МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины
С3.В.ДВ.1.1	Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений

Код направления подготовки / специальности	08.05.01
Специальность	Строительство уникальных зданий и сооружений
Наименование ОПОП (профиль/магистерская программа/программа аспирантуры)	Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности
Год начала подготовки	2013-2015
Уровень образования	Специалитет
Форма обучения	Очная

Разработчики:

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

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

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

Рабочая программа утверждена и согласована:

Подразделение / комиссия	Должность	ФИО	подпись	Дата
Методическая комиссия	Пред. МК	Саинов М.П.		
НТБ				
ЦОСП				

г. Москва

2015 г.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений» является формирование и студента знаний и умений, необходимых при проектировании уникальных гидротехнических сооружений, к которым предъявляются повышенные требования по безопасности и надёжности.

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
способность разработать проект технико-экономического обоснования гидротехнических сооружений различных видов (водоподпорных, водопроводящих, гидроэнергетических, воднотранспортных и др.) и их комплексов, а также руководить разработкой технического и рабочего проектов этих сооружений с использованием средств автоматического проектирования	ПСК-3.1	- знание видов компоновок гидроузлов разного напора и способов рационального размещения сооружений в составе гидроузлов, умение выбирать рациональную и экономически эффективную компоновку сооружений в гидроузлах различного напора, - знание процессов, происходящих в водохранилищах и нижних бьефах крупных гидроузлов, - иметь представление о горном давлении и его влияние на форму и конструкции подземных сооружений, - знание принципов проектирования гидротехнических туннелей и методов их расчёта, умение проектировать гидротехнические туннели и обосновывать проектные решения расчётами, - знание механизмов русловых процессов, знание методов регулирования русловых и эрозионных процессов, конструкций, умение проектировать регуляционные сооружения, - знание видов рыбопропускных и рыбозащитных сооружений, принципов их работы и конструирования, умение выбирать их тип, - знание особенностей гидравлического режима высоконапорных водосбросов, умение выполнять их гидравлические расчёты, умение обоснованно	З1.1 З1.2 З1.3 З1.4 З1.5 З1.6 З1.7 З1.8 Н1
способность организовывать работу коллектива исполнителей, планировать выполнение работ по проектированию и строительству гидротехнических сооружений и их комплексов, принимать самостоятельные технические решения	ПСК – 3.2		

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
		выбирать конструктивные решения, обеспечивающие надёжную и стабильную работу водосбросных сооружений, - знание теории поиска оптимальных конструктивных решений гидротехнических сооружений, обеспечивающих необходимый уровень безопасности и максимальную экономическую эффективность, владение методиками и приёмами оптимизации конструкций гидротехнических сооружений, - владение навыками проектирования специальных гидротехнических сооружений (гидротехнических туннелей, регуляционных сооружений).	
способность вести гидрологические изыскания и научные исследования для проектирования и расчёта гидротехнических сооружений, составлять планы исследований и изысканий	ПСК – 3.3	- знание теоретических основ физического и численного моделирования гидротехнических сооружений, владение навыками его выполнения, - знание особенностей расчётов напряжённо-деформированного состояния плотин, а также теоретических основ и алгоритмов их выполнения, владение навыками их выполнения, - знание теоретических основ фильтрационных и температурных расчёты плотин аналитическими и численными методами, владение навыками их выполнения, - знание особенностей сейсмостойкости гидротехнических сооружений, также методик их выполнения, умение расчёты их сейсмостойкости,	З2.1 З2.2 З2.3 З2.4
способность организовывать строительство гидротехнических сооружений и комплексов, совершенствовать применяемые при	ПСК – 3.4	- знание технологий ремонта гидротехнических сооружений, - умение выбирать наиболее рациональные из них, умение использовать современные технологии при составлении схемы ведения строительства	З3 У3

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
этом технологии и осваивать новые			

3. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений» относится к профессиональному циклу, его вариативной части, основной профессиональной образовательной программы по специальности08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности».

Дисциплина «Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений» базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных студентами в процессе изучения следующих дисциплин:

- Математика”,
- “Начертательная геометрия и инженерная графика”,
- “Информатика”,
- “Физика”,
- “Сопротивление материалов с основами теории упругости, пластичности и ползучести”,
- “Строительная механика”,
- “Механика грунтов. Основания и фундаменты сооружений”,
- “Механика жидкости. Основы теплотехники”,
- “Гидравлика”,
- “Инженерная геология”,
- “Инженерная гидрология и гидроэкология”,
- “Строительные материалы”,
- “Железобетонные конструкции”,
- “Металлические конструкции”,
- “Сейсмостойкость сооружений”,
- “Технологические процессы в строительстве”,
- “Организация, планирование и управление в строительстве”,
- “Эксплуатация и реконструкция сооружений”,
- “Сооружения речных гидроузлов”,
- “Гидротехнические сооружения водного транспорта”,
- “Технология и организация гидротехнического строительства”,
- “Оборудование гидросооружений и гидроэлектростанций”,
- “Гидротехнические сооружения высокой ответственности”.

Требования к входным знаниям, умениям и владениям студентов:

Для освоения дисциплины «Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений» студент должен:

Знать:

- фундаментальные основы высшей математики,
- основы гидравлики,
- теоретические основы сопротивления материалов, строительной механики, теории упругости,

- принципы проектирования и методы расчёта строительных конструкций,
- основы механики грунтов и основы проектирования фундаментов сооружений,
- основы геологии и гидрогеологии,
- законы формирования речного стока, характеризующие его параметры,
- причины возникновения землетрясения и теоретические основы теории сейсмостойкости,
- технологии строительного процессов в общестроительных и гидротехнических работах, применяемое при этом оборудование,
- принципы организации строительства,
- принципы эксплуатации сооружения, методы их испытаний и реконструкции,
- состав и назначение речных гидроузлов,
- функции и конструкции гидротехнических сооружений различного назначения,
- конструкции гидромеханического оборудования гидротехнических сооружений.
- понятие класса гидротехнических сооружений, методику его определения,
- нормативные требования к гидротехническим сооружениям высокой ответственности,
- причины аварий гидротехнических сооружений различных видов,
- нагрузки, действующие на гидротехнические сооружения, и их влияние на надёжность сооружений,
- конструкции высоконапорных бетонных и грунтовых плотины, основные методы их расчёта;
- конструкции береговых водосбросов;
- виды береговых водосбросов высокого напора и методы их гидравлического расчёта,

Уметь:

- использовать математический аппарат при решении профессиональных задач,
- вести расчёты строительных конструкций, выполнять простые гидравлические расчеты,
- вести расчёты несущей способности оснований сооружений,
- проектировать специальные гидротехнические сооружения речных гидроузлов,
- выполнять гидравлические и фильтрационные расчёты гидротехнических сооружений,
- выполнять расчёты прочности гидротехнических сооружений,
- использовать стандартные вычислительные программы для ЭВМ и компьютерные технологии,
- создавать необходимые сравнительно простые вычислительные программы при отсутствии стандартных.
- определять нагрузки на водоподпорные сооружения,
- проектировать высоконапорные плотины и водосбросы,
- выбирать тип сооружений в зависимости от геологических, гидрологических, климатических и др. условий створа строительства,
- вести расчёты прочности и устойчивостигрунтовых, гравитационных арочных и контрфорсных плотин;
- вести основные гидравлические расчёты высоконапорных водосбросов;
- конструировать высоконапорные водоподпорные и водосбросные сооружения,

Владеть навыками:

- навыками оформления строительных чертежей,
- навыками конструирования и расчёта строительных конструкций,
- навыками проектирования фундаментов,

- проектирования и расчётного обоснования гидротехнических сооружений, навыками выбора технологий ведения строительных работ

*Дисциплины, для которых дисциплина «*Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений*» является завершающей и предшествует только итоговой государственной аттестации.*

4. Объем дисциплины 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 11зачетных единиц396акад.часов.
Структура дисциплины:
Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы,включая самостоятельнуюработу обучающихсяи трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)* Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
				Контактная работа с обучающимися					Самостоятельная работа	
				Лекции	Практико-ориентированные занятия			КСР		
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР			
1	Основные принципы компоновки гидроузлов	9	1-4	6		6			10	Коллоквиум
2	Специальные сооружения речных гидроузлов	9	5-14	16		12			19	Контрольная работа
3	Верхние бьефы и водохранилища	9	14-15	6					6	Коллоквиум
4	Нижние бьефы и регуляционные сооружения	9	15-16	6					10	Контрольная работа
	Итого за 9 семестр			***36***		***18***		***9***	***45***	***Зачет***
5	Водосбросные сооружения гидроузлов	10	1-4	10		12			20	Коллоквиум
6	Напряженно-деформированное состояние плотин	10	5-8	6					11	Коллоквиум
7	Термонапряженное	10	9-	6					10	

	состояние плотин и теплотехнические расчёты		11							
8	Физическое моделирование сооружений гидроузлов	10	12, 13	6		4			15	Коллоквиум
9	Реконструкция и ремонтные работы на гидросооружениях	10	14-16	4		16			15	Коллоквиум
	Итого за 10 семестр			***32***		***32***		***9***	***71***	**Зачетсоценкой**
10	Оптимизация гидротехнических сооружений	11	1-9	16		18			35	Коллоквиум,
11	Сейсмостойкость гидротехнических сооружений	11	9-18	20		18			28	Коллоквиум
	Итого за 11 семестр			*36*		*36*		*9*	*63*	*Зачет*
	Итого:			**104**		**86**			**176**	**зачеты, 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

для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Основные принципы компоновки гидроузлов	Классификация гидроузлов по напору. Роль геологии в выборе компановки сооружений. Нескальные основания. Принципы компоновок гидроузлов (русловая, пойменная, полупойменная). Низко- и средненапорные гидроузлы. Взаимное расположение сооружений. Пропуск строительных расходов при возведении гидроузлов. Примеры компоновок средненапорных гидроузлов: Нижегородский и Волгоградский гидроузлы. Разъездной бьеф. Дороги на гребне сооружений. Дороги на эстакадах. Размывы и подмывы берегов. Гидравлическое моделирование гидроузлов. Безкотлованный метод строительства – связи	6

		метода возведения и конструкции плотины. Компоновки гидроузлов с грунтовыми плотинами. Компоновки сооружений высоконапорного гидроузла в узких створах. Два здания ГЭС. Двухъярусная водосбросная плотина. Судоподъемники: наклонный и вертикальный, шлюзы. Пример – гидроузел “Три ущелья” (КНР). Компоновка Атбашинского гидроузла.	
2	Специальныесооружения речных гидроузлов	Гидротехнические туннели. Их назначение в гидроузле. Напорные и безнапорные туннели. Методы возведения гидротехнических туннелей. Понятие горного давления. Коэффициент крепости породы. Расчет обделок туннелей в случае безнапорного туннеля (с учетом метода Протодьяконова) и напорного туннеля. Численные методы – постановка задачи. Шлюзы, судоподъемники и лесопропускные сооружения. Их роль и расположение в гидроузле. Роль академика И.Г.Александрова в проектировании и строительстве комплексных гидроузлов. Сооружения на каналах, их виды и назначение. Дюкеры, гидравлические режимы их работы. Акведуки, их устройство. Шлюзы-регуляторы, их назначение. Назначение водозаборов и место их расположения. Классы водозаборов. Поверхностные водозаборы и их виды. Методы борьбы с наносами и шугой. Глубинные водозаборы. Рыбопропускные сооружения, их назначение и классификация. Место расположения в гидроузле рыбопропускных сооружений. Рыбоходы: лотковый, лестничный, прудковый. Принципы работы рыбоподъёмников механического и гидравлического действия. Плавучие рыбоподъёмники. Пропуск рыбы через судоходные шлюзы. Рыбозащитные сооружения.	16
3	Верхние бьефы и водохранилища	Назначение водохранилищ. Социальное и экономическое значение водохранилищ. Способы образования водохранилищ. Классификации водохранилищ. Основные зоны и параметры водохранилищ. Колебания уровня в водохранилище. Заиление водохранилищ твердым стоком и взвешенными наносами, процессы эволюции водохранилищ. Водохранилища разных климатических зон и регионов мира. Основные внутриводоемные процессы.	6

		Влияние водохранилищ на окружающую среду. Оценка ущерба от затопления прибрежных к водоему территорий и абразии берегов. Затопление и подтопление. Рыбное хозяйство водохранилищ. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения гидроузлов. Комплексное использование водохранилищ. Подготовка ложа водохранилищ. Технико-экономические показатели водохранилищ. Подготовка ложа водохранилища к затоплению.	
4	Нижние бьефы и регуляционные сооружения	Русловые процессы в нижних бьефах гидроузлов. Устойчивость донных отложений и движение наносов. Методы регулирования русел рек и их участков. Дамбы, каналы, буны, щиты и стенки. Набережные. Берегоукрепительные одежды: габионы, фашины, сипаи, каменное береговое крепление, железобетонные тюфяки, ряжевые конструкции. Конструкции регуляционных сооружений. Селезащитные и селепропускные сооружения. Трубы под насыпью.	6
5	Водосбросные сооружения гидроузлов	Водоприёмники автоматического действия. Траншейные водоприёмники. Затворные камеры водосбросов. Расчёт сопряжения бьефов за водосбросом при поверхностном режиме. Вихревые и контрвихревые водосбросы. Боковой слив как концевой участок водосбросов. Гашение энергии при свободнопадающей струе. Кавитация на водосбросах. 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. Аэрация потоков: самоаэрация и искусственная аэрация. Механизм самоаэрации. Расчет распределения концентрации воздуха по глубине. Аэрация отброшенной струи и гидравлического прыжка. Вентиляция водоводов замкнутого сечения при безнапорном движении. Волновые процессы на водосбросах. Виды волн на водосбросах и их причин. Спонтанное волнообразование. Расчет свободной поверхности потока на участках поворота водовода.	10
6	Напряженно-	Численные методы определения напряженно-	6

	деформированное состояние плотин	деформированного состояния (НДС) плотин. Возможности метода конечных элементов. Особенности исследований НДС плотин. Влияние последовательности возведения и роста нагрузок, нелинейности деформирования материалов, наличия швов и трещин, воздействия фильтрации. Задачи 2D и 3D. Учет поэтапности возведения сооружения и растущая во времени область. Условия равновесия для случая растущей области. Энергетическая модель грунта. Модель (математическая) бетона с учетом ползучести грунта. Основные параметры и зависимости. Математические модели поведения швов и трещин и их численная реализация. Метод локальных вариаций. Анализ решений. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прочность и устойчивость плотин на основе решения задачи НДС. Решение НДС плотин с учетом поэтапного возведения. Арочный эффект в распределении напряжений. Трещинообразование в ядрах грунтовых плотин.	
7	Термонапряженное состояние плотин и теплотехнические расчёты	Факторы, определяющие температурный режим гидротехнических сооружений в строительный и эксплуатационный периоды. Мероприятия по снижению температурных воздействий на гидротехнические сооружения. Теоретические основы теплопередачи. Закон Фурье. Типы граничных условий, начальные условия. Решения некоторых прикладных задач теплопередачи 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. Температурный режим и термонапряженное состояние массивных бетонных сооружений: гравитационных, контрфорсных, арочных плотин. Температурные воздействия на бетонные плотины. Распределение температур в конструкции. Температурные напряжения.	6
8	Физическое моделирование	Принципы моделирования различных процессов. Аналого-цифровое моделирование.	6

	сооружений гидроузлов	Метод ЭГДА. Основы физического моделирования. Теория подобия и размерности. Критерий Ньютона. Первая теорема подобия. Безразмерные комплексы. Вторая теорема подобия. Третья теорема подобия. Гидравлическое моделирование. Критерии Фруда, Рейнольдса, Эйлера, Вебера, Струхаля, Кармана. Статические и динамические исследования гидротехнических сооружений. Критерий Гука, фотоупругость, центробежное моделирование. Критерий Наседкина	
9	Реконструкция и ремонтные работы на гидросооружениях	Аварии на гидроузлах и их причины. Плотины Мальпасе, Титон, Киселевская и Тирлянская плотины. Технологии ремонта противофильтрационных элементов грунтовых плотин. Ремонтные работы на Курейской плотине. Задачи реконструкций. Реконструкция ДнепроГЭСа. Реконструкция водосбросной системы Саяно-Шушенской ГЭС. Наращивание грунтовых плотин.	4
10	Оптимизация гидротехнических сооружений	Понятие оптимизация. Технические условия и экономика. Типы факторов. Факторы и факторное пространство Целевая функция. Полная факторная функция План расчетов Отклики. Методы решения системы нелинейных алгебраических уравнений. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений: метод локальных вариаций, метод “прямого поиска”. Проверка адекватности. Дробная факторная функция. Выбор линейного фактора. Построение плана расчетов. Отклики Проверка адекватности. Понятия о целевой функции второго порядка. Номограммы. Решение двухкритериальной задачи оптимизации. Принцип Парето. Решение задачи многокритериальной оптимизации. Свертка критериев и функция единого параметра оптимизации. Шкала Харрингтона.	16
11	Сейсмостойкость гидротехнических сооружений	Причины землетрясений – изменение воззрений на эту проблему от Демокрита – Аристотеля – Бекона - современные представления. Кто прав? Шкалы балльности: Меркали, MKS-64, Японская шкала, шкала Рихтера. Сейсмограф Голицына. Энергетический класс землетрясения. Переход от одной шкалы в другую. Основные уравнения движения. Динамический	20

		метод. Формы колебаний, собственные значения. Коэффициент затухания, декремент затухания. Характеристическое уравнение, его преобразование, симметризация. Решение характеристического уравнения методом Шварца-Пиккарда. Возвращение в “основную систему координат”. Решение системы основных уравнений движения методом Рунге-Кутта. Сейсмические силы. Эффект “бегущей волны”. Построение матрицы жесткости с окаймляющей частью. Решение поставленной задачи. Значение угла подхода сейсмической волны к сооружению на примере арочной, контрфорсной и грунтовой плотин. Поровое давление при сейсмических воздействиях. Устойчивость откосов грунтовых плотин при сейсмических воздействиях. Прочность и устойчивость грунтовых плотин при сейсмических воздействиях	
		Итого:	104

5.2. Лабораторный практикум – не предусмотрены

5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Основные принципы компоновки гидроузлов	Фильмы: 1) Нижегородская и Чебоксарская ГЭС (компоновки) 1 час 20 мин. 2) Жигулевская и Волжская ГЭС(1 час 25 мин. и 1 час 28 мин). 3) ГЭС “Три ущелья” – 2 час. 45 мин. 4) Создание Нурекского гидроузла – 1 час 25 мин. 5) Братская ГЭС – 1 час 20 мин.	6
2	Специальные сооружения речных гидроузлов	Фильм “Начало пути” – Канал им. Москвы и шлюз Угличской ГЭС	6
3	Специальныесооружения речных гидроузлов	Подбор сечения канала по заданному расходу и хозяйственному назначению. Обеспечение устойчивости русла и одежд канала. Расчет рыбопропускных сооружений низконапорного гидроузла – лестничного регулируемого рыбохода.	6
4	Специальныесооружения речных гидроузлов	Определение границы свода обрушения М.М.Протодьяконову. Определение	6

		вертикального горного давления по методу М.М.Протодьяконова. Расчётная схема свода безнапорного туннеля. Расчёт усилий в своде туннелей методом строительной механики.	
5	Специальныесооружения речных гидроузлов	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.	66
6	Водосбросные сооружения гидроузлов	Выбор длины водосливного фронта. Определение глубины в конце траншейного водоприёмника. Назначение профиля дна траншейного водоприёмника. Определение изменения глубин вдоль траншейного водоприёмника.	6
7	Физическое моделирование сооружений гидроузлов	Обработка результатов измерения коэффициентов расхода водослива при разных напорах. Связь коэффициента расхода и числа Фруда. Анализ влияния сил вязкости, зона автомодельности. Обработка результатов измерений методом наименьших квадратов.	6
8	Реконструкция и ремонтные работы на гидросооружениях	1. Фильм “Курейская ГЭС” Ремонтные работы – 1 час 20 мин. 2. Реконструкция водосбросных сооружений Саяно-Шушенской ГЭС. Ремонт колодца и перепад на правом берегу. 3.Фильм. ГидроузлыСалонди и Фенмань (разрушение водосливной поверхности) (КНР) – 1 час 25 мин.	6
9	Основные принципы компоновки гидроузлов	Фильмы: 6) Нижегородская и Чебоксарская ГЭС (компоновки) 1 час 20 мин. 7) Жигулевская и Волжская ГЭС(1 час 25 мин. и 1 час 28 мин). 8) ГЭС “Три ущелья” – 2 час. 45 мин. 9) Создание Нурекского гидроузла – 1 час 25 мин. 10) Братская ГЭС – 1 час 20 мин.	6
10	Напряженно-деформированное состояние плотин	Формирование сетки МКЭ для грунтовой плотины. Учёт взаимодействия грунтов со скальным основанием и жёсткими противофильтрационными элементами. Выбор параметров модели деформирования грунтов и других материалов. Задание граничных условий. Задание последовательности возведения и нагружения. Выполнение расчётов. Анализ результатов. Формирование сетки МКЭ для бетонной плотины. Выбор размеров блока скального основания. Учёт возможности раскрытия и	6

		сдвиговых нарушений в контактном сечении, возможности нарушения прочности скального основания. Способы задания нагрузок (сосредоточенные и распределённые). Выполнение расчётов в упругой и упруго-пластической постановках. Сравнение и анализ результатов.	
11	Термонапряженное состояние плотин и теплотехнические расчёты	Расчет распределения температурных напряжений по сечению бетонной гравитационной плотины (рассматривается "бесконечный клин" для вариантов без теплоизоляции и с теплоизоляцией низовой грани) при воздействии температур воды и воздуха по граням конструкции в случае нестационарного процесса.	6
12	Термонапряженное состояние плотин и теплотехнические расчёты	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. Расчёт распределения температуры по толщине плоского напорного перекрытия с теплоизоляцией низовой грани : расчет аналитическим методом при воздействии температур воды и воздуха по граням конструкции в случае стационарного и нестационарного процессов.	6
13	Оптимизация гидротехнических сооружений	1) Построение планов расчетов грунтовая каменно-земляная плотина – выбор факторов и границы их измерений (3-х факторный план) при полной факторной функции. Анализ откликов. Определение коэффициентов уравнения.оптимальное решение. Проверка адекватности. 2). Аналогичное занятие для контрфорсной плотины. 3) Дробная факторная функция. Занятие на примере каменно-земляной плотины. Пять факторов, но два линейных. Выбор линейных факторов, как мало зависимых от остальных, на основе априорной информации.	8
14	Сейсмостойкость гидротехнических сооружений	1. Квазидинамический метод. Определение сейсмических сил в гравитационной бетонной плотине. Оценка напряженного состояния устойчивости. 2. Аналогичное занятие на примере каменно-земляной плотины с расчетом устойчивости откоса по круглоцилиндрической поверхности обрушения. 3.Уравнение движения, его анализ, построение (2 метода) матрицы масс (условие 2D) для	6

		случая треугольных элементов. Построение матрицы жесткости. Построение матрицы Н. Симметризация матрицы Н 4. Разбор решения дифференциального уравнения. Преобразование решения к начальным условиям. Поиск сейсмических сил. Роль статических напряжений, вызванных статическими силами. 5. Построение матрицы жесткости с окаймляющей частью. Пояснения к решению систем линейных алгебраических уравнений для определения смещений основания от “единичных” сил при прохождении “бегущей” волны. 5. Расчет по вычислительным программам форм и частот собственных колебаний плотин (грунтовой и гравитационной).	
		Итого:	86

5.4. Самостоятельная работа

для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Основные принципы компоновки гидроузлов	Самостоятельное изучение компоновок гидроузлов России, СНГ и мира. Крупнейшие гидроузлы мира.	10
2	Специальные сооружения речныхгидроузлов	Акад. И.Г.Александров и сочетание специальных сооружений в гидроузле. Рыбозащита – место расположения рыбопропускных сооружений в гидроузле. Конструкции рыбозащитных сооружений на насосных станциях, на водозаборах ГЭС, на водосбросах. Рыбопропускные сооружения гидроузлов. Конструкции рыбоподъемников, рыбопропускных шлюзов, рыбоходов. Здание ГЭС и его сочетание со шлюзом. Примеры компоновок водозаборных сооружений. Русловые бесплотинные водозаборы. Выбор методов борьбы с наносами.	19
3	Верхние бьефы и водохранилища	Наиболее емкие водохранилища в мире. Качество воды в водохранилище. Основные проблемы водохранилищ и мероприятия по борьбе с евтрофикацией водохранилищ. Рыбоводство в водохранилищах. Роль подмосковных (водораздельный бьеф) водохранилищ на жизнь москвичей зимой и летом. Река Москва и подпитка ее из водохранилищ и из реки Волги.	6
4	Напряжённое-	Механика разрушения и прочность твердых тел.	10

	деформированное состояние плотин	Разрушение строительных конструкций. Паспорт прочности сооружения	
5	Термонапряженное состояние плотин и теплотехнические расчёты	Методы расчета температурных напряжений в бетонных плотинах. Построение стационарного поля напряжений методом ЭГДА. Термический режим контрфорсных плотин.	20
6	Нижние бьефы и регуляционные сооружения	Конструкции набережных. Габионы для укрепления береговой линии. Ряжевые конструкции крепления береговой линии. Крепление берегов в НБ гидроузлов. Сели и борьба с ними.	11
7	Водосбросные сооружения гидроузлов	Моделирование гидравлических явлений, процессов русловой эрозии. Гидравлический режим вихревых водосбросов. Теория закрученных потоков. Способы закрутки потока.	10
8	Физическое моделирование сооружений гидроузлов	Необходимость моделирования статической работы гидросооружений в прошлом и математическое моделирование в настоящее время. Метод фотоупругости. Критерии подобия при моделировании гидравлических явлений и режимов. Критерий Фруда и Рейнольдса. Моделирование напряженного состояния сооружений, критерии Коши, Эйлера. Необходимость моделирования гидравлических процессов. Моделирование на русловой площадке, в лабораторных павильонах.	15
9	Реконструкция и ремонтные работы на гидросооружениях	Причины отказов плотин по данным CIGB. Методы ремонтных работ. Реконструкции плотин и гидроузлов – веление времени.	15
10	Оптимизация гидротехнических сооружений	Построение нелинейных функций откликов. План эксперимента, определение коэффициентов функций. Решение многокритериальных задач оптимизации. Свертка критериев и единый параметр оптимизации. Шкалы Харрингтона, нормирование единого параметра оптимизации. Поиск оптимального Градиентные методы оптимизации. Изучение методов решения системы нелинейных алгебраических уравнений. Использование средств MATHCAD и EXCEL для поиска оптимальных решений. Изучение способов номографирования.	35
11	Сейсмостойкость гидротехнических сооружений	Сейсмограф Б.Голицина, его конструкция. Современные сейсмографы. Понятие о магнитуде. Переход от магнитуды к интенсивности землетрясений. Формы собственных колебаний различных сооружений, методы натурного определения собственных частот колебаний сооружений.	28

		Предложение о переходе от оценки воздействий по динамическому методу к усилиям в сооружении. Роль учета «бегущей волны» на устойчивость и прочность сооружения. Антисейсмические мероприятия при конструировании плотин и сооружений, способы гашения энергии сейсмических колебаний, демпферы и антисейсмические пояса. Роль дренажных систем в обеспечении устойчивости грунтовых плотин при сейсмических воздействиях.	
		Итого:	176

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

Задачами самостоятельной работы студента по дисциплине «Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений» 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,
- приобретение навыков выполнения расчётов гидротехнических сооружений с помощью вычислительных программ,
- овладение методиками выполнения расчётов гидротехнических сооружений, приобретение навыков анализа их результатов.

Самостоятельная работа студента включает:

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

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

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

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

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
ПСК-3.1							+	+	+	+	+
ПСК – 3.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПСК – 3.3						+	+	+	+		
ПСК – 3.4										+	+

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	Коллоквиум						Защита курсовой работы/ проекта	Зачет	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ПСК-3.1	З1.1	+		+								+	
	З1.2		+	+								+	
	З1.3		+	+								+	
	З1.4		+	+	+	+	+	+				+	
	З1.5			+		+	+	+				+	
ПСК – 3.2	З1.6	+				+	+	+				+	
	З1.7	+	+	+								+	
	З1.8										+		
	Н1												
ПСК – 3.3	З2.1							+	+	+	+		
	З2.2							+	+	+	+		
	З2.3							+	+	+	+		
	З2.4							+	+	+	+		
ПСК – 3.4	З3										+	+	
	У3										+	+	
Итого		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

7.2.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме Защиты курсового проекта

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
31.1 31.2 31.3 31.4 31.5 31.6 31.7 31.8	не знает основные принципы и нормы проектирования	знает основные принципы и нормы проектирования, но не знает их детали	знает принципы и нормы проектирования на достаточном уровне	обладает глубокими знаниями принципов и норм проектирования
	не может обосновать проектные решения	может объяснить проектные решения в целом, но в деталях	может обосновать принятые проектные решения	может обосновать принятые проектные решения, анализировать их преимущества и недостатки, предложить более совершенные проектные решения
	не знает формул и зависимостей, лежащих в основе расчётного обоснования	не знает основные формулы и зависимости, лежащих в основе расчётного обоснования	знает основные формулы и зависимости, лежащих в основе расчётного обоснования, способен их интерпретировать и использовать	знает основные формулы и зависимости, лежащих в основе расчётного обоснования, способен самостоятельно получить их получить и использовать
	не может ответить на простые вопросы, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы	испытывает затруднения при ответе на вопросы, отвечает на вопросы в целом верно, но допускает ошибки	грамотно и по существу отвечает на вопросы, не допуская существенных неточностей	способен ответить как на обычные вопросы, так и на вопросы повышенной сложности, выходящие за запланированный объём
32.1 32.2 32.3 32.4	не знает основные принципы и нормы проектирования	знает основные принципы и нормы проектирования, но не знает их детали	знает принципы и нормы проектирования на достаточном уровне	обладает глубокими знаниями принципов и норм проектирования
	не может обосновать проектные решения	может объяснить проектные решения в целом, но в деталях	может обосновать принятые проектные решения	может обосновать принятые проектные решения, анализировать их преимущества и недостатки, предложить более совершенные проектные решения
	не знает формул и зависимостей, лежащих в основе расчётного обоснования	не знает основные формулы и зависимости, лежащих в основе расчётного обоснования	знает основные формулы и зависимости, лежащих в основе расчётного обоснования, способен их интерпретировать и использовать	знает основные формулы и зависимости, лежащих в основе расчётного обоснования, способен самостоятельно получить их получить и использовать

	не может ответить на простые вопросы, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы	испытывает затруднения при ответе на вопросы, отвечает на вопросы в целом верно, но допускает ошибки	грамотно и по существу отвечает на вопросы, не допуская существенных неточностей	способен ответить как на обычные вопросы, так и на вопросы повышенной сложности, выходящие за запланированный объём
З3 У3	не может ответить на простые вопросы, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы	испытывает затруднения при ответе на вопросы, отвечает на вопросы в целом верно, но допускает ошибки	грамотно и по существу отвечает на вопросы, не допуская существенных неточностей	способен ответить как на обычные вопросы, так и на вопросы повышенной сложности, выходящие за запланированный объём
	не может обосновать выбор проектного решения	испытывает затруднения в обосновании выбора проектного решения	грамотно обосновывает выбор проектного решения	грамотно обосновывает выбор проектного решения, осознаёт его преимущества и недостатки, способен предложить более совершенное решение
Н1	не продемонстрировал навыки выполнения поставленных задач	испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач	испытывает затруднения при выполнении некоторых поставленных задач	не испытывает трудности при выполнения поставленных задач
		выполняет трудовые действия медленно и некачественно	выполняет трудовые действия на среднем уровне по быстроте и качеству	выполняет трудовые действия быстро и качественно

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

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
З1.1 З1.2 З1.3 З1.4 З1.5 З1.6 З1.7 З1.8 З3 У3	не знает терминов и определений	знает термины и определения
	не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний
	не знает значительной части материала дисциплины,	в целом освоил материал дисциплины
	не понимает сути материала дисциплины	понимает суть материала дисциплины
	допускает грубые ошибки при изложении и интерпретации знаний	может излагать и интерпретировать материал дисциплины
	не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы	применяет знания при ответе на вопросы

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

- проведения коллоквиума,
- контроля за выполнением курсового проекта.

Коллоквиум устраивается по одному из основных разделов дисциплины:

– «Оптимизация конструкций гидротехнических сооружений»

Примерные вопросы к коллоквиуму "Водохранилища":

1) Водохранилища и их назначение. Емкость водохранилища для регулирования стока: суточное, недельное-декадное, сезонное, многолетнее. Примеры.
2) Качество воды в водохранилище.
3) Транспортное значение водохранилищ.
4) Рыбное хозяйство водохранилищ.
5) Затопление земель – их перепрофилирование для сельскохозяйственных целей.
6) Внутриводоемные процессы.
7) Зона влияния водохранилищ и природная среда.
8) Затопление и подтопление.
9) Подготовка ложа водохранилища.
10) Технико-экономические показатели водохранилища.

Примерные вопросы к коллоквиуму "Компоновки гидроузлов":

1) Принципы компоновки гидроузлов.
2) Оптимальные (варианты) компоновки низко- и средненапорных гидроузлов.
3) Оптимальные (варианты) компоновки высоконапорных гидроузлов на примере Нурекского, Саяно-Шушенского гидроузлов и гидроузла «Три Ущелья».
4) Взаимное расположение сооружений в гидроузле. Дороги на гребне сооружений.
5) Методы пропуска строительных расходов.
6) Компоновка гидроузла в узком створе. Два здания ГЭС.
7) Компоновка типа Атбашинского гидроузла. Безкотлованный метод строительства.

Примерные вопросы к контрольной работе "Специальные сооружения гидроузлов":

1) Особенности работы гидротехнических туннелей. Формы поперечного сечения гидротехнических туннелей.
2) Понятие о горном давление. Метод М.М.Протодьяконова.
3) Обделки безнапорных туннелей.
4) Обделки напорных туннелей.
5) Шлюзы и судоподъемники – расположение в составе гидроузлов.
6) Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. Их расположение и принцип работы в составе гидроузла.

Примерные вопросы к коллоквиуму "Численные методы расчёта напряжённо-деформированного состояния плотин":

1) Особенности расчётов напряженно-деформированного состояния (НДС) плотин. Возможности численных методов для расчётов напряжённо-деформированного состояния плотин.
2) Учет поэтапности возведения сооружения и растущая во времени область.
3) Энергетическая модель грунта.
4) Математические модели поведения швов и трещин и их численная реализация.
5) Прочность и устойчивость бетонных плотин на основе решения задачи НДС.
6) Прочность и устойчивость грунтовых плотин на основе решения задачи НДС.

Примерные вопросы к контрольной работе "Регуляционные сооружения":

1) Русловые процессы, задачи регулирования русел.
2) Механизмы русловых процессов,
3) Регулирование верховьев рек и водосборов : задачи, методы.

4) Регулирование общей эрозии русел.
5) Регулирование местной эрозии русел.
6) Защита территорий от затопления.
7) Материалы регуляционные сооружений.
8) Берегоукрепительные одежды.
9) Конструкции набережных.
10) Селезащитные сооружения.

Примерные вопросы к коллоквиуму "Гидравлический режим водосбросов":

1) Водоприёмники автоматического действия. Траншейные водоприёмники.
2) Вихревые и контрвихревые водосбросы.
3) Боковой слив как концевой участок водосбросов. Гашение энергии при свободнопадающей струе.
4) Кавитация на водосбросах : причины, прогноз.
5) Кавитационная эрозия : механизмы, методы борьбы с ней.
6) Аэрация потоков: самоаэрация и искусственная аэрация. Механизм самоаэрации.
7) Вентиляция водоводов замкнутого сечения при безнапорном движении.
8) Волновые процессы на водосбросах.
9) Расчет свободной поверхности потока на участках поворота водовода.

Примерные вопросы к коллоквиуму "Ремонтные работы и реконструкция гидротехнических сооружений":

- Аварии на гидроузлах. Гибель плотин Мальпасе, Титон, Кисилевской и Тирлянской.
- Ремонтные работы плотины на Курейской ГЭС
- Причина реконструкции ДнепроГЭСа.
- Реконструкция водосбросной системы Саяно-Шушенской ГЭС.
- Наращивание плотин. Наращивание грунтовых плотин.

Примерные вопросы к коллоквиуму "Физическое моделирование гидротехнических сооружений":

1) Принципы моделирования различных процессов. Основы физического моделирования.
2) Методы аналогий. Метод ЭГДА.
3) Критерии моделирования.
4) Теоремы подобия.
5) Гидравлическое моделирование. Критерии моделирования: Фруда, Рейнольдса, Эйлера, Вебера, Струхаля, Кармана.
6) Статические исследования сооружений. Критерий Гука.
7) Метод фотоупругости,
8) Центробежное моделирование. Критерий Наседкина.

Примерные вопросы к коллоквиуму **"***Оптимизация конструкций гидротехнических сооружений" :*

1) Понятие об оптимизации. Целевая функция.
2) Факторы. Их классификация. Выбор независимых факторов.
3) План расчетов. Полный факторный расчет. Адекватность полученных результатов. Отклики. Проверка.
4) Целевая функция. Ее вид. Выбор минимального числа факторов.
5) Дробленый факторный расчет. Выбор дополнительных факторов.
6) Решения нелинейных алгебраических уравнений.

7) Решение системы нелинейных алгебраических уравнений с учетом единого параметра оптимизации.

8) Построение единого параметра оптимизации на основе шкалы «желательности».

9) Номографирование полученных результатов.

10) Из истории оптимизации. Метод Парето.

11) Принцип Парето – принцип согласованного оптимума.

Примерные вопросы к коллоквиуму "Сейсмостойкость гидротехнических сооружений":

1) Причины землетрясений. Возрения на причины древних ученых: Демократа, Аристотеля. Движение континентов, роль водохранилищ.

2) Совершенствование в XX-ом веке статического-квазидинамического метода. Влияние собственных форм и собственных значений конструкции на величины сейсмических сил.

3) Учет сейсмических сил при расчете НДС и устойчивости бетонных гравитационных плотин.

4) Учет сейсмических сил при расчете НДС и устойчивости бетонных контрфорсных плотин.

5) Учет сейсмических сил при расчете НДС и устойчивости арочных плотин. Расчетные случаи.

6) Учет сейсмических сил при расчете устойчивости откосов грунтовых плотин.

7) Динамический метод расчета конструкции. Характеристическое уравнение. Сопоставление методов.

8) Понятие о затухании колебаний. Логарифмический декремент. Коэффициенты затухания по отношению к критическому.

9) Матрица жесткости и различные типы матрицы масс.

10) Симметризация матрицы характеристического уравнения методами Шварца-Пиккарда и Якоби.

11) Решение динамического уравнения методом Рунге-Кутта. Выбор расчетного момента времени.

12) Определение сейсмических сил по линейно-спектральной методике

13) Понятие о «бегущей волне». Матрица жесткости и ее окаймляющая часть. Матрица усилий в узлах сооружений от единичных смещений узлов оснований.

14) Влияние угла подхода сейсмической волны к плотине на сейсмические усилия.

7.3.2. Промежуточная аттестация

В качестве промежуточной аттестации предусматривается зачет (в 9-ом и 11-ом семестрах) и дифференцированный зачет (в 10-ом семестре).

Примерные вопросы к зачёту в 9ом семестре:

1. Оптимальные (варианты) компоновки низконапорных гидроузлов
2. Оптимальные (варианты) компоновки средненапорных гидроузлов
3. Оптимальные (варианты) компоновки высоконапорных гидроузлов
4. Методы пропуска строительных расходов.
5. Водохранилища и их назначение. Емкость водохранилища для регулирования стока: суточное, недельное-декадное, сезонное, многолетнее. Примеры.
6. Влияние водохранилища на природную среду.
7. Подготовка ложа водохранилища.
8. Технико-экономические показатели водохранилища.

9. Особенности работы гидротехнических туннелей.
10. Формы поперечного сечения гидротехнических туннелей.
11. Понятие о горном давлении. Метод М.М.Протодьяконова.
12. Обделки безнапорных туннелей.
13. Обделки напорных туннелей.
14. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. Их расположение в составе гидроузла.
15. Русловые процессы, их механизм, задачи регулирования русел.
16. Регулирование общей эрозии русел.
17. Регулирование местной эрозии русел.
18. Берегоукрепительные одежды. Материалы регуляционные сооружений.
19. Конструкции набережных.

Примерные вопросы к зачёту в 10ом семестре:

- Особенности расчётов напряженно-деформированного состояния плотин. Возможности численных методов.
- Свойства и модели грунтов.
- Математические модели поведения швов и трещин и их численная реализация.
- Алгоритм численных расчётов напряжённо-деформированного состояния плотин с учётом поэтапности и нелинейности.
- Алгоритм аналитических расчётов температурного режима бетонных плотин.
- Способы гашения энергии за высоконапорными водосбросами.
- Кавитация и кавитационная эрозия на водосбросах : причины, прогноз, методы борьбы.
- Аэрация потоков: самоаэрация и искусственная аэрация. Механизм самоаэрации. Вентиляция водоводов замкнутого сечения при безнапорном движении.
- Волновые процессы на водосбросах.
- Методы ремонта грунтовых плотин.
- Методы ремонта бетонных плотин.
- Задачи реконструкции гидротехнических сооружений.
- Принципы физического моделирования.
- Критерии моделирования. Теоремы подобия.
- Гидравлическое моделирование. Критерии моделирования.
- Статические исследования сооружений. Критерий Гука.

Примерные вопросы к зачету в 11-ом семестре:

1. Оптимальные (варианты) компоновки низко- и средненапорных гидроузлов.
2. Оптимальные (варианты) компоновки высоконапорных гидроузлов.
3. Методы пропуска строительных расходов.
4. Водохранилища и их назначение. Емкость водохранилища для регулирования стока: суточное, недельное-декадное, сезонное, многолетнее. Примеры.
5. Влияние водохранилища на природную среду.
6. Подготовка ложа водохранилища.
7. Технико-экономические показатели водохранилища.
8. Особенности работы гидротехнических туннелей.
9. Формы поперечного сечения гидротехнических туннелей.
10. Понятие о горном давлении. Метод М.М.Протодьяконова.
11. Обделки безнапорных туннелей.
12. Обделки напорных туннелей.
13. Рыбопропускные, их расположение в составе гидроузла.

14. Сооружения на каналах, их назначение и классификация.
15. Поверхностные водозаборы, их виды. Методы борьбы с наносами и шугой.
16. Глубинные водозаборы и водоприёмники.
17. Русловые процессы, их механизм, задачи регулирования русел.
18. Регулирование общей эрозии русел.
19. Регулирование местной эрозии русел.
20. Берегоукрепительные одежды. Материалы регуляционные сооружений.
21. Конструкции набережных.
22. Способы гашения энергии за высоконапорными водосбросами.
23. Кавитация и кавитационная эрозия на водосбросах: причины, прогноз, методы борьбы.
24. Аэрация потоков: самоаэрация и искусственная аэрация. Механизм самоаэрации. Вентиляция водоводов замкнутого сечения при безнапорном движении.
25. Волновые процессы на водосбросах.
26. Методы ремонта грунтовых плотин.
27. Методы ремонта бетонных плотин.
28. Задачи реконструкции гидротехнических сооружений.
29. Принципы физического моделирования.
30. Критерии моделирования. Теоремы подобия.
31. Гидравлическое моделирование. Критерии моделирования.
32. Статические исследования сооружений. Критерий Гука.
33. Особенности расчётов напряженно-деформированного состояния плотин. Возможности численных методов.
34. Свойства и модели грунтов.
35. Математические модели поведения швов и трещин и их численная реализация.
36. Алгоритм численных расчётов напряжённо-деформированного состояния плотин с учётом поэтапности и нелинейности.
37. Алгоритм аналитических расчётов температурного режима бетонных плотин.
38. Термический режим бетонных плотин
39. Применение закона Фурье к расчёту температурных полей в сооружении
40. Понятие об оптимизации. Целевая функция.
41. Факторы. Их классификация. Выбор независимых факторов.
42. План расчетов. Полный и дробный факторный расчет.
43. Построение функций откликов, их адекватность.
44. Решение системы нелинейных алгебраических уравнений с учетом единого параметра оптимизации.
45. Принцип Парето – принцип согласованного оптимума.
46. Совершенствование в XX-ом веке статического-квазидинамического метода. Влияние собственных форм и собственных значений конструкции на величины сейсмических сил.
47. Учет сейсмических сил при расчете НДС и устойчивости массивных бетонных плотин.
48. Учет сейсмических сил при расчете НДС и устойчивости арочных плотин.
49. Учет сейсмических сил при расчете устойчивости откосов грунтовых плотин.
50. Динамический метод расчета конструкции. Характеристическое уравнение. Сопоставление методов.
51. Понятие о затухании колебаний. Логарифмический декремент затухания.
52. Матрица жесткости и различные типы матрицы масс конструкции.
53. Методы решение динамического уравнения.
54. Методы определения сейсмических сил
55. Понятие о «бегущей волне» как сейсмическом воздействии, её влияние на сейсмостойкость сооружений.

Курсовой проект в 11 семестре выполняется на тему «Выбор оптимальной конструкции (вместе с водосбросом) высокой или сверхвысокой плотины в составе гидроузла».

Требования к курсовому проекту

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

В пояснительной записке приводятся:

- дается анализ задания курсового проекта (топографические, климатические геологические условия; наличие местных строительных материалов: заполнитель для бетона (если плотина бетонная), карьеры грунтов для упорных призм, для противофильтрационных устройств (если плотина грунтовая) или материалы для перемычек;
- обоснование выбора типа плотины (если он не задан);
- обоснованный выбор компоновки гидроузла и схема пропуска строительных расходов;
- расчеты прочности и устойчивости откосов (если плотина грунтовая);
- расчётные и поясняющие схемы (расчетная схема к прочности и устойчивости плотины, пропуск эксплуатационных расходов (включая полезные попуски, если они требуются), гашение энергии сбросной воды, оптимизация конструкции плотины, проверка оптимальной конструкции на прочность и устойчивость, эпюры напряжений в плотине).

На чертеже показываются:

- генплан гидроузла;
- геологический разрез по створу с показом врезки сооружений;
- зерновые составы всех типов грунтов, которые используются в плотине (если плотина грунтовая);
- разрез по глухой части плотины;
- разрез по водосливной части плотины;
- план расчетов при поиске оптимальной конструкции;
- водосбросные сооружения в плане (яма размыва, если она имеется);
- подземный контур плотины, включая инъекционную завесу, дренаж, потерну, контур (если требуется).

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

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ ВПО «МГСУ».

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

- Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.
- Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя справочной и нормативной литературой, калькуляторами.
- Время подготовки ответа при сдаче зачета/экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.
- При подготовке к устному экзамену экзаменуемый, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем (по окончании экзамена) сдается экзаменатору.
- При проведении устного экзамена экзаменационный билет выбирает сам экзаменуемый в случайном порядке.
- Экзаменатору предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.
- Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения. При проведении письменных аттестационных испытаний или компьютерного тестирования – в день их проведения или не позднее следующего рабочего дня после их проведения.
- Результаты выполнения аттестационных испытаний, проводимых в письменной форме, форме итоговой контрольной работы или компьютерного тестирования, должны быть объявлены обучающимся и выставлены в зачётные книжки не позднее следующего рабочего дня после их проведения.
- Оценка по курсовой работе (курсовому проекту) выставляется на основании результатов защиты на комиссии обучающимся курсовой работы (проекта) при непосредственном участии преподавателей кафедры (структурного подразделения), руководителя курсовой работы (проекта), с возможным присутствием других обучающихся из учебной группы. Одной из форм защиты может быть презентация курсовой работы (проекта). Результаты защиты (оценка) вносятся в аттестационную ведомость курсовой работы (проекта) с указанием темы курсовой работы (проекта), а также в зачетную книжку в раздел «Курсовые проекты (работы)».

Процедура защиты курсовой работы (проекта) определена Положением о курсовых работах (проектах) ФГБОУ ВПО «МГСУ».

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

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

1	Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений	Гидротехнические сооружения (речные): учебник для вузов: в 2 ч./Л.Н. Рассказов и др.-М.: Изд-во АСВ, 2011. Ч. 1. - 581 с.	22	30
2	Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений	Гидротехнические сооружения (речные): учебник для вузов: в 2 ч./Л.Н. Рассказов и др.-М.: Изд-во АСВ, 2011. Ч. 2. - 533 с.	22	30
Дополнительная литература:				
		НТБ МГСУ		
1	Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений	Волшаник, В. В. Закрученные потоки в гидротехнических сооружениях [Текст] / В. В. Волшаник. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 278 с.	10	30
2	Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений	Воробьев, Г.А. Защита гидротехнических сооружений от кавитации [Текст] / Г. А. Воробьев. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 247 с.	6	30
3	Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений	Высоцкий, Л. И. Управление бурными потоками на водосбросах [Текст] / Л. И. Высоцкий. - 2-е изд., перераб.и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 240 с.	2	30
4	Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений	Даревский, В.Э. Основы расчетов портовых гидротехнических сооружений [Текст] / В. Э. Даревский, С. Н. Левачев, Ю. М. Колесников. Ч.1 : Общие положения нагрузки и воздействия. - М. : МИСИ, 1990. - 87 с.	75	30

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

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

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

Рекомендации по организации деятельности обучающегося:

1. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения, помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.

2. *Ознакомление с терминами, понятиями с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.*
3. *Определение вопросов, терминов, материала, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.*
4. *Просмотр рекомендуемой литературы*
5. *Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.*
6. *Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам.*
7. *Изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала для написания курсовой работы/курсового проекта; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение практических исследований по данной теме. Конкретные требования по выполнению и оформлению курсовой работы/курсового проекта находятся в методических материалах по дисциплине.*
8. *Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.*
9. *При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.*

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	Водосбросные сооружения гидроузлов	Классификация водопроводящих сооружений	Слайд-презентация «Водопроводящие сооружения гидроузлов. Часть1.»	100%
2	Оптимизация гидротехнических сооружений	Выбор оптимальной конструкции (вместе с водосбросом) высокой или сверхвысокой плотины в составе гидроузла	Консультации посредством электронной почты	100%

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии

1	Основные принципы компоновки гидроузлов	Основные принципы компоновки гидроузлов	Autodesk AutoCAD	Учебная бесплатная версия
2	Специальные сооружения речных гидроузлов	Специальные сооружения речных гидроузлов	Autodesk AutoCAD	Учебная бесплатная версия
3	Напряжённое-деформированное состояние плотин	Расчеты каналов и рыбоходов	CRACK; NDS-N	Разработано ППС МГСУ
4	Напряжённое-деформированное состояние плотин	Расчёт свода безнапорного туннеля	CRACK; NDS-N	Разработано ППС МГСУ
5	Напряжённое-деформированное состояние плотин	Расчёт обделки напорного туннеля	CRACK; NDS-N	Разработано ППС МГСУ
6	Напряжённое-деформированное состояние плотин	Расчёт траншейного водоприёмника	CRACK; NDS-N	Разработано ППС МГСУ
7	Напряжённое-деформированное состояние плотин	Физическое моделирование отдельных сооружений и гидроузлов в целом	CRACK; NDS-N	Разработано ППС МГСУ
8	Реконструкция и ремонтные работы на гидросооружениях	Реконструкция и ремонтные работы	Autodesk AutoCAD	Учебная бесплатная версия
9	Напряжённое-деформированное состояние плотин	Напряжённо-деформированное состояние плотин	CRACK; NDS-N	Разработано ППС МГСУ
10	Напряжённое-деформированное состояние плотин	Расчет термонапряженного состояния бетонной гравитационной плотины методом теории упругости	CRACK; NDS-N	Разработано ППС МГСУ
11	Напряжённое-деформированное состояние плотин	Расчет температурного режима плоского напорного перекрытия контрфорсной плотины	CRACK; NDS-N	Разработано ППС МГСУ
12	Оптимизация гидротехнических сооружений	Оптимизация гидротехнических сооружений	CRACK; NDS-N	Разработано ППС МГСУ
13	Сейсмостойкость гидротехнических сооружений	Сейсмостойкость гидросооружен	NDS-N	Разработано ППС МГСУ

		ий		

11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

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

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

Учебные занятия по дисциплине «Расчёт и проектирование гидротехнических сооружений» 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
		Макет "Компоновка гидроузла"	503г УЛБ, Лаборатория "Гидротехнических сооружений"
		Макет "Бетонная водосливная плотина"	503г УЛБ, Лаборатория "Гидротехнических сооружений"
		Макет "Эвенкийская ГЭС"	503г УЛБ, Лаборатория "Гидротехнических сооружений"
		Стенд "Волжско-Камский каскад ГЭС"	503г УЛБ, Лаборатория "Гидротехнических сооружений"

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и с учетом рекомендаций примерной основной образовательной программы высшего образования по специальности “Строительство уникальных зданий сооружений”.