоходного шлюза,
- подбирать основное оборудование ГЭС и ГАЭС;

*Владеть:*

- навыками работы на компьютере,
- навыками решения гидравлических и статических задач.

*Дисциплина «Речные гидроузлы и гидроэлектростанции» является завершающей освоение основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Строительство», профиль «Гидротехническое строительство» и предшествует государственной итоговой аттестации.*

**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: 13 зачетных единиц, 468 академических часа;

*Структура дисциплины:*

*Форма обучения – очная*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися				КСР		
				Лекции	Практико-ориентированные занятия					
				Лабораторный практикум	Практические занятия	сультации по				
1	Проектирование грунтовых плотин	7	1-2	8	-	12			20	Коллоквиум
2	Береговые водосбросы	7	2-7	12	-	12			20	Коллоквиум
3	Гидромеханическое оборудование водосбросов	7	7-8	6	-	4			10	контрольная работа №1
4	Городские водные объекты и гидросооружения	7	8-11	6	-	6			10	РГР №1
5	Гидротехнические туннели	7	11-13	6	-	6			10	Коллоквиум
6	Гидроэлектростанции и их оборудование	7	13-18	16	-	14			20	контрольная работа №2
	<i>Всего за 7 семестр</i>			54		54		18	90	<i>зачёт</i>
7	Бетонные плотины на скальном основании	8	1-2	16		14			25	Коллоквиум
8	Теплотехнические расчёты гидросооружений	8	2-4	8		6			15	
9	Численное моделирование бетонных плотин	8	4-6	12		10			20	
10	Сейсмостойкость плотин	8	7-8	10		6			30	Коллоквиум
11	Сооружения ГЭС и ГАЭС	8	8-10	14		14			25	коллоквиум
	<i>Всего за 8 семестр</i>			60		50		27	115	<i>Экзамен, Курсовой проект</i>

	Итого:			114	0	104		45	205	Зачет, экзамен, курсовой проект
--	--------	--	--	-----	---	-----	--	----	-----	---------------------------------------

## 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 (темы)	Содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	<b>Проектирование грунтовых плотин</b>	<p>Классификация грунтовых плотин по материалам, по конструкции, способам производству работ и пропуску эксплуатационных расходов, по высоте и т.д. Цели и задачи проектирования грунтовых плотин.</p> <p>Грунт – строительный материал тела плотины. Классификация грунтов. Водопроницаемость грунтов, прочность. Назначение плотности глинистых грунтов в сооружении; понятие об оптимальной влажности и поровом давлении. Плотность песчаных и крупнозернистых грунтов в теле плотины. Деформируемость грунтов.</p> <p>Назначение основных размеров грунтовых плотин. Определение отметки гребня плотины, заложение откосов. Бермы, их назначение. Противофильтрационные устройства плотины из грунтовых и негрунтовых материалов. Сопряжение плотины с основанием.</p> <p>Фильтрация в грунтовых плотинах. Однородная плотина на непроницаемом основании. Особенности фильтрационных расчетов в плотинах с дренажами и на проницаемом основании.</p> <p>Переходные зоны и дренажи. Зерновой состав переходных зон и фильтров. Подбор зернового состава из условия суффозии, контактного выпора, из условия кольматации.</p> <p>Земляные плотины. Намывные земляные плотины. Методы намыва.</p> <p>Каменно-земляные и каменные плотины. Конструкции плотин. Типы и конструкции противофильтрационных устройств из грунтовых и негрунтовых материалов. Ядра. Экраны. Диафрагмы. Сопряжение плотины с основанием.</p> <p>Расчет устойчивости откосов грунтовой плотины по круглоцилиндрическим и плоским поверхностям скольжения. Метод Терцаги. Учет сейсмических сил.</p> <p>Особенности конструирования и проектирования грунтовых плотин в суровых климатических условиях. Методы замораживания тела плотин.</p>	8
2	<b>Береговые водосбросы</b>	<p>Классификация береговых водосбросов и задачи их гидравлических расчетов.</p> <p>Виды строительных водосбросов в гидроузлах с грунтовыми плотинами. Способы использования строительных водосбросов для пропуска расходов в эксплуатационный период (в т.ч. для водоспусков). Выбор типа строительного и эксплуатационного водосбросов.</p> <p>Водоприёмники автоматического действия и условия их примене-</p>	4

		<p>ния. Естественные водосбросы.</p> <p>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.</p> <p>Пропускная способность двухъярусных водоприёмников.</p>	
		<p>Воздействие высокоскоростных потоков на сооружение : кавитация, аэрация, динамические нагрузки, волнообразование, значительная кинетическая энергия потока, сбрасываемого в НБ.</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> <p>Структура аэрированного потока и его параметры. Самоаэрация и искусственная аэрация. Механизм самоаэрации. Расчет распределения концентрации воздуха по глубине. Аэрация отброшенной струи. Захват воздуха гидравлическим прыжком.</p> <p>Вентиляция водоводов замкнутого сечения при безнапорном движении. Аэраторы и их расчет. Виды волн на водосбросах и их причин. Расчет сужающегося безнапорного водовода с учетом влияния волн возмущения. Спонтанное волнообразование. Расчет свободной поверхности потока на участках поворота водовода.</p>	2
		<p>Элементы конструкции шахтного водосброса и задачи их гидравлического расчёта.</p> <p>Кольцевой водослив и его пропускная способность. Факторы, влияющие на пропускную способность кольцевого водослива.</p> <p>Гидравлический расчёт шахты. Назначение дефлектора и его влияние на гидравлический режим и пропускную способность шахтного водосброса.</p> <p>Гидравлический режим отводящего туннеля и его расчёт.</p>	2
		<p>Понятие быстротока и состав сооружений, составляющих водосброса-быстротока.</p> <p>Трассирование быстротока (вертикальное и в плане). Выбор уклона.</p> <p>Виды водоприёмников быстротоков, условия их применения. Траншейный водоприёмник.</p> <p>Сбросная часть быстротока. Очертание в плане. Задачи гидравлического расчёта. Влияние явлений аэрации и волнообразования на конструкцию быстротока. Конструкции лотка быстротока. Повороты быстротока с помощью виражей.</p> <p>Виды сопряжения бьефов и их технико-экономическое сравнение.</p> <p>Сопряжение бьефов гидравлическим прыжком в плавно расширяющемся русле.</p> <p>Сопряжение бьефов отбросом струи с трамплина. Задачи гидравлического расчёта. Определение длины отлёта струи. Оптимальный угол носка трамплина. Определение глубины ямы размыва для потока, отброшенного с трамплина.</p> <p>Расчет рассеивающих трамплинов.</p>	4
3	<b>Механическое оборудование водосбросов</b>	<p>Механическое оборудование водосбросных плотин.</p> <p>Поверхностные затворы. Классификация поверхностных затворов. Плоские затворы (конструкции, область применения, перспективы). Сегментные и вальцовые затворы. Секторные, клапанные и крышевидные затворы и другие виды затворов.</p> <p>Глубинные затворы. Классификация глубинных затворов. Плоские, сегментные, дисковые, цилиндрические, игольчатые, конусные, клиновидные затворы. Конструкции, область применения.</p> <p>Затворы водосбросных плотин, назначение и классификация. Плоские затворы (конструкции, область применения). Опорно-ходовые части и уплотнения плоских затворов. Сегментные и вальцовые за-</p>	6

		<p>творы. Секторные, клапанные и крышевидные затворы. Оборудование для маневрирования затворами. Усилия для подъёма и опускания затворов. Эксплуатация и ремонт затворов. Затворы автоматического действия. Затворы “Гидроплюс”.</p> <p>Особенности затворов высоконапорных водосбросов. Устройство глубинных плоских и сегментных затворов. Уплотнения глубинных затворов, их устройство и особенности. Задвижки. Дисковые и шаровые затворы. Конусные и игольчатые затворы.</p> <p>Затворные камеры туннельных водосбросов : устройство, габариты.</p> <p>Виды гидравлических режимов при работе водосбросных галерей и туннелей, условия их возникновения. Выбор расположения помещения затворов. Конструкции затворных камер туннелей и башенных водоприёмников.</p>	
4	<b>Городские водные объекты и гидросооружения</b>	<p>Особенности режима городских водных объектов. Природные водные объекты в городе.</p> <p>Задачи, решаемые городской гидротехникой. Искусственные водные объекты в городе.</p> <p>Основные водопользователи и водопотребители в составе городских комплексов. Комплексное использование водных ресурсов городских водных объектов.</p> <p>Мероприятия по водному благоустройству городов (городских водных объектов, зон отдыха, спортивных баз, туристических комплексов и др.). Влияние городских водных объектов на природную обстановку в городе.</p> <p>Защита городских территорий от затопления. Основные способы защиты. Особенности регулирования речного стока в условиях города. Выправление русел (спрямления, обводные каналы). Примеры выправления русел в черте г. Москвы.</p> <p>Обвалование и подсыпка территории. Состав гидросооружений системы обвалования городской территории. Примеры г. Казани и Костромы.</p> <p>Канализация водотоков в городе. Реконструкция рек и водоёмов. Система дождевой канализации в городе. Пруды-регуляторы поверхностного стока. Дренажные системы в городе.</p> <p>Особенности берегозащитных сооружений в городе, решаемые ими задачи. Берегоукрепительные одежды,</p> <p>Набережные. Профили набережных. Типы конструкций набережных. Типы городских прудов. Пруды как элемент городского ландшафта и водных рекреаций.</p> <p>Особенности водного питания и водных режимов прудов. Водохозяйственный расчёт прудов. Фильтрационный расчёт пруда.</p> <p>Каскадный и террасный принципы создания прудов.</p> <p>Гидротехнические сооружения прудов. Особенности конструкций грунтовых плотин и водосбросов прудов.</p> <p>Виды загрязнений водной среде в городе. Основы законодательства по охране водных ресурсов.</p> <p>Показатели качества воды. Санитарно-технический контроль за состоянием водных объектов. Контроль и предотвращение сбросов загрязнений в водные объекты..</p> <p>Водоохранные мероприятия, прибрежные зоны. Благоустройство берегов рек и водоёмов. Влияние аэрации воды на экологическое состояние водоёма</p> <p>Обеспечение санитарного водообмена. Подпитка прудов из водопровода и подземными водами.</p>	6
5	<b>Гидротехнические туннели</b>	<p><i>Типы подземных гидротехнических сооружений.</i> Назначение подземных сооружений в гражданском и гидротехническом строительстве. Классификация подземных гидротехнических сооружений по назначению, условиям работы и др. Класс подземных сооружений.</p> <p><i>Инженерно-геологические изыскания и исследования.</i> Задачи изучения геологического строения горного массива. Виды изысканий. Ин-</p>	2



		<p>женерно-геологические исследования.  Напластование и трещиноватость пород. Давление горных пород. Исследование физико-механических свойств горных пород.  Инженерные классификации массивов горных пород. Приближённый метод М.М. Протодяконова для определения величины горного давления. Коэффициент крепости пород.  <i>Продольный и поперечный профили подземных сооружений</i>  Формы поперечных сечений гидротехнических туннелей и условия их применения. Трасса гидротехнических туннелей.</p>	
		<p><i>Материалы для подземных конструкций</i> Бетон и набрызгбетон. Заполнители для бетона. Латексный и другие низко модульные бетоны. Металл: арматура; листовая сталь; прокат для крепи. Материалы для растворов и покрытий.  <i>Конструирование обделок туннелей.</i> Гидроизоляция подземных сооружений. Дренаж подземных сооружений. Обделки безнапорных и напорных гидротехнических туннелей. Обделки из набрызгбетона. Обделки из монолитного бетона и железобетона.  Сборные обделки. Комбинированные обделки. Выбор типа обделок.</p>	4
6	<b>Гидроэлектростанции и их оборудование</b>	<p>Гидроэнергетические ресурсы. Принципы работы гидроэлектростанций. Значение ГЭС для энергосистемы. Плотинные, деривационные и комбинированные схемы использования гидроэнергетических ресурсов Водно-энергетические расчеты. Выбор установленной мощности ГЭС. Схемы каскадов ГЭС на водотоках. ГАЭС и их роль в энергосистеме.</p>	4
		<p>Реактивные и активные гидротурбины. Виды гидротурбин и области их применения. Номенклатуры гидравлических турбин. Конструкции осевых, радиально-осевых, ортогональных и ковшовых гидротурбин. Обратимые гидромашины  Турбинные камеры: виды и основы конструирования. Назначение и конструкции отсасывающих труб гидротурбин. Кавитация в гидротурбинах и её влияние на определение допустимой высоты отсасывания.  Универсальные, эксплуатационные и линейные и характеристики гидротурбин. Порядок подбора гидротурбин на гидроэлектрических станциях.</p>	8
		<p>Гидрогенераторы, их назначение, типы, системы охлаждения; приближённое определение габаритов.  Система автоматического регулирования турбин.  Механическое оборудование зданий гидроэлектростанций. Ремонтные и аварийно-ремонтные затворы. Предтурбинные затворы на напорных водоводах и их подбор. Краны зданий ГЭС: типы, грузоподъёмность, габариты. Главные схемы электрических соединений ГЭС. Силовые трансформаторы и их типы (однофазные, трёхфазные и др.). Электрические распределительные устройства</p>	4
7	<b>Бетонные плотины на скальном основании</b>	<p>Требования к прочности материала плотин и устойчивости плотин в целом. Анализ профиля плотин. Влияние основания на профиль плотины. Профили глухих и водосливных плотин.  Гравитационные плотины на скальных основаниях. Типы конструкции. Расчет прочности плотины элементарным методом. Учет совместной работы плотины и основания. Зонирование бетона. Расчет устойчивости плотины на сдвиг. Разрезка плотины швами. Облегчённые гравитационные плотины. Водосбросы в гравитационных плотинах.  Виды действующих нагрузок на бетонные плотины и их расчетные сочетания. Силовое воздействие воды. Определение фильтрационного противодействия на подошву плотины на скальном основании. Значение температурных воздействий для напряжённого состояние бетонных плотин.  Конструкции гравитационных плотин. Схема их статической работы. Условия выбора профиля плотины. Состав расчётов.</p>	8

		<p>Применение элементарного метода для определения напряжений в теле плотины. Построение изостат и траекторий напряжений. Расчёт напряжённого состояния методом теории упругости. Основные допущения, граничные условия и схема решения задач. Возможности методов и их сравнение.</p> <p>Методы расчета напряжённо-деформированного состояния сооружения, основанные на вариационных принципах. Основные положения методов. Метод Ритца и метод Бубнова-Галеркина. Назначение и требование к аппроксимирующим функциям. Схема решения задач.</p>	
		<p>Типы контрфорсных плотин, условия их применения. Общая теория расчета контрфорсов.</p> <p>Схема работы и классификация контрфорсных плотин.</p> <p>Конструкции контрфорсных плотин различных типов (с массивным оголовком, с плоским напорным перекрытием, многоарочные). Характеристики контрфорсных плотин, область их применения, пути дальнейшего удешевления.</p> <p>Расчет прочности контрфорсных плотин. Общий расчет прочности элементарным методом. Расчет прочности напорных перекрытий (плоских и арочных). Водосбросы контрфорсных плотин.</p>	6
		<p>Типы арочных плотин, условия их применения. Общая характеристика, классификация, благоприятные условия для строительства арочных плотин. Конструкции арочных плотин, формы профиля, их вписывание в местность.</p> <p>Методы статических расчетов арочных плотин (методы независимых арок, арок-консолей, пробных нагрузок, оболочек, теории упругости). Учет податливости основания в расчетах арочных плотин. Анализ и возможности регулирования характера статической работы арочных плотин. Примыкание арочных плотин к берегам. Понятие о термическом режиме. Водосбросы арочных плотин.</p>	2
8	<b>Теплотехнические расчёты гидросооружений</b>	<p><i>Введение в теорию теплопередачи</i></p> <p>Факторы, определяющие температурный режим гидротехнических сооружений в строительный и эксплуатационный периоды. Мероприятия по снижению температурных воздействий на гидротехнические сооружения.</p> <p><i>Теоретические основы теплопередачи</i></p> <p>Закон Фурье. Вывод основного дифференциального уравнения теории теплопроводности, типы граничных условий, начальные условия.</p> <p><i>Решения некоторых прикладных задач теплопередачи</i></p> <p>Стационарный и нестационарный температурный режим плоской конструкции (однослойной, многослойной) при воздействии температурных колебаний с 1-ой или 2-х сторон с граничными условиями 1-го и 3-го рода на поверхностях. Аналитические решения дифференциального уравнения теории теплопроводности. Понятие о коэффициенте затухания и сдвиге. Среды температурных колебаний.</p> <p><i>Температурный режим и термонапряженное состояние массивных бетонных сооружений: гравитационных, контрфорсных, арочных плотин.</i></p>	8
9	<b>Численное моделирование бетонных плотин</b>	<p>Построение физических и математических моделей. Контактные элементы для моделирования швов и трещин.</p> <p>Особенности применения метода конечных элементов в задачах с физической нелинейностью. Методы решения.</p>	6
		<p>Построение моделей сооружения.</p> <p>Решение фильтрационных задач. Граничные условия в фильтрационных задачах. Построение депрессионной поверхности. Определение фильтрационного расхода.</p> <p>Решение температурных задач. Граничные условия в температурных задачах. Расчётные моменты времени.</p>	6
10	<b>Сейсмостойкость плотин</b>	<p>Строение земной коры, тектонические процессы в ней и причины землетрясений. Классификация землетрясений. Сейсмические волны.</p>	2

		Их типы. Определение местоположения очага землетрясения, эпицентра. Шкалы балльности (JMA,RF,MSK-64), шкалы магнитуд (шкала Рихтера, шкала Канамори). Аналоговые и синтезированные акселерограммы. Спектральный анализ акселерограмм. Сейсмографы, принципиальная схема устройства.	
		Свободные колебания математического маятника при отсутствии трения. Определение жесткости, массы и частоты собственных колебаний. Колебания с затуханием. Собственные значения и собственные формы колебания систем с большим числом степеней свободы. Характеристическое уравнение и принцип его решения (методы Шварца-Пиккарда, обратных итераций, метод Якоби, метод итераций подпространства). Экспериментальные методы определения форм и частот собственных колебаний плотин. Оценка периода основного тона колебаний. Затухание в системе, методы его определения.	4
		Принцип линейно-спектральной методики определения сейсмических сил. Понятие коэффициентов динамичности, коэффициента форм колебаний, физический смысл коэффициента $k_1$ . Использование аналоговых форм собственных колебаний. Учет присоединённой массы воды по Вестергарду. Возможные варианты сложения сейсмических сил по формам собственных колебаний. Динамические методы решения задачи сейсмических колебаний плотины. Основное дифференциальное уравнение колебаний при расчете на акселерограмму. Его решение. Выбор расчетной акселерограммы.	4
11	Сооружения ГЭС и ГАЭС	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. Здания ГЭС с горизонтальными капсульными агрегатами. Приплотинные и деривационные здания ГЭС. Компоновка зданий ГЭС с различными типами плотин. Встроенные здания ГЭС. Открытые и полуоткрытые здания ГЭС.	4
		Конструкции водоприёмников различных типов. Способы защиты ото льда, мусора и наносов. Сооружения деривационных ГЭС. Отстойники. Напорные бассейны. Безнапорные деривационные водоводы (каналы, лотки и туннели). Отстойники. Неустановившееся движение в безнапорных деривационных каналах. Бассейны суточного регулирования. Типы напорных станционных водоводов. Понятие о гидравлическом ударе. Уровнительные резервуары.	6
		Проектирование подводной части и верхнего строения, факторы, определяющие конструкции и размеры. Подземные и полуподземные здания ГЭС. Особенности их компоновки. Особенности конструкций зданий ГАЭС. Монтажная площадка здания ГЭС: назначение и определение габаритов. Высотное положение монтажной площадки и её связь с транспортными коммуникациями.	4

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	Проектирование грунтовых плотин	<p>Зерновые составы грунтов. Прогноз раскладки фракций намываемого грунта по профилю плотины.</p> <p>Прогноз свойств сыпучего грунта по методике Маслова. Назначение показателя относительной плотности. Прогноз водопроницаемости сыпучего грунта. Прогноз свойств глинистого грунта. Прогноз водопроницаемости глинистого грунта.</p> <p><b>Фильтрационные расчёты грунтовых плотин.</b></p> <p>Задачи расчётов. Расчётные случаи.</p> <p>Гидравлический метод расчёта фильтрации в однородной плотине. Формула Дюпюи. Приближённые методы определения положения кривой депрессии в неоднородной плотине. Расчёт фильтрации через узкое ядро.</p> <p><b>Подбор зернового состава переходных зон и фильтров.</b></p> <p>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.</p> <p><b>Расчёт устойчивости откосов грунтовой плотины.</b></p> <p>Устойчивость экрана на оползание по откосу.</p> <p>Теоретические основы расчёта устойчивости откосов по круглоцилиндрической поверхности скольжения. Уравнения равновесия. Методика и алгоритм расчёта вручную методом К.Терцаги.</p> <p>Расчёт устойчивости откосов на ЭВМ. Программный комплекс ОТКОС.</p> <p>Расчет устойчивости откосов с учетом сейсмических нагрузок, с учетом избыточного порового давления.</p> <p>Расчёт порового давления. Расчёт порового давления в ядре грунтовой плотины методом Ничипоровича-Цыбульник.</p> <p>Расчёт обходной фильтрации в теле грунтовой плотины. Составление плановой расчётной схемы обходной фильтрации, выставление граничных условий. Построение карты изогипс графоаналитическим способом. Переход от относительных напоров к уровням воды. Определение уровней воды в приближённых расчётных схемах с помощью номограмм.</p>	12
2	Береговые водосбросы	<p><b>Уравнение пропускной способности напорного водосброса.</b></p> <p>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.</p> <p>Пропускная способность двухъярусных водоприёмников.</p> <p><b>Строительные водосбросы.</b></p> <p>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.</p> <p>Определение габаритов строительного водосброса. Назначение высоты верховой переемычки плотины, технико-экономическая задача. Гидравлические режимы работы строительных водосбросов.</p> <p>Гидравлический расчёт работы строительного водосброса в безнапорном режиме. Определение перепада бьефов по заданной пропускной способности водосброса. Проверка условия возможности перекрытия русла по величине конечного перепада бьефов на банкете.</p> <p><b>Быстроток.</b></p> <p>Задачи конструирования и гидравлического расчёта быстротока.</p> <p>Трассирование быстротока. Выбор уклона быстротока. Осуществление поворотов трассы. Выбор сопряжения бьефов за быстротоком. Выбор удельного расхода потока за быстротоком и ширины быстротока.</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 быстротока. Определение глубины в начале быст-</p>	6

		<p>ротока. Построение кривой спада на быстротока. Расчёт выража быстротока. Расчёт кавитации на элементах конструкции. Учёт самоаэрации потока при определении глубины потока на быстротоке. Определение глубины в конце быстротока.</p> <p>Определение скорости равномерного движения потока воды на быстротоке, прогноз развития аэрации потока и её влияния на глубину потока. Конструкции аэраторов на быстротоках и определение параметров воздухопроводов.</p> <p>Расчёт распределения глубин на выражах быстротока.</p>	
		<p><b>Шахтные водосбросы.</b></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 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> <p>Сопряжение бьефов гидравлическим прыжком в плавно расширяющемся русле. Определение угла расширения бурного потока. Назначение угла расширения водобойного колодца. Определение сжатой глубины. Определение второй сопряжённой глубины потока в плавно расширяющемся русле.</p> <p>Сопряжение бьефов отбросом струи с трамплина. Определение длины отлёта струи. Оптимальный угол носка трамплина. Определение глубины ямы размыва для потока, отброшенного с трамплина.</p> <p>Расчет рассеивающих трамплинов.</p>	6
3	Гидромеханическое оборудование водосбросов	<p>Усилия для подъёма и посадки затворов. Определение усилия для подъёма плоского затвора. Определение усилия для посадки плоского затвора. Использование дожимных грузов и балластов для опускания затворов.</p> <p>Определение усилия для подъёма сегментного затвора. Определение силы трения и реакции в опоре.</p>	4
4	Городские водные объекты и гидросооружения	<p>Конструирование и расчёт набережных различных типов. Конструирование и расчёт уголкового и шпунтовой набережной из сборного железобетона. Конструирование и расчёт устойчивости подпорной стенки из габионов.</p> <p>Фильтрационный расчёт пруда. Определение фильтрационных потерь через тело плотины. Определение фильтрационного расхода через основание плотины. Фильтрация под зубом грунтовой плотины. Приближённый способ определения фильтрационного расхода через борта пруда. Определение времени опорожнения водоёма.</p> <p>Конструирование и расчёт водосброса пруда. Шахтный трубчатый водосброс малого напора. Совмещение водосброса с водоспуском. Гидравлический расчёт шахтного трубчатого водосброса.</p> <p>Переливные грунтовые плотины и водосливные стенки.</p>	6

		Конструирование и расчёт земляной плотины пруда. Выбор типа и профиля малой земляной плотины. Конструирование крепления верхового откоса. Виды дренажей и обратных фильтров малых земляных плотин.	
5	Гидротехнические туннели	Основы расчетов подземных гидротехнических сооружений. Взаимодействие конструкций подземных сооружений с массивом грунтов. Нагрузки, воздействия и их сочетания. Основы расчета обделок гидротехнических туннелей по предельным состояниям. Расчет подземных сооружений методами строительной механики. Расчет подземных сооружений методами механики твердого деформируемого тела. Применение численных методов в расчетах подземных сооружений.	2
		Расчёт свода безнапорного туннеля. Определение границы свода обрушения М.М.Протодяконову. Определение вертикального горного давления по методу М.М.Протодяконова. Расчётная схема свода безнапорного туннеля. Расчёт усилий в своде туннелей методом строительной механики. Расчёт обделки напорного туннеля. Прогноз физико-механических свойств горных пород. Рекомендации по назначению толщины обделки. Определение доли нагрузки, воспринимаемой обделкой. Определение напряжений в обделке туннеля от внутреннего давления методом Галёркина.	2
		Расчёт обделки туннеля методом Метрогипротранса Расчетная схема в виде свода, нагруженного равномерной нагрузкой от горного давления и шарнирной цепи с упругими опорами, моделирующими отпор со стороны вмещающего горного массива. Определение усилий от единичных парных моментов, приложенных в шарнирах расчетной схемы и нагрузки со стороны свода. Формирование и решение системы канонических уравнений для нахождения значений неизвестных моментов. Определение суммарных момента и нормальной силы в стержнях расчетной схемы и уточнение зоны отлипания по знаку усилий в опорах. Определение напряжений в характерных сечениях.	2
6	Гидроэлектростанции и их оборудование	Гидравлический расчет спиральных камер Расчет металлических спиральных камер. Определение формы входного сечения бетонной спиральной камеры, ее гидравлический расчет графо-аналитическим способом.	2
		Модельные испытания гидротурбин. Энергетический и кавитационный стенды. Алгоритм построения универсальных характеристик для турбин одиночного и двойного регулирования.	4
		Построение эксплуатационных и линейных характеристик гидротурбин. Построение расходно-напорной и расходно-мощностной эксплуатационных характеристик. Построение линейных (расходной, мощностной, напорной, оборотной) характеристик гидротурбин по главной универсальной характеристике.	4
		Подбор турбин при проектировании ГЭС. Алгоритм подбора радиально-осевой гидротурбины, обеспечивающий оптимальную область рабочих режимов. Подбор поворотно-лопастных турбин.	2
		Подбор электротехнического и механического оборудования ГЭС. Определение типа, электрических и конструктивных параметров гидрогенераторов. Подбор силовых трансформаторов, предтурбинных затворов и кранов машзала.	2
7	Бетонные плотины на скальном основании	<b>Расчёт напряжённого состояния бетонной плотины элементарным методом.</b> 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.	4

		<p><b>Взаимодействие гидротехнических сооружений с основанием.</b>                  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>	4
		<p><b>Проектирование контрфорсной плотины.</b>                  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. Спаньоветти.                  Расчёт прочности напорных перекрытий.                  Расчёт прочности арочных перекрытий на равномерно и неравномерно распределённое давление воды.</p>	4
		<p><b>Проектирование арочной плотины</b>  <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).                  Расчет устойчивости береговых примыканий арочных плотин.</p>	2
8	Теплотехнические расчёты гидросооружений	<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.</p>	2
		<p>Расчет температурного режима плоского напорного перекрытия контрфорсной плотины с термоизоляцией низовой грани (многослойная конструкция). Расчет распределения температуры по толщине плоского напорного перекрытия с теплоизоляцией низовой грани аналитическим методом при воздействии температур воды и воздуха по граням конструкции в случае стационарного и нестационарного процессов.</p>	1
		<p>Расчет термонапряженного состояния плоского напорного перекрытия контрфорсной плотины. Расчет распределения температурных напряжений по толщине плоского напорного перекрытия (для вариантов без теплоизоляции и с теплоизоляцией низовой грани) при воздействии температур воды и воздуха по граням конструкции в случае стационарного и нестационарного процессов.</p>	1
		<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</p>	2

		процесса.	
9	Численное моделирование бетонных плотин	Программный комплекс «CRACK». Программный комплекс «CRACK» – состав и основные возможности. Моделирование нарушений сплошности и упругопластической работы материала. Структура исходной информации. Выполнение расчетов с помощью программы «CRACK», пользовательский интерфейс, листинг и сообщения программы. Программы визуализации исходной информации и результатов расчета. Экспорт результатов в программу AutoCad для построения эпюр напряжений.	10
10	Сейсмостойкость плотин	Расчёт сейсмических сил по линейно-спектральной методике. Выбор расчетной схемы для разных типов бетонных и грунтовых плотин (бетонной гравитационной плотины, контрфорсной плотины, арочной плотины, грунтовой плотины). Влияние основания и формы створа на расчетную схему. Разбивка на конечные элементы. Обоснование расчетного направления действия сейсмической силы. Задание расчетного сейсмического воздействия согласно картам сейсморайонирования и принципа микросейсморайонирования. Определение числа учитываемых форм собственных колебаний. Выбор форм и частот собственных колебаний подобного сооружения в качестве априорной информации, их пересчет согласно критериям подобия. Подготовка исходных данных и ввод их в программный комплекс «СЕЙ-ЛСМ».	2
		Расчёт сейсмических сил по линейно-спектральной методике Исследование влияния различных факторов на величину сейсмической силы. Определение сейсмических сил в плотине по ЛСМ. Оценка влияния на величину сейсмической силы таких факторов как: число форм собственных колебаний, влияние воды в водохранилище, наличие сжимаемого грунта в основании плотины, форма створа, направление сейсмического воздействия, распределение масс и жесткостей в конструкции плотины. Антисейсмическое проектирование конструкции плотины. Выводы по особенностям работы сооружения при заданном сейсмическом воздействии, по влиянию различных факторов на величину сейсмической силы в сооружении.	2
		Определение форм и частот собственных колебаний бетонных плотин резонансным методом. Описание экспериментальной установки для модельных исследований форм и частот собственных колебаний плотины резонансным методом. Критерии подобия. Приборы и датчики, используемые при проведении исследований. Датчики напряжений и деформаций. Записывающие устройства. Осциллограф. Построение амплитудно-частотной характеристики сооружения. Выделение на АЧХ пиков, соответствующих резонансным явлениям вблизи частот собственных колебаний. Определение периодов низших форм собственных колебаний сооружения. Построение эпюр смещений по расчетным формам колебаний.	2
11	Сооружения ГЭС и ГАЭС	Водно-энергетические расчеты. Знакомство с порядком выполнения водно-энергетических расчетов по заданному гидрографу и характеристикам водохранилища, с основными гидрологическими характеристиками, используемыми при водно-энергетических расчетах, с определением установленной мощности ГЭС.	4
		<b>Разработка дериивационной схемы концентрации напора.</b> Выбор участка реки для энергетического использования, Определение схемы концентрации напора, потерь напора, установленной мощности и годовой выработки электроэнергии.	4
		<b>Семинар «Виды и конструкции гидротурбин»</b> Определение напора нетто гидротурбины. По заданному значению расхода и уровней верхнего бьефа выполняется расчет потерь напора в элементах напорного водоприемника заданной конструкции и потерь на сороудерживающей решетке, в водоводах и развилках. 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.	6



		Ознакомление с номенклатурами гидротурбин различных типов. Приобретение навыков работы с номенклатурами гидротурбин. <b>Подбор турбин.</b> Выбор типа турбины в зависимости от напора. Подбор радиально-осевых и осевых поворотных-лопастных гидротурбин с использованием номенклатуры и универсальных характеристик. <b>Приведенные параметры и характеристики гидротурбин</b> Развитие навыков работы с приведенными параметрами гидротурбин и понимания специфики их использования для различных типов гидротурбин.	
--	--	--	--

#### 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 (темы)	Содержание раздела (темы) для самостоятельной работы студента	Кол-во акад. часов
1	Проектирование грунтовых плотин	<p>Грунт – строительный материал тела плотины. Классификация грунтов. Водопроницаемость грунтов. Свойства грунтовых смесей. Испытания грунтов в стабилометре. Прочность грунтов. Влияние на прочность грунтов пути нагружения и промежуточного главного напряжения. Условие прочности Треска-Хилла, Мизеса и др. Прочность крупнообломочных грунтов. Сопротивление сдвигу крупнозернистых грунтов. Назначение плотности глинистых грунтов в сооружении; понятие об оптимальной влажности и поровом давлении. Плотность песчаных и крупнозернистых грунтов в теле плотины. Деформируемость грунтов. Проявления нелинейного деформирования грунтов: пластичность, ползучесть, дилатансия. Экспериментальное определение модулей линейной деформации и коэффициента Пуассона, построение графиков экспериментальных зависимостей в инвариантном виде. Назначение основных размеров грунтовых плотин. Определение отметки гребня плотины, заложение откосов. Бермы, их назначение. Противофильтрационные устройства плотины из грунтовых и негрунтовых материалов. Сопряжение плотины с основанием.</p> <p>Фильтрация в грунтовых плотинах. Однородная плотина на непроницаемом основании. Особенности фильтрационных расчетов в плотинах с дренажами и на проницаемом основании. Фильтрационные деформации грунтов: контактный выпор, контактный размыв, контактная суффозия и др. Переходные зоны и дренажи. Зерновой состав переходных зон и фильтров. Подбор зернового состава из условия суффозии, контактного выпора, из условия кольматации.</p> <p>Земляные плотины. Намывные земляные плотины. Методы намыва. Каменно-земляные и каменные плотины. Конструкции плотин. Типы и конструкции противофильтрационных устройств из грунтовых и негрунтовых материалов. Состав и свойства асфальтобетона. Методы укладки асфальтобетона и его виды (литой, уплотняемый). Грунтоцементобетон: свойства, технология укладки, применение в плотинах.</p> <p>Швы в железобетонных экранах и их уплотнения. Трещинообразование в железобетонных экранах по данным натурных наблюдений.</p> <p>Глиноцементобетон как материал для создания противофильтрационных элементов в грунтовых массивах. Ядра. Экраны. Диафрагмы. Сопряжение плотины с основанием.</p> <p>Расчет устойчивости откосов грунтовой плотины по круглоцилиндрическим и плоским поверхностям скольжения. Метод Терцаги. Учет</p>	20

		<p>сейсмических сил. Особенности конструирования и проектирования грунтовых плотин в суровых климатических условиях. Методы замораживания тела плотин.</p> <p>Взрывонабросные плотины. Возможности строительства плотин в горных условиях при помощи направленного взрыва, взрыва на выброс, взрыва на сброс. Конструкции взрывонабросных плотин с учетом возможности их досыпки и особенностей пропуска строительных расходов. Экспериментальные данные по гранулометрическому составу грунтов взрывонабросных плотин. Расчет закладки зарядов для создания заданного объема взрывонабросной плотины. Расчет расхода ВВ и его стоимости с учетом опытных коэффициентов на разрыхление породы, глубины расположения заряда, типа взрыва. Построение профиля взрывонабросной плотины. Оценка фильтрационной проницаемости тела взрывонабросной плотины, расчет устойчивости откосов. Сравнение стоимости взрывонабросной плотины с вариантом каменнонабросной плотины. Сложности строительства и преимущества работы взрывонабросных плотин.</p> <p>Свойства грунтовых смесей. Испытания грунтов в стабилметре.</p> <p>Прочность грунтов. Влияние на прочность грунтов пути нагружения 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. Швы в железобетонных экранах и их уплотнения. Трещинообразование в железобетонных экранах по данным натурных наблюдений. Глиноцементобетон как материал для создания противофильтрационных элементов в грунтовых массивах.</p> <p>Взрывонабросные плотины. Возможности строительства плотин в горных условиях при помощи направленного взрыва, взрыва на выброс, взрыва на сброс.</p> <p>Конструкции взрывонабросных плотин с учетом возможности их досыпки и особенностей пропуска строительных расходов.</p> <p>Экспериментальные данные по гранулометрическому составу грунтов взрывонабросных плотин.</p> <p>Расчет закладки зарядов для создания заданного объема взрывонабросной плотины.</p> <p>Расчет расхода ВВ и его стоимости с учетом опытных коэффициентов на разрыхление породы, глубины расположения заряда, типа взрыва.</p> <p>Построение профиля взрывонабросной плотины.</p> <p>Оценка фильтрационной проницаемости тела взрывонабросной плотины, расчет устойчивости откосов.</p> <p>Сравнение стоимости взрывонабросной плотины с вариантом каменнонабросной плотины.</p> <p>Сложности строительства и преимущества работы взрывонабросных плотин.</p>	
<p>2</p>	<p>Береговые водосбросы</p>	<p>Уравнение пропускной способности напорного водосброса.</p> <p>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.</p> <p>Пропускная способность двухъярусных водоприёмников.</p>	<p>20</p>

		<p>Способы определения гидравлических сопротивлений.          Оптимальное сечение каналов. Облицовки каналов. Фильтрационные потери на каналах. Примеры и принципы работы построенных сооружений на каналах. Сопряжение бьефов поверхностно-донным режимами. Конструкции современных водосбросов. Конструкции водоприёмников.          Теория движения двухфазных сред. Теория русловых процессов.          Методы защиты водозаборов от шуги и наносов. Поперечная циркуляция потоков в русле и её использование для защиты водозаборов от наносов. В самостоятельной работе обратить внимание на следующие вопросы:          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>	
3	Гидромеханическое оборудование водосбросов	<p><i>Гидромеханическое оборудование высоконапорных водосбросов.</i> Особенности затворов высоконапорных водосбросов. Устройство глубинных плоских и сегментных затворов. Уплотнения глубинных затворов, их устройство и особенности. Задвижки. Дисковые и шаровые затворы. Конусные и игольчатые затворы. Затворные камеры туннельных водосбросов: устройство, габариты.          Опыт эксплуатации различных видов опорно-ходовых частей и уплотнений плоских затворов.          Поворотные фермы и поворотные рамы : принципы работы, преимущества, недостатки, область применения. опыт эксплуатации. Кольцевые затворы автоматического действия.          Опыт эксплуатации различных видов оборудования для маневрирования затворами.          Состав работ по ремонту затворов. Борьба с коррозией и обрастанием. Современные разработки затворов автоматического действия.          Опыт работы уплотнений глубинных затворов, современные виды уплотнений. Опыт эксплуатации глубинных затворов различных типов.</p>	10
4	Городские водные объекты и гидросооружения	<p>Эксплуатационные требования к конструкциям городских парковых рекреационных зон и водоемов. Расчет аккумулирующей емкости пруда. Определение максимальных сбросных расходов, выбор конструкции водосброса и его расчет. Быстротоки, трубчатые водосбросы, башенные водоприемники регулируемые и нерегулируемые.          Расчёт и конструирование крепления верхового откоса земляной плотины.          Фильтрационный расчёт пруда.          Проектирование дренажной системы плотины пруда.          Гидравлический расчёт трубчатого шахтного водосброса, водосливной грунтовой плотины.</p>	10
5	Гидротехнические туннели	<p>Условия работы гидротехнических туннелей. Гидравлический удар и его восприятие обделкой туннеля. Воздействие бурных безнапорных потоков на обделку туннеля. Кавитация.          Фильтрационные расчёты гидротехнических туннелей.          Классификация трещиноватости горных пород. Диаграммы трещиноватости. Механические свойства трещин. Способы получения образцов трещин. Результаты экспериментальных испытаний моделей трещин. Геомеханические модели поведения трещин. Влияние технологии возведения туннелей на напряжённое состояние обделок.          История развития методов расчёта обделок туннелей.</p>	10

		<p>Возможности численных методов для моделирования работы обделок и горного массива. Учёт трещиноватости.</p> <p>Виды временной крепи. Новоавстрийский метод возведения туннелей. Современные строительные машины для проходки туннелей и крепления выработок.</p> <p>Мировой опыт возведения туннелей гидротехнического и транспортного назначения. Бостонский туннель, туннель под Ламаншем.</p>	
6	Гидроэлектростанции и их оборудование	<p>Конструкции осевых, радиально-осевых, ортогональных и ковшовых гидротурбин. Связь основного уравнения гидротурбин с энергетическими и кинематическими характеристиками водного потока. Причины возникновения кавитации в турбинах и способы снижения ее негативного влияния на режимы работы гидротурбин и их износ. Определение допустимой высоты отсасывания. Назначение и конструкции отсасывающих труб гидротурбин. Модельные испытания гидротурбин, схемы энергетических и кавитационных стендов. Порядок подбора гидротурбин при проектировании ГЭС. Построение линейных и универсальных характеристик гидротурбин.</p>	20
7	Бетонные плотины на скальном основании	<p>Состав и физико-механические свойства укатанного бетона. Опыт применения укатанного бетона при строительстве плотин зарубежом. Технология возведения плотин из укатанного бетона.</p> <p>История появления плотин, заанкеренных в основание. Конструкция анкерных устройств. Определение глубины заделки анкера в скалу. Устройство водосливов в заанкеренных плотинах.</p> <p>Дренаж тела плотины. Швы в бетонных плотинах. Уплотнения швов. Водосбросы в контрфорсных и гравитационных плотинах.</p> <p>Формы построенных арочных плотин. Учёт податливости основания в расчётах арочных плотин способом Фогта. Расчёт устойчивости береговых примыканий арочных плотин.</p> <p>Влияние ширины створа на характер работы арочных плотин. Анализ характера работы арочных плотин. Влияние устройства скользящего и шарнирного швов на напряжённое состояние бетонных плотин.</p> <p>Схема расчета арочных плотин по методу пробных нагрузок.</p> <p>Водосбросы в арочных плотинах.</p>	25
8	Теплотехнические расчёты гидросооружений	<p>Термический режим массивных бетонных плотин в строительный период. Мероприятия по борьбе с экзотермией. Разрезка бетонных гравитационных плотин на блоки бетонирования. Термический режим грунтовых плотин в суровых климатических условиях. Внутренняя конвенция 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>	15
9	Численное моделирование плотин	<p>Основное уравнение МКЭ. Элементы высокого порядка. Локальная система координат Преобразование координат. Матрица Якоби. Применение численного интегрирования при определении матриц элементов. Координаты точек интегрирования и весовые коэффициенты для квадратуры Гаусса - Лежандра. Реализация МКЭ на ЭВМ. Прямое построение глобальной матрицы жесткости и вектора узловых усилий. Система линейных уравнений. Преобразование системы уравнений с учетом граничных условий. Методы решения системы уравнений. Общая блок – схема вычислений МКЭ.</p> <p>Решение контактных задач МКЭ. Специальные контактные элементы. Формирование матрицы жесткости контактного элемента. Алгоритм учета нелинейных эффектов контактного взаимодействия при решении задачи в рамках метода дополнительных нагрузок.</p>	20
10	Сейсмостойкость плотин	<p>Строение земной коры, тектонические процессы в ней и причины землетрясений. Классификация землетрясений. Сейсмоактивные пояса земли. Землетрясения. Техногенная сейсмичность. Оценка землетрясения по шкалам балльности, по магнитудам (шкала Рихтера, Канамори).</p>	30

		<p>Сейсмические волны, положение эпицентра землетрясения. Принципиальная схема устройства сейсмографа Голицина.</p> <p>Шкалы балльности (JMA,RF,MSK-64).</p> <p>Свободные колебания математического маятника при отсутствии трения. Определение жесткости, массы и частоты собственных колебаний. Колебания с затуханием. Собственные значения и собственные формы колебания. Характеристическое уравнение и принцип его решения.</p> <p>Экспериментальные методы определения форм и частот собственных колебаний плотин. Оценка периода основного тона колебаний. Затухание в системе, методы его определения.</p> <p>Принцип линейно-спектральной методики определения сейсмических сил. Понятие коэффициентов динамичности, коэффициента форм колебаний, физический смысл коэффициентов. Учет присоединённой массы воды.</p> <p>Динамические методы решения задачи сейсмических колебаний плотины. Основное дифференциальное уравнение колебаний при расчете на акселерограмму. Его решение. Выбор расчетной акселерограммы.</p> <p>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>	
11	Сооружения ГЭС и ГАЭС	<p>Различия компоновочных решений зданий ГЭС в высоконапорных и низконапорных гидроузлах. Состав и компоновка сооружений в гидроузлах энергетического назначения различного типа. Высоконапорные, низконапорные, деривационные ГЭС и их особенности. Специфика компоновки и оборудования ГАЭС.</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. Ортогональные турбины.</p> <p>Алгоритм диспетчерского регулирования. Создание рядов гидрологических данных.</p>	25

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

Задачами самостоятельной работы студента по дисциплине «Речные гидроузлы и гидроэлектростанции» является:

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

приобретение навыков анализа их результатов.

Самостоятельная работа студента включает:

- самостоятельное изучение студентами разделов дисциплины с помощью специальной технической литературы и Интернет-ресурсов,
- выполнение студентом курсовой работы, подготовку к её защите,
- выполнение студентом расчётно-графических работ,
- подготовку к мероприятиям текущего контроля (контрольные работы, опросы на лекциях),
- подготовку к промежуточной аттестации (зачёты) на основе лекционного материала, а также материала, изученного самостоятельно.

Основная задача самостоятельной работы по разделам “Проектирование грунтовых плотин”, “Береговые водосбросы”, “Гидротехнические туннели”, “Гидроэлектростанции и их оборудование”, “Теплотехнические расчёты гидросооружений”, “Сейсмостойкость плотин”, “Сооружения ГЭС и ГАЭС”, - работа с лекционным материалом и учебно-методической литературой для подготовки к коллоквиуму. Студент должен знать методику расчетов и проектирования сооружений, понимать алгоритмы расчетных программ.

Основная задача самостоятельной работы по разделам “Гидромеханическое оборудование водосбросов” и “Гидроэлектростанции и их оборудование” состоит в умении использования расчетных методик и проведении расчетов для определения рабочих параметров элементов конструкции ГС, что проверяется в вопросах контрольной работы.

Основная задача самостоятельной работы по разделам “Городские водные объекты и гидросооружения”, “Численное моделирование бетонных плотин” – работа с лекционным материалом, с материалом практических занятий по численным расчетам сооружений на ПЭВМ, работа с дополнительным расчетно-графическим материалом по объектам-аналогам.

Основная задача самостоятельной работы по разделу «Бетонные плотины на скальном основании» - работа над курсовым проектом. Для этого студент должен ознакомиться с объектами-аналогами, которые приведены в учебной литературе.

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

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

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПК-1	+	+	+	+						+	+
ПК-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
ПК-13	+	+	+	+	+				+	+	+

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

#### 7.2.1 Описание показателей и форм оценивания компетенций

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания								Обеспеченность оценивания компетенции	
		Текущий контроль					Промежуточная аттестация				
		Коллоквиум	Контрольная работа №1	Контрольная работа №2	РГР		Защита курсового проекта	Зачет	Экзамен		
1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	
ПК-1	31	+						+	+	+	+
	У1	+	+		+			+	+	+	+
	Н1		+	+	+			+		+	+
ПК-2	32	+						+	+	+	+
	Н2				+			+		+	+
ПК-4	У3		+		+			+	+	+	+
	Н3			+	+			+		+	+
ПК-13	34	+						+	+	+	+
		+	+	+	+			+	+	+	+

7.2.2 Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Экзамена

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
31	не знает терминов и определений	знает термины и определения, но допускает неточности формулировок, в ответе неуверен, имеются незначительные ошибочные ответы.	Знает основное содержание нормативных документов, относящихся к проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций, знает термины и определения, но допускает неточности	Знает о существовании и основном содержании нормативных документов, относящихся к проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций: в том числе федеральные законы, постановления правительства РФ, своды правил, стандарты Федеральной гидроэнергетирующей компании РусГидро и других организаций в сфере проектирования и строительства энергетических гидроузлов .
32	Не знает универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, не знает основные закономерности и	Знает о существовании универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования , но не	Знает о возможностях универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования , знает основные закономерности, соотно-	Знает о возможностях универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования; прикладных программ для решения конкретных задач проектирования сооружений энергетических гидроузлов знает основ-

	соотношения, принципы построения знаний	знает особенности их использования	шения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать	ные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен самостоятельно получить их и использовать
34	допускает грубые ошибки при изложении и интерпретации знаний	допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала, неточности в изложении и интерпретации знаний	Знает основные тенденции развития теории и практики проектирования сооружений и оборудования энергетических гидроузлов; примеры внедрения инноваций в гидротехническом строительстве и гидроэнергетике.	Знает основные тенденции развития теории и практики проектирования сооружений и оборудования энергетических гидроузлов; примеры внедрения инноваций в гидротехническом строительстве и гидроэнергетике. Логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать выводы
У1	не умеет решать практические задачи, выполнять поставленные задания	умеет решать практические задачи, но не всех типов	умеет решать практические задачи, предусмотренные программой дисциплины	Умеет находить и использовать нормативную документацию, относящуюся к проектированию, строительству гидроузлов энергетического назначения умеет решать практические задачи повышенной сложности, не предусмотренные программой дисциплины
У3	не обладает необходимыми знаниями и умениями не понимает сути методики решения задач	Умеет выбрать тип и конструкцию гидросооружений энергетических гидроузлов, исходя из природных условий. Не полностью понимает суть методики решения задач, способен решать задачи только по заданному алгоритму	Умеет выбрать тип и конструкцию гидросооружений энергетических гидроузлов, исходя из природных условий, минимизации затрат и сроков строительства, обеспечения необходимого уровня его безопасности; провести сравнение вариантов.	Умеет выбрать тип и конструкцию гидросооружений энергетических гидроузлов, исходя из природных условий, минимизации затрат и сроков строительства, обеспечения необходимого уровня его безопасности; провести сравнение вариантов. умеет применять теоретическую базу дисциплины при решении практических задач, предлагать собственный метод решения
Н1	не обладает необходимыми знаниями и умениями	обладает необходимыми знаниями и умениями на пороговом уровне освоения	обладает необходимыми знаниями и умениями на углубленном уровне освоения	Имеет навыки использования нормативной базы для решения вопросов проектирования и строительства энергетических гидроузлов обладает необходимыми знаниями и умениями на углубленном уровне освоения
Н2	не обладает навыками выполнения поставленных задач	испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач	испытывает затруднения при выполнении некоторых поставленных задач	Имеет навыки использования универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования, для реше-



				ния конкретных задач проектирования сооружений энергетических гидроузлов не испытывает трудности при выполнении поставленных задач
НЗ	не выполняет трудовые действия, не имеет трудовых навыков проектирования гидротехнических сооружений	Имеет навыки проектирования и расчёта гидротехнических и гидроэнергетических сооружений. Выполняет трудовые действия медленно и некачественно	Имеет навыки проектирования и расчёта гидротехнических и гидроэнергетических сооружений, подготовки и оформления проектной и рабочей документации, чертежей гидротехнических сооружений основного оборудования, отдельных строительных конструкций с использованием стандартных прикладных графических программных средств.	Имеет навыки проектирования и расчёта гидротехнических и гидроэнергетических сооружений, подготовки и оформления проектной и рабочей документации, чертежей гидротехнических сооружений основного оборудования, отдельных строительных конструкций с использованием стандартных прикладных графических программных средств. 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 курсового 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	Не знает о существовании и основном содержании нормативных документов, относящихся к проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций не знает терминов и определений	знает термины и определения, но допускает неточности формулировок, в ответе неуверен, имеются незначительные ошибочные ответы.	Знает основное содержание нормативных документов, относящихся к проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций, знает термины и определения, но допускает неточности	Знает о существовании и основном содержании нормативных документов, относящихся к проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций: в том числе федеральные законы, постановления правительства РФ, своды правил, стандарты Федеральной гидрогеоинженерной компании РусГидро и других организаций в сфере проектирования и строительства энергетических гидроузлов .
32	Не знает универсальных и специализированных про-	Знает о существовании универсальных и специализированных про-	Знает о возможностях универсальных и специализированных программно-	Знает о возможностях универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов

	граммно-вычислительных комплексов, не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	граммно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования, но не знает особенностей их использования	вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования, знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать	и систем автоматизированных проектирования; прикладных программ для решения конкретных задач проектирования сооружений энергетических гидроузлов знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен самостоятельно получить их и использовать
34	допускает грубые ошибки при изложении и интерпретации знаний	допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала, неточности в изложении и интерпретации знаний	Знает основные тенденции развития теории и практики проектирования сооружений и оборудования энергетических гидроузлов; примеры внедрения инноваций в гидротехническом строительстве и гидроэнергетике.	Знает основные тенденции развития теории и практики проектирования сооружений и оборудования энергетических гидроузлов; примеры внедрения инноваций в гидротехническом строительстве и гидроэнергетике. Логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать выводы
У1	не умеет решать практические задачи, выполнять поставленные задания	умеет решать практические задачи, но не всех типов	умеет решать практические задачи, предусмотренные программой дисциплины	Умеет находить и использовать нормативную документацию, относящуюся к проектированию, строительству гидроузлов энергетического назначения умеет решать практические задачи повышенной сложности, не предусмотренные программой дисциплины
У3	не обладает необходимыми знаниями и умениями не понимает сути методики решения задач	Умеет выбрать тип и конструкцию гидросооружений энергетических гидроузлов, исходя из природных условий. Не полностью понимает суть методики решения задач, способен решать задачи только по заданному алгоритму	Умеет выбрать тип и конструкцию гидросооружений энергетических гидроузлов, исходя из природных условий, минимизации затрат и сроков строительства, обеспечения необходимого уровня его безопасности; провести сравнение вариантов.	Умеет выбрать тип и конструкцию гидросооружений энергетических гидроузлов, исходя из природных условий, минимизации затрат и сроков строительства, обеспечения необходимого уровня его безопасности; провести сравнение вариантов. умеет применять теоретическую базу дисциплины при решении практических задач, предлагать собственный метод решения
Н1	не обладает необходимыми знаниями и умениями	обладает необходимыми знаниями и умениями на пороговом уровне освоения	обладает необходимыми знаниями и умениями на углубленном уровне освоения	Имеет навыки использования нормативной базы для решения вопросов проектирования и строительства энергетических гидроузлов обладает необходимыми знаниями и умениями на углубленном уровне освоения

Н2	не обладает навыками выполнения поставленных задач	испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач	испытывает затруднения при выполнении некоторых поставленных задач	Имеет навыки использования универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования, для решения конкретных задач проектирования сооружений энергетических гидроузлов не испытывает трудности при выполнении поставленных задач
Н3	не выполняет трудовые действия, не имеет трудовых навыков проектирования гидротехнических сооружений	Имеет навыки проектирования и расчёта гидротехнических и гидроэнергетических сооружений. Выполняет трудовые действия медленно и некачественно	Имеет навыки проектирования и расчёта гидротехнических и гидроэнергетических сооружений, подготовки и оформления проектной и рабочей документации, чертежей гидротехнических сооружений основного оборудования, отдельных строительных конструкций с использованием стандартных прикладных графических программных средств.	Имеет навыки проектирования и расчёта гидротехнических и гидроэнергетических сооружений, подготовки и оформления проектной и рабочей документации, чертежей гидротехнических сооружений основного оборудования, отдельных строительных конструкций с использованием стандартных прикладных графических программных средств. 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	Показатель оценивания	
	Не зачтено	Зачтено
31	Не знает о существовании и основном содержании нормативных документов, относящихся к проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций не знает терминов и определений	Знает о существовании и основном содержании нормативных документов, относящихся к проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций: в том числе федеральные законы, постановления правительства РФ, своды правил, стандарты Федеральной гидрогенерирующей компании РусГидро и других организаций в сфере проектирования и строительства энергетических гидроузлов.
32	Не знает универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает о возможностях универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, и систем, автоматизированных проектирования; прикладных программ для решения конкретных задач проектирования сооружений энергетических гидроузлов знает основные закономерности,

		соотношения, принципы построения знаний, способен самостоятельно получить их и использовать
34	Не знает основные тенденции развития теории и практики проектирования сооружений и оборудования энергетических гидроузлов; примеры внедрения инноваций в гидротехническом строительстве и гидроэнергетике допускает грубые ошибки при изложении и интерпретации знаний	Знает основные тенденции развития теории и практики проектирования сооружений и оборудования энергетических гидроузлов; примеры внедрения инноваций в гидротехническом строительстве и гидроэнергетике. Логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать выводы
У1	Не умеет находить и использовать нормативную документацию, относящуюся к проектированию, строительству гидроузлов энергетического назначения не умеет решать практические задачи, выполнять поставленные задания	Умеет находить и использовать нормативную документацию, относящуюся к проектированию, строительству гидроузлов энергетического назначения умеет решать практические задачи повышенной сложности, не предусмотренные программой дисциплины
У3	Не умеет выбрать тип и конструкцию гидросооружений энергетических гидроузлов, исходя из природных условий, провести сравнение вариантов. не обладает необходимыми знаниями и умениями, не понимает сути методики решения задач	Умеет выбрать тип и конструкцию гидросооружений энергетических гидроузлов, исходя из природных условий, минимизации затрат и сроков строительства, обеспечения необходимого уровня его безопасности; провести сравнение вариантов. умеет применять теоретическую базу дисциплины при решении практических задач, предлагать собственный метод решения
Н1	Не имеет навыки использования нормативной базы для решения вопросов проектирования и строительства энергетических гидроузлов, не обладает необходимыми знаниями и умениями	Имеет навыки использования нормативной базы для решения вопросов проектирования и строительства энергетических гидроузлов обладает необходимыми знаниями и умениями на углубленном уровне освоения
Н2	Не имеет навыков использования универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования, не обладает навыками выполнения поставленных задач	Имеет навыки использования универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, и систем автоматизированного проектирования, для решения конкретных задач проектирования сооружений энергетических гидроузлов не испытывает трудности при выполнении поставленных задач
Н3	Не имеет навыков подготовки и оформления проектной и рабочей документации, чертежей гидротехнических сооружений не выполняет трудовые действия, не имеет трудовых навыков проектирования гидротехнических сооружений	Имеет навыки проектирования и расчёта гидротехнических и гидроэнергетических сооружений, подготовки и оформления проектной и рабочей документации, чертежей гидротехнических сооружений основного оборудования, отдельных строительных конструкций с использованием стандартных прикладных графических программных средств. выполняет трудовые действия быстро и качественно

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,

- проведения контрольных работ и коллоквиумов,
- проверки расчётно-графических работ,
- контроля за ходом выполнения курсового проекта (курсовой работы);

*Перечень примерных вопросов к коллоквиуму “Основные типы и задачи проектирования грунтовых плотин”:*

- 1) Принципы выбора типа грунтовой плотины
- 2) Особенности конструкций грунтовых плотин в зависимости от климатических условий, геологических и топографических условий, наличия местных строительных материалов, водохозяйственных и морфометрических параметров водохранилища.
- 3) Особенности проектирования и строительства грунтовых плотин в суровых климатических условиях.
- 4) Принципы возведения грунтовых плотин направленным взрывом.
- 5) Элементы, обеспечивающие фильтрационную прочность и водонепроницаемость грунтовых плотин
- 6) Выбор толщины и наклона ядра из условия обеспечения его надёжности на трещинообразование.
- 7) Конструкции каменных плотин с железобетонным экраном
- 8) Применение асфальтобетона для противофильтрационных элементов каменных плотин.
- 9) Сопряжение противофильтрационных элементов плотин с основанием
- 10) Фильтрующие плотины, селезащитные плотины
- 11) Методы строительства грунтовых плотин, особенности конструкций
- 12) Основные задачи проектирования грунтовых плотин

*Перечень примерных вопросов к коллоквиуму “Береговые водосбросы ” :*

1. Как характеризует открытый поток воды критерий Рейнольдса?
2. При какой величине критерия Фруда поток воды имеет бурный режим?
3. Чем опасно возникновение кавитации?
4. Перечислите основные методы защиты гидросооружений от кавитации.
5. Каковы последствия аэрации в безнапорных и напорных потоках?
6. Чем отличаются условия пропуска паводков, отвечающие основному и поверочному расчетным случаям?
7. Что такое действующий напор  $H_d$  при расчете напорных водосбросов?
8. Каким образом заряжается сифон?
9. Сравните достоинства и недостатки сопряжения бьефов донным и поверхностным прыжками.
10. В чем заключается действие гасителей на сбросной поток?
11. Чем отличается процесс эрозии связного и несвязного грунтов?
12. Как отразится на размерах водопропускного сооружения выбор удельного расхода без допущения размыва русла в нижнем бьефе?
13. Объясните принципы проектирования продольного профиля траншейного водосброса.
14. Нарисуйте и поясните гидравлическую схему расчёта быстротока.
15. Опишите алгоритм расчёта кольцевого водослива шахтного водосброса.
16. В чём состоят задачи гидравлического расчёта безнапорного туннеля?

*Перечень примерных вопросов к коллоквиуму “Гидротехнические туннели”:*

- 1) Формы поперечного сечения туннелей и области их применения.
- 2) Горное давление и методы его определения.

- 3) Необлицованные туннели: условия применения.
- 4) Обделки из железобетона: конструкции и область применения.
- 5) Обделки из бетона с укреплением породы цементацией: область применения и конструкции.
- 6) Виды обделок туннелей и области их применения.
- 7) Обделки из набрызг-бетона : область применения и конструкции.
- 8) Принципы выбора поперечного сечения туннеля для пропуска строительных расходов.
- 9) Щитовой метод проходки туннелей.
- 10) Проходка туннелей горным способом.

*Перечень примерных вопросов к коллоквиуму “Бетонные плотины на скальном основании”:*

- 1) Общие сведения, характеристики скальных оснований
- 2) Мероприятия по улучшению скальных оснований бетонных плотин
- 3) Сопряжение бетонной гравитационной плотины со скальным основанием
- 4) Облегченные бетонные гравитационные плотины
- 5) Бетонные гравитационные плотины заанкеренные в основании
- 6) Температурно-усадочные швы в массивных бетонных плотинах
- 7) Дренаж тела бетонной гравитационной плотины
- 8) Схема расчета прочности и устойчивости бетонных гравитационных плотин. Расчетные положения, силовое воздействие воды
- 9) Зонирование бетона в массивных бетонных плотинах
- 10) Применение малоцементного бетона в массивных плотинах
- 11) Пути дальнейшего облегчения (удешевления) бетонных гравитационных плотин
- 12) Схемы расчета прочности контрфорсных плотин
- 13) Расчет устойчивости контрфорсных плотин против сдвига
- 14) Контрфорсные плотины, Общие сведения, классификация
- 15) Преимущества, недостатки и область применения контрфорсных плотин
- 16) Оголовки массивно-контрфорсных плотин
- 17) Элементарный метод расчета массивно-контрфорсных плотин
- 18) Сравнение контрфорсных плотин с гравитационными, пути их дальнейшего развития
- 19) Сопоставление контрфорсных плотин различного типа, области их применения
- 20) Схемы расчета арочной плотины по методу арок-консолей
- 21) Конструкция массивно-контрфорсных плотин
- 22) Конструкция контрфорсных плотин с плоским напорным покрытием
- 23) Конструкции многоарочных плотин
- 24) Схема расчета прочности многоарочных плотин

*Перечень примерных вопросов к коллоквиуму “Теплотехнические расчеты гидротехнических сооружений”:*

- 1) Возможные последствия воздействия температуры на гидротехнические сооружения.
- 2) Факторы, определяющие температурный режим гидротехнических сооружений в строительный и эксплуатационный периоды.
- 3) Экзотермия цемента и ее влияние на температурный режим массивных бетонных сооружений.
- 4) Мероприятия по снижению температурных воздействий на гидротехнические сооружения в строительный период.

- 5) Мероприятия по снижению температурных воздействий на гидротехнические сооружения в эксплуатационный период.
- 6) Закон Фурье. Понятие о температурном градиенте.
- 7) Учет ползучести бетона при определении термонапряженного состояния.
- 8) Численные методы определения термонапряженного состояния конструкций.
- 9) Температурный режим и термонапряженное состояние массивных бетонных гравитационных плотин.
- 10) Температурные напряжения в "бесконечном клине".
- 11) Температурный режим и термонапряженное состояние контрфорсных плотин.
- 12) Температурный режим и термонапряженное состояние арочных плотин.

*Перечень примерных вопросов к коллоквиуму "Сейсмостойкость плотин"*

1. Причины землетрясений. Гипотезы с античных времен до наших дней. Основы теории тектоники плит. Тектонические землетрясения, их проявление и последствия, предвестники землетрясений. Цунамигенные землетрясения.
2. Всемирная сейсмологическая служба. Эпицентр землетрясения, его характеристики и расположение. Сейсмоактивные пояса Земли.
3. Классификация землетрясений. Основные характеристики землетрясения, шкалы балльности и магнитуд.
4. Сейсморайонирование и микросейсморайонирование. Мировая статистика землетрясений.
5. Сейсмические волны и их распространение в земной коре. Основные характеристики сейсмических колебаний. Затухание в грунтовой среде. Методы сейсмического зондирования недр земли. Приборы для инструментальных записей землетрясений. Акселерограммы землетрясений: инструментальные и синтезированные. Спектральные графики землетрясений.
6. Основы теории колебаний. Линейный осциллятор. Свободные и вынужденные колебания. Частота собственных колебаний, период колебаний.
7. Основные характеристики динамической системы – масса, жесткость, затухание.
8. Методы динамических испытаний материалов и элементов конструкций. Экспериментальные методы изучения динамических свойств материалов и сооружений.
9. Расчётные и экспериментальные методы определения форм и частот собственных колебаний зданий и сооружений.
10. Нормирование допустимого уровня колебаний строительных конструкций. Общие принципы нормирования в сейсмостойком строительстве.
11. Решение динамического уравнения при различных видах динамического воздействия. Коэффициент динамичности.
12. Затухание в динамической системе. Методы определения и моделирования.
13. Резонанс в системе без затухания и в системе с затуханием
14. Свободные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы.
15. Формы и частоты собственных колебаний сооружения.
16. Основные этапы развития теории сейсмостойкости сооружений.
17. Расчетные схемы зданий и сооружений. Расчетная сейсмичность.
18. Методы определения сейсмических сил – динамические и квазидинамические.
19. Метод «спектра реакции». Спектры ускорений, скоростей и смещений. Спектральная кривая.
20. Линейно-спектральная методика. Критерии оценки сейсмостойкости сооруже-

ний в решении задач по линейно-спектральной методике.

21. Методы динамического расчета сооружений на сейсмическое воздействие.
22. Анализ и критерии оценки сейсмостойкости сооружений в решении динамическим методом.
23. Экспериментальные методы изучения колебаний сооружений. Критерии подобия. Экспериментальные методы определения форм и частот собственных колебаний зданий и сооружений. Устройства для гашения колебаний зданий.
24. Виды методов повышения сейсмостойкости зданий и сооружений.
25. Антисейсмические мероприятия в сооружениях и основаниях.

*Перечень примерных вопросов к коллоквиуму “Сооружения ГЭС и ГАЭС”*

1. Классификация гидроэлектростанций. Условия применения ГЭС различных типов.
2. Компонировка и состав сооружений русловых, приплотинных, деривационных ГЭС с напорной и безнапорной деривацией.
3. Классификация зданий ГЭС по компоновочному признаку. Условия применения зданий ГЭС различных типов
4. Технологическое оборудование гидроэлектростанций.
5. Состав сооружений ГЭС различных типов и их конструктивные особенности.
6. Проектирование подводной части русловых и приплотинных зданий ГЭС.
7. Конструкция верхнего строения машзала, определение ее высоты и размеров в плане.
8. Особенности проектирования подземного машзала. Связь с поверхностью.

*Перечень примерных вопросов к контрольной работе №1 “Гидромеханическое оборудование водосбросов” (изобразить схематично, дать обозначения и размеры, рассчитать):*

- 1) Плоские затворы: строение, область применения;
- 2) Опорно-ходовые части плоских затворов;
- 3) Усилия для подъёма и посадки плоских затворов;
- 4) Боковые и донные уплотнения плоских затворов;
- 5) Сегментные затворы: строение, область применения, преимущества и недостатки по сравнению с плоскими затворами;
- 6) Порталы и опорные шарниры сегментных затворов;
- 7) Устройство, принципы работы, преимущества и недостатки вальцовых и сегментных, секторных затворов;
- 8) Устройство, принципы работы, преимущества и недостатки клапанных и крышевидных затворов;
- 9) Устройство и принцип работы кольцевого затвора.
- 10) Устройство, принципы работы и область применения поворотных ферм и поворотных рам.
- 11) Особенности условий работы и конструкций глубинных затворов.

*Вопросы к контрольной работе №2 “Оборудование здания ГЭС”:*

1. С использованием номенклатуры гидротурбин и их универсальных характеристик подобрать по заданным исходным данным радиально-осевую или осевую поворотную лопастную гидротурбину;
2. Рассчитать ее диаметр, номинальную частоту вращения, высоту отсасывания, масштабный эффект.
3. Определить область оптимальных режимов и нанести ее на универсальную характеристику.



*Расчётно-графическая работа “Гидросооружения пруда”.*

В РГР рассматриваются следующие вопросы:

1. Расчёт и конструирование крепления верхового откоса земляной плотины.
2. Фильтрационный расчёт пруда.
3. Проектирование дренажной системы плотины пруда.
4. Водоприемники трубчатых водосбросов городских прудов.
5. Гидравлический расчёт трубчатого шахтного водосброса, водосливной грунтовой плотины.
6. Расчеты быстотоков и дюкеров.
7. Дюкеры под насыпями, напорный и безнапорный режим работы труб.
8. Гидравлические расчеты дюкеров

*Примерные вопросы к защите РГР “Гидросооружения пруда”.*

- Мероприятия по водному благоустройству городов (городских водных объектов, зон отдыха, спортивных баз, туристических комплексов и др.).
- Влияние городских водных объектов на природную обстановку в городе.
- Защита городских территорий от затопления. Основные способы защиты.
- Особенности регулирования речного стока в условиях города. Выправление русел (спрямления, обводные каналы). Примеры выправления русел в черте г. Москвы.

*7.3.2. Промежуточная аттестация*

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в НИУ МГСУ.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачёта (во 7-ом семестре), дифференцированного зачёта (в 8-ом семестре), защиты и защиты курсовой работы (в 8-ом семестре).

*Курсовая работа в 8 семестре проводится на тему «Комплексный гидроузел».*

Курсовая работа состоит из двух частей – «Часть 1 – Основные сооружения гидроузла/Общие вопросы проектирования» и «Часть 2 – Специальные сооружения гидроузла/ Специальные вопросы проектирования».

В части 1 курсовой работы рассматриваются общие вопросы проектирования основных сооружений гидроузла:

- Анализ условий строительства, выбор типа плотины и типа водосбросных сооружений
- Компоновка основных и специальных сооружений гидроузла с учетом этапов строительства и схемы пропуска строительных расходов,
- Обоснование гидравлическими расчётами принятой схемы пропуска строительных и эксплуатационных расходов.
- Выбор типа и конструкции водоподпорных и водопропускных сооружений гидроузла;
- Обоснование технологии их строительства.

В Части 2 курсовой работы проводится:

- Разработка конструкций специальных сооружений гидроузла и обоснование их расчетных параметров.
- Проведение специальных расчетов для основных сооружений гидроузла, обоснование их нормативных параметров работоспособности.

*В качестве специальных сооружений гидроузла могут быть рассмотрены:*

- Здание ГЭС и ГАЭС,
- отстойники здания ГЭС,
- уравнильный резервуар,
- деривация ГЭС,
- гидротехнические туннели;
- шлюзы, рыбопропускные сооружения гидроузла, водозаборы и др.;

*В качестве специальных расчетов могут быть выполнены:*

- Расчеты НДС грунтовой плотины или бетонной плотины с обоснование выбора типа плотины;
- Расчеты водосбросных сооружений гидроузла с обоснование выбора расчетной конструкции (сопоставление вариантов);
- Проведение специальных расчетов сейсмостойкости сооружений, термонапряженного состояния, фильтрационной прочности плотины и основания и др.

*Выполнение курсовой работы «Комплексный гидроузел».*

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 новое оборудование, разрабатывается конструкция здания.

*Требования к курсовой работе «Комплексный гидроузел»:*

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

В пояснительной записке приводятся:

1. анализ условий строительства,
2. обоснование выбора компоновки гидроузла
3. описание выбранной конструкции бетонной или грунтовой плотины,

4. описание выбранных конструкций специальных сооружений,
5. гидравлические расчёты по обоснованию конструкций водосбросов,
6. расчёты прочности и устойчивости плотины,
7. фильтрационные расчёты (если требуются),
8. гидравлические и статические расчёты по обоснованию конструкции специальных сооружений,
9. расчётные и поясняющие схемы.

*На чертеже показывается:*

1. генплан гидроузла,
2. геологический разрез по створу с показом врезки сооружений,
3. разрезы по проектируемым сооружениям.

*Вопросы к защите курсовой работы:*

- 1) Каково назначение гидроузла?
- 2) Какие сооружения входят в его состав?
- 3) Каков напор на гидроузел?
- 4) Чем обоснован выбор компоновки гидроузла?
- 5) Почему выбран именно данный тип сооружения?
- 6) Как выбраны габариты сооружения?
- 7) Какие расчёты проводились при обосновании конструкции сооружения?
- 8) На какие нагрузки рассчитано сооружение?
- 9) Какие расчётные случаи рассматривались при расчётном обосновании?
- 10) Какие показатели служат критериями работоспособности сооружения? Запишите их в виде формулы.
- 11) Как выбирались конструкция и габариты сооружения?
- 12) Какие расчёты проводились при обосновании конструкции сооружения?
- 13) На какие нагрузки рассчитано сооружение?
- 14) Какие расчётные случаи рассматривались при расчётном обосновании?
- 15) Какие нагрузки входят в основное и особое сочетание нагрузок?
- 16) Какие показатели служат критериями работоспособности сооружения? Запишите их в виде формул.
- 17) Какие выводы о работоспособности сооружения позволило сделать его полное расчётное обоснование.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины:

*Примерные вопросы к зачёту (7 семестр):*

*По теме «Грунтовые плотины»:*

1. Понятие о поровом давлении и консолидация грунтов ядра или экрана.
2. Подбор состава переходных зон и дренажей в теле грунтовой плотины.
3. Особенности проектирования и строительства грунтовых плотин в суровых климатических условиях.
4. Деформируемость грунтов тела плотины.
5. Прочность грунтов тела плотины.
6. Особенности напряжённо-деформированного состояния каменно-земляных плотин.
7. Проверка возможности гидравлического разрыва ядра.
8. Принципы возведения грунтовых плотин направленным взрывом.
9. Выбор толщины и наклона ядра из условия обеспечения его надёжности на трещинообразование.

10. Методы расчёта устойчивости откосов плотины. Учёт сейсмических сил и порового давления.
11. Конструкции каменных плотин с железобетонным экраном
12. Применение асфальтобетона для противофильтрационных элементов каменных плотин.

*По теме «Водопускные сооружения»:*

1. Способы сопряжения бьефов за водосбросами: преимущества, недостатки и области применения.
2. Шахтные водосбросы: общее устройство, принципы гидравлического расчета
3. Быстротоки: общее устройство, принципы гидравлического расчета
4. Туннельные водосбросы: общее устройство, принципы гидравлического расчета
5. Водосбросные галереи водосбросы: общее устройство, принципы гидравлического расчета
6. Каналы: назначение, продольный и поперечный профили,
7. Водопроводящие сооружения на каналах (дюкеры, акведуки, лотки, селепроводы, трубы под каналами): их назначение и устройство.
8. Виды облицовок и одежд каналов, их назначение.
9. Виды водозаборов.

*По теме «Сооружения гидроэлектростанций»:*

1. Конструкции водоприёмников ГЭС и ГАЭС различных типов
2. Способы защиты ото льда, мусора и наносов
3. Сооружения деривационных ГЭС и их назначение
4. Безнапорные деривационные водоводы
5. Отстойники
6. Бассейны суточного регулирования
7. Напорные станционные водоводы, их виды и конструкции.
8. Понятие о гидравлическом ударе. Уравнительные резервуары.
9. Классификация зданий ГАЭС по напору и конструктивному решению.
10. Руслорные несомещённые здания ГЭС: компоновка и конструкции.
11. Руслорные здания ГЭС, совмещённые с донными и поверхностными водосбросами
12. Здания ГЭС с горизонтальными капсульными агрегатами
13. Компоновка приплотинных зданий ГЭС с различными типами плотин
14. Открытые и полуоткрытые здания ГЭС
15. Подземные и полуподземные здания ГЭС
16. Проектирование подводной части руслорных и приплотинных зданий ГЭС.
17. Конструкция верхнего строения машзала, определение ее высоты и размеров в плане.
18. Монтажная площадка здания ГЭС: назначение и определение габаритов.

*Примерные вопросы к дифференцированному зачёту (7 семестр-очное обучение) и экзамену (10 семестр - заочное обучение):*

*По теме «Бетонные плотины»:*

1. Мероприятия по улучшению скального оснований бетонных плотин
2. Виды облегченных бетонных гравитационных плотин: конструкции, преимущества и недостатки
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.
6. Водосбросы в бетонных гравитационных и контрфорсных 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 «Температурный режим сооружений»:*

1. Возможные последствия воздействия температуры на гидротехнические сооружения.
2. Факторы, определяющие температурный режим гидротехнических сооружений в строительный и эксплуатационный периоды.
3. Экзотермия цемента и ее влияние на температурный режим массивных бетонных сооружений.
4. Мероприятия по снижению температурных воздействий в строительный период.
5. Мероприятия по снижению температурных воздействий.
6. Закон Фурье. Понятие о температурном градиенте.
7. Понятие о коэффициенте затухания и сдвиге фаз колебаний температуры.
8. Основные зависимости теории термоупругости.
9. Определение температурных напряжений в плите с различными граничными условиями.
10. Температурный режим и термонапряженное состояние массивных бетонных гравитационных плотин.
11. Температурные напряжения в "бесконечном клине".
12. Температурный режим и термонапряженное состояние контрфорсных плотин.
13. Температурный режим и термонапряженное состояние арочных плотин.
14. Температурно-усадочные и конструктивные швы в арочных плотинах
15. Влияние температуры замоноличивания арочных плотин на их термонапряженное состояние

*По теме «Численное моделирование бетонных плотин»:*

1. Построение физических и математических моделей бетонных плотин.
2. Построение физических и математических моделей грунтовых плотин.
3. Вариационный принцип и основное уравнение МКЭ.
4. Особенности применения метода конечных элементов в задачах с физической нелинейностью.
5. Особенности напряженно-деформированного состояния бетонных плотин.
6. Особенности напряженно-деформированного состояния грунтовых плотин.

*По теме «Сейсмостойкость плотин»:*

1. Природа сейсмических нагрузок. Понятие о землетрясении.
2. Основные характеристики землетрясений, шкалы балльности.
3. Свободные колебания математического маятника при отсутствии трения.
4. Колебания с затуханием.
5. Собственные значения и собственные формы колебания
6. Методы определения форм и частот собственных колебаний плотин.
7. Затухание в системе, методы его определения.
8. Методы определения сейсмической силы.
9. Линейно-спектральная методика.
10. Учет присоединённой массы воды.
11. Динамический метод определения сейсмических сил.
12. Основное дифференциальное уравнение колебаний при расчете на акселерограмму.

*По теме «Сооружения ГЭС и ГАЭС»:*

1. Типы зданий ГЭС, их классификация по напору.
2. Русловые здания ГЭС: компоновка и конструкции.
3. Здания ГЭС с горизонтальными капсульными агрегатами.
4. Приплотинные и деривационные здания ГЭС.
5. Компоновка зданий ГЭС с различными типами плотин.
6. Встроенные здания ГЭС. Открытые и полуоткрытые здания ГЭС.
7. Конструкции водоприёмников различных типов.
8. Способы защиты ото льда, мусора и наносов.
9. Сооружения деривационных ГЭС.
10. Отстойники.
11. Безнапорные деривационные водоводы (каналы, лотки и туннели).
12. Понятие о гидравлическом ударе. Уравнительные резервуары.
13. Высоконапорные, низконапорные, Специфика компоновки и оборудования ГАЭС. Напорные бассейны ГАЭС
14. Совместная работа ГЭС и ГАЭС.

*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 НИУ МГСУ.

- Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине, или преподавателями, ведущими практические и лабораторные занятия (кроме устного экзамена). Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре (структурному подразделению).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
		НТБ МГСУ		
1	Речные гидроузлы и гидроэлектростанции	Гидротехнические сооружения : Учеб. для вузов : в 2ч. под ред. Л.Н.Рассказова, – М.: АСВ, 2011	44	50
		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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/16071">http://www.iprbookshop.ru/16071</a> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю	50

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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/16391">http://www.iprbookshop.ru/16391</a> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю	50
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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/16994">http://www.iprbookshop.ru/16994</a> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю	50
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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/22764">http://www.iprbookshop.ru/22764</a> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю	50
<i>Дополнительная литература:</i>				

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

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

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

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 ознакомиться 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, пометать 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. Ознакомление с объектами-аналогами тех сооружений, которые рассматриваются в курсовом проекте (работе).

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

### *11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Информационные технологии	Степень обеспеченности (%)
1	Проектирование грунтовых плотин	Типы грунтовых плотин в суровых климатических условиях	Презентация «термический режим мерзлых плотин»	100%
2	Береговые водосбросы	Классификация водопроводящих сооружений	Слайд-презентация «Водопроводящие сооруже-	100%

			ния гидроузлов. Часть 1.»	
3	Гидромеханическое оборудование водосбросов	Режимы работы туннельных водосбросов.	Слайд-презентация «Водопроводящие сооружения гидроузлов. Часть 1.»	100%
4	Городские водные объекты и гидросооружения	Водные объекты городской среды	Фотоматериалы «Сокольники. Обследование водных объектов»	100%
5	Гидротехнические туннели	Напорные и безнапорные туннели.	Слайд-презентация «Водопроводящие сооружения гидроузлов. Часть 1.»	100%
6	Гидроэлектростанции и их оборудование	Конструкция и размещение оборудования здания ГЭС	Макет здания ГЭС	100%
7	Бетонные плотины на скальном основании	Контрфорсные плотины	Фотоматериалы. Многоарочные плотины Франции	100%
8	Теплотехнические расчёты гидросооружений	Термический режим массивной гравитационной плотины	Презентация. «термический режим массивной гравитационной плотины»	100%
9	Численное моделирование бетонных плотин	Напряженно-деформированное состояние бетонных плотин. Методы расчетов.	Презентация «Расчеты НДС бетонных плотин с учетом податливости основания»	100%
10	Сейсмостойкость плотин	Методы расчетов сооружений с учетом сейсмических нагрузок	Презентации «Расчет сооружений на сейсмические нагрузки»	100%
11	Сооружения ГЭС и ГАЭС	Проблемы восстановления Загорской ГАЭС-2	Фотоматериалы «Обследование здания Загорской ГАЭС» после аварии.	100%

*11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса*

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Проектирование грунтовых плотин	Фильтрационные расчёты грунтовых плотин. Подбор зернового состава переходных зон и фильтров.	Autodesk AutoCAD Microsoft Office	Учебная бесплатная версия Open License
		Расчёт устойчивости откосов грунтовой плотины.	ОТКОС	Разработано ППС МГСУ
2	Береговые водосбросы	Уравнение пропускной способности напорного водосброса. Строительные водосбросы. Быстроток.	Autodesk AutoCAD Microsoft Office	Учебная бесплатная версия Open License
3	Гидромеханическое оборудование водосбросов	Не предусмотрено		
4	Городские водные объекты и гидросооружения	Не предусмотрено		
5	Гидротехнические	Расчет обделок гидротехнических	TUNNEL	Разработано

	туннели	туннелей		ППС МГСУ
6	Гидроэлектростанции и их оборудование	Подбор турбин. Приведенные параметры и универсальные характеристики гидротурбин.	Autodesk AutoCAD  Microsoft Office	Учебная бесплатная версия  Open License
7	Бетонные плотины на скальном основании	НДС бетонных плотин	CRACK; NDS-N. OTKOS	Разработано ППС МГСУ
8	Теплотехнические расчёты гидросооружений	Расчет термонапряженного состояния бетонной гравитационной плотины методом теории упругости («бесконечный клин»).	Autodesk AutoCAD  Microsoft Office	Учебная бесплатная версия  Open License
9	Численное моделирование бетонных плотин	Численное моделирование напряженно-деформированного состояния бетонных плотин и грунтовых плотин методом конечных элементов.	Autodesk AutoCAD  Microsoft Office	Учебная бесплатная версия  Open License
10	Сейсмостойкость плотин	Напряженно-деформированное состояние грунтовой плотины с железобетонным экраном. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния бетонных плотин в пространственной постановке.	CRACK; NDS-N. OTKOS	Разработано ППС МГСУ
11	Сооружения ГЭС и ГАЭС	Разработка деривационной схемы концентрации напора. Устройство здания ГЭС и ГАЭС	Autodesk AutoCAD  Microsoft Office	Учебная бесплатная версия  Open License

### 11.3. Перечень информационных справочных систем

#### Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPR-books	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Научно-техническая библиотека МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>

## 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"
		Макет "Компоновка гидроузла", Здание ГЭС	
		Макет "Бетонная водосливная плотина",	
		Макет "Эвенкийская ГЭС"	
		Стенд "Волжско-Камский каскад ГЭС"	

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