

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины
СЗ.БС.3.2	«Гидроэнергетические сооружения»

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	д.т.н., доцент		Муравьев О.А.

**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				

## 1. Цель освоения дисциплины

*Целью* освоения дисциплины «Гидроэнергетические сооружения» является получение студентом знаний и умений, необходимых специалисту для проектирования, строительства и эксплуатации энергетических гидротехнических сооружений гидроэлектростанций.

*Задачи дисциплины :*

- изучение схем использования гидроэнергетических ресурсов, основ водно-энергетических расчетов и методов определения основных параметров гидроэлектростанций;
- изучение состава и компоновок гидроэнергетических сооружений гидроэлектростанций;
- изучение конструкций и методов проектирования зданий гидроэлектростанций;
- изучение конструкций и методов проектирования энергетических сооружений деривационных 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
Способность разрабатывать проекты технико-экономического обоснования гидротехнических сооружений различных видов и их комплексов, а также руководить разработкой технического и рабочего проектов этих сооружений с использованием средства автоматизированного проектирования	ПСК-3.1	Знает схемы использования гидроэнергетических ресурсов и методики водно-энергетического обоснования параметров гидроэлектростанций	З1
		Умеет определять энергетическую мощность водотока, выбирать схему его энергетического использования	У1
		Владеет навыками выполнения расчетов по обоснованию основных энергетических параметров гидроэлектростанций	Н1
		Знает виды конструкций и устройство зданий ГЭС, принципы конструирования строительной части;	З2
		Умеет компоновать основное и вспомогательное оборудование в здании ГЭС; конструировать его строительную часть	У2
		Владеет навыками проектирования зданий ГЭС различных типов	Н2
		Знает основные принципы проектирования гидроэнергетических сооружений	З3
		Умеет разрабатывать конструкции гидроэнергетических сооружений и обосновывать их расчётами	У3
		Владеет навыками проектирования и расчёта гидроэнергетических сооружений	Н3

## 3. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гидроэнергетические сооружения» относится к профессиональному циклу, его вариативной части, основной профессиональной образовательной программы высшего образования по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и

сооружений», специализация №3 «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности».

Дисциплина «Гидроэнергетические сооружения» базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных студентами в процессе изучения следующих дисциплин:

- «Математика»,
- «Физика»,
- «Строительная механика»,
- «Инженерная геология»,
- «Механика грунтов. Основания и фундаменты сооружений»,
- «Строительные материалы»,
- «Механика жидкости и газа, основы теплотехники»,
- «Гидравлика»,
- «Инженерная гидрология и гидроэкология»,
- «Сооружения речных гидроузлов»,
- «Оборудование гидросооружений и гидроэлектростанций»,
- «Теоретические основы электротехники».

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

Для освоения дисциплины «Гидроэнергетические сооружения» студент должен:

*Знать:*

- основные понятия и методы математического анализа, теории вероятностей, аналитической геометрии, теории дифференциальных уравнений и теории уравнений математической физики,
- основные законы гидравлики и методы расчёта гидравлических систем,
- основы гидрологии,
- методы расчета на прочность и жесткость типовых элементов различных строительных конструкций,
- основы материаловедения,
- основы геологии и гидрогеологии,
- основы механики грунтов,
- типы и конструкции гидротурбин, их энергетические и кавитационные характеристики,
- состав, конструкции и основные характеристики вспомогательного и гидромеханического оборудования гидроэлектростанций,
- методы и средства компьютерной графики.

*Уметь:*

- использовать методы математического анализа, аналитической геометрии, теории вероятностей,
- выполнять гидравлические расчёты элементов гидротехнических сооружений,
- определять параметры и габариты основного и вспомогательного оборудования гидроэлектростанций, а также габариты элементов водопроводящего тракта гидротурбин,
- вести расчеты регулирования стока и водноэнергетические расчеты,
- разрабатывать конструкции гидротехнических сооружений, обосновывать их расчетами,
- решать простейшие задачи сопротивления материалов,
- использовать современные средства машинной графики

*Имеет навыки:*

- выполнения гидравлических и расчётов элементов гидротехнических сооружений,

- проектирования и расчета гидротехнических сооружений (подпорных, водосбросных, водопроводящих),
- конструирования и расчётов строительных конструкций.

*Дисциплины, для которых дисциплина «Гидроэнергетические сооружения» является предшествующей:*

- «Гидротехнические сооружения высокой ответственности»,
- «Безопасность гидротехнических сооружений»,
- «Практическая экономика водохозяйственного строительства»,
- «Оптимальное проектирование в гидротехнике»,
- «Расчет и проектирование гидросооружений».

**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 3 зачетных единицы 108 акад. часов.

*Структура дисциплины:*

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися				КСР		
				Лекции	Практико-ориентированные занятия					
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КПП/КР			
1	Гидроэнергетика. Гидроэнергетические ресурсы. Схемы концентрации напора. Основные энергетические параметры ГЭС	7	1-2	4		4			1	
2	Водно-энергетические расчеты. ГЭС	7	3-4	4		6			4	
3	Классификация, компоновка и состав энергетических сооружений комплексных гидроузлов	7	5	2					3	

4	Классификация и области применения зданий ГЭС. Основные конструктивные элементы зданий ГЭС и основы их проектирования.	7	6	2				4		
5	Компоновка оборудования и конструкции зданий ГЭС различных типов (руслowych, приплотинных, обособленных наземных, подземных и полуподземных)	7	7-10	8				7		
6	Специальные вопросы гидравлики зданий ГЭС. Конструкции совмещенных зданий ГЭС	7	11	2				2		
7	Гидроэнергетические сооружения ГЭС с безнапорной деривацией	7	12-13	6				2		
8	Гидроэнергетические сооружения ГЭС с напорной деривацией	7	14-16	4		4		2		
9	Турбинные водоводы ГЭС	7	17-18	4		4		2		
	Итого:			36		18		27	27	<i>Экзамен, курс. Работа</i>

**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	Гидроэнергетика. Гидроэнергетические ресурсы. Основные	Место гидроэнергетики в энергетическом балансе страны. Гидроэнергетические ресурсы. Формулы для расчета энергии и мощности водотока. Схемы концентрации напора ГЭС (плотинная, деривационная,	4

	энергетические параметры ГЭС	комбинированная), потери напора. Характерные напоры ГЭС. Основные энергетические показатели ГЭС (установленная мощность, годовая выработка электроэнергии, удельный расход и удельная выработка)	
2	Водно-энергетические расчеты. ГЭС	Исходные данные для водно-энергетических расчетов. Уравнение водного баланса. Методика расчетов длительного регулирования стока. Интегральные кривые стока в косоугольной системе координат, лучевой масштаб. Изменение мощности ГЭС по водотоку, обеспеченная мощность ГЭС. Работа ГЭС в суточном графике нагрузки, рабочая мощность. Обоснование дублирующей и установленной мощности ГЭС.	4
3	Классификация, компоновка и состав энергетических сооружений комплексных гидроузлов	Гидроузлы комплексного назначения. Гидроэлектростанции: русловые, приплотинные деривационные с напорной и безнапорной деривацией. Состав и компоновка сооружений русловых и приплотинных ГЭС. Состав сооружений головных узлов деривационных ГЭС. Типы деривационных водоводов и их трассировка. Состав и компоновка сооружений станционных узлов деривационных ГЭС.	2
4	Классификация и области применения зданий ГЭС. Основные конструктивные элементы зданий ГЭС и основы их проектирования.	Классификация зданий ГЭС по компоновочному признаку. Области применения и основные конструктивные особенности русловых (совмещенных и несомещенных), приплотинных и обособленных зданий ГЭС (наземных, полуподземных, подземных). Принципы конструирования зданий ГЭС, основные элементы конструкций агрегатных блоков гидроэлектростанций. Разрезка здания ГЭС температурно-осадочными швами. Проектирование элементов проточного тракта турбин – спиральных камер, отсасывающих труб наземных и подземных ГЭС.	2

5	Компоновка оборудования и конструкции зданий ГЭС различных типов (руслых, приплотинных, обособленных наземных, подземных и полуподземных)	<p>Компоновка оборудования и определение основных размеров строительных конструкций агрегатных блоков русловых несомещенных зданий ГЭС. Определение высотного расположения, габаритных размеров агрегатного блока вдоль и поперек потока, размеров фундаментной плиты, турбинной шахты, кратера генератора, напорной стенки здания ГЭС, водоприемной части, щитового отделения нижнего бьефа, компоновки технологических помещений генераторного и турбинного этажей, высоты и пролета верхнего строения.</p> <p>Коммуникации здания ГЭС. Определение отметки пола и габаритов монтажной площадки.</p> <p>Особенности компоновки приплотинных зданий ГЭС в составе сооружений ГЭС с бетонными плотинами.</p> <p>Компоновка оборудования и определение основных размеров строительных конструкций агрегатных блоков и блока монтажной площадки.</p> <p>Особенности компоновки обособленных наземных зданий ГЭС в составе сооружений станционных узлов с наземными и подземными водоводами.</p> <p>Условия применения головной, промежуточной и концевой компоновок станционных узлов подземных ГЭС, однозальной, двухзальной и трехзальной компоновок подземных машзалов.</p> <p>Подземные здания ГЭС с вертикальными и горизонтальными коммуникациями. Особенности конструкций полуподземных зданий ГЭС</p>	8
6	Специальные вопросы гидравлики зданий ГЭС. Конструкции совмещенных зданий ГЭС	<p>Гидравлические расчеты и определение размеров водосбросов совмещенных зданий ГЭС. Эффект эжекции.</p> <p>Определение размеров и высотного положения элементов подземного контура на выходе в нижний бьеф (водобойной части, рисбермы, ковша).</p> <p>Особенности конструкций совмещенных зданий ГЭС с напорными и безнапорными водосбросами, встроенных в водосливную плотину.</p>	2
7	Гидроэнергетические сооружения ГЭС с безнапорной деривацией	<p>Основы проектирования энергетических сооружений головных узлов гидроэлектростанций. Конструктивные особенности водоприемников для борьбы с донными наносами, плавающим сором и льдом.</p> <p>Конструкции отстойников периодического и непрерывного действия, определение длины отстойника, ширины и количества камер. Условия промыва, параметры промывных галерей.</p> <p>Типы безнапорных деривационных водоводов (каналы, туннели, лотки), их гидравлические характеристики. Саморегулирующиеся и несаморегулирующиеся безнапорные водоводы. Гидравлические расчеты и гидравлические режимы работы. Неустановившиеся режимы – высота бегущей волны. Принципы технико-экономического обоснования размеров сечений водоводов. Назначение и основные требования к напорным бассейнам.</p> <p>Конструкции и компоновки напорных бассейнов при саморегулирующейся и несаморегулирующейся деривации. Водосбросные сооружения и их пропускная способность. Водоприемные устройства напорных бассейнов и их гидромеханическое оборудование. Зимняя работа напорных бассейнов, шугосбросные и</p>	6

		ледосбросные сооружения. Противофильтрационные мероприятия в напорных бассейнах. Бассейны суточного регулирования (БСР), анализ условий работы деривационных водоводов и БСР при различном их размещении. Меры борьбы с заилием. Схемы конструкций бассейнов с увеличенной амплитудой колебаний уровня. Варианты расположения бассейна суточного регулирования по трассе.	
8	Гидроэнергетические сооружения ГЭС с напорной деривацией	Напорные водоприемники (береговые и башенные). Высотное расположение, размеры, компоновка оборудования, основы гидравлических расчетов. Трассировка и конструкции напорных трубопроводов и напорных туннелей. Гидравлические расчеты. Принципы технико-экономического обоснования размеров сечений. Назначение уравнивающих резервуаров (У.Р.), условия их применения на подводящих и отводящих водоводах ГЭС. Конструкции УР различных типов и требования к ним. Основные принципы работы и задачи их гидравлических расчетов.	4
9	Напорные станционные водоводы гидроэлектростанций.	Типы и трассировка станционных напорных водоводов), схемы их подвода к зданию ГЭС. Конструкции облицовок станционных водоводов. Опоры, температурные и температурно-осадочные компенсаторы Гидроудар в напорных подводящих и отводящих водоводах, задачи расчета.	4
		Итого:	36

5.2. Лабораторный практикум - не предусмотрен

5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. Часов
1	Гидроэнергетика. Гидроэнергетические ресурсы. Основные энергетические параметры ГЭС	<b>Разработка деривационной схемы концентрации напора.</b> Выбор участка реки для энергетического использования, Определение схемы концентрации напора, потерь напора, установленной мощности и годовой выработки электроэнергии.	4
2	Водно-энергетические расчеты. ГЭС	<b>Водно-энергетические расчеты ГЭС.</b> Выполнение водно-энергетических расчетов длительного регулирования стока по 2-х летнему календарному ряду расходов с определением режима регулирования "на максимально выравненный расход", изменения уровней верхнего и нижнего бьефов, напора, мощности ГЭС по водотоку, обеспеченной, гарантированной мощности, установленной мощности ГЭС	6
7	Гидроэнергетические сооружения ГЭС с безнапорной деривацией	<b>Расчет отстойника ГЭС.</b> Определение конструктивных размеров отстойника периодического действия с расчетом длины камеры по методу ТУИН.	4
8	Гидроэнергетические сооружения ГЭС с	<b>Гидравлический расчет напорного водоприемника ГЭС.</b>	4

	напорной деривацией	По заданному значению расхода и уровней верхнего бьефа выполняется расчет потерь напора в элементах напорного водоприемника заданной конструкции и потерь на сороудерживающей решетке	
		Итого:	18

#### 5.4. Групповые консультации по курсовым проектам.

Учебным планом групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам не предусмотрены

#### 5.5. Самостоятельная работа

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Гидроэнергетика. Гидроэнергетические ресурсы. Схемы концентрации напора. Основные энергетические параметры ГЭС	Знакомство с нормативной и учебной литературой по вопросам определения основных энергетических параметров ГЭС и ГАЭС	1
2	Водно-энергетические расчеты ГЭС	Знакомство с нормативной и учебной литературой по водно-энергетическим расчетам и обоснованию параметров ГЭС и ГАЭС.	1
		Оформление практической работы по водно-энергетическим расчетам длительного регулирования.	3
3	Классификация, компоновка и состав энергетических сооружений комплексных гидроузлов	Знакомство с нормативной и учебной литературой по проектированию гидроэнергетических сооружений ГЭС и ГАЭС.	1
		Оформление практической работы по разработке схемы использования участка реки.	2
4	Классификация и области применения зданий ГЭС. Основные конструктивные элементы зданий ГЭС и основы их проектирования.	Знакомство с нормативной и учебной литературой по конструкциям зданий ГЭС и ГАЭС.	1
		Выполнение Курсовой работы в части подбора основного оборудования, определению размеров спиральных камер и отсасывающих труб турбин.	3
5	Компоновка оборудования и конструкции зданий ГЭС различных типов (руслowych, приплотинных, обособленных наземных, подземных и полуподземных)	Анализ графического материала по реализованным проектам зданий ГЭС: русловых, приплотинных, обособленных, наземных, подземных и полуподземных	2
		Выполнение Курсовой работы в части подбора гидромеханического и кранового оборудования здания ГЭС. Выполнение графической части Курсовой работы; высотная привязка и компоновка основного оборудования и проточной части	5

		гидротурбин в здании ГЭС, определение размеров агрегатных блоков поперек потока с учетом разрезки температурно-осадочными швами. Выполнение графической части Курсовой работы; компоновка гидромеханического оборудования в здании ГЭС, определение размера агрегатного блока вдоль потока. Компоновка кранового оборудования в здании ГЭС, определение высоты верхнего строения, компоновка оборудования на монтажной площадке, конструирование опорных конструкций верхнего строения машзала. Выполнение расчетно-графической части Курсовой работы; определение размеров и конструкции крепления русла в нижнем бьефе здания ГЭС. Оформление записки и графического материала по Курсовой работе.	
6	Специальные вопросы гидравлики зданий ГЭС. Конструкции совмещенных зданий ГЭС	Знакомство с нормативной и учебной литературой по гидравлическим расчетам водопроводящих трактов совмещенных ГЭС, режимов течения в нижнем бьефе, перепаду восстановления, проектированию крепления в нижнем бьефе.	2
7	Гидроэнергетические сооружения ГЭС с безнапорной деривацией	Знакомство с нормативной литературой по проектированию безнапорных водоприемников, отстойников, напорных бассейнов, бассейнов суточного регулирования	2
8	Гидроэнергетические сооружения ГЭС с напорной деривацией	Знакомство с нормативной литературой по проектированию напорных водоприемников и деривационных напорных водоводов, уравнильных резервуаров	2
9	Напорные станционные водоводы гидроэлектростанций	Знакомство с нормативной литературой по напорным станционным (турбинным) турбинным водоводам ГЭС	2
		Итого	27

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

Задачами самостоятельной работы студента по дисциплине «Гидроэнергетические сооружения» является:

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

Самостоятельная работа студента включает:

- самостоятельное изучение разделов дисциплины с использованием специальной технической литературы и Интернет-ресурсов,

- выполнение курсовой работы, подготовку к ее защите,
- выполнение расчётно-графических работ,
- подготовку к мероприятиям текущего контроля (опросы на лекциях, защита курсовой работы),
- подготовку к промежуточной аттестации (экзамены) на основе лекционного материала, а также материала, изученного самостоятельно.

При самостоятельной подготовке по разделу «Гидроэнергетика. Гидроэнергетические ресурсы. Схемы концентрации напора. Основные энергетические параметры ГЭС» студенту рекомендуется с помощью литературных и электронных источников изучить вопрос о роли гидроэнергетики в энергетическом балансе страны, гидроэнергетическом потенциале, истории развития гидроэнергетики.

При самостоятельной подготовке по разделу «Водно-энергетические расчеты» студент должен с помощью учебника и иных информационных источников ознакомиться с методиками расчетов при реализации различных режимов регулирования стока, по определению обеспеченной, гарантированной и установленной мощностей ГЭС, расчетов при реализации суточного регулирования.

Основная цель самостоятельной подготовки студента по разделу «Классификация, компоновка и состав энергетических сооружений комплексных гидроузлов» с помощью учебника и иных информационных источников познакомиться с компоновками реальных гидроузлов энергетического и комплексного назначения, составом и конструкциями основных сооружений.

При самостоятельной подготовке по разделу «Классификация и области применения зданий ГЭС. Основные конструктивные элементы зданий ГЭС и основы их проектирования» студент, с помощью учебника и иных информационных источников, должен ознакомиться с реальными компоновками агрегатных блоков зданий ГЭС руслового, приплотинного и обособленного типов (наземными, полуподземными и подземными).

При самостоятельной подготовке по разделу «Компоновка оборудования и конструкции зданий ГЭС различных типов (руслowych, приплотинных, обособленных наземных, подземных и полуподземных)» студент должен углубить навыки по компоновке в агрегатных блоках основного и вспомогательного оборудования ГЭС, по основам проектирования элементов проточного тракта зданий ГЭС (водоприемников русловых зданий, спиральных камер, отсасывающих труб).

При самостоятельной подготовке по разделу «Специальные вопросы гидравлики зданий ГЭС. Конструкции совмещенных зданий ГЭС» студент должен ознакомиться с конструкциями совмещенных агрегатных блоков, методикой расчетов водосбросных сооружений в составе агрегатных блоков ГЭС, а также методикой определения эффекта эжекции и перепада восстановления.

При самостоятельной подготовке по разделу «Гидроэнергетические сооружения ГЭС с безнапорной деривацией» студент должен ознакомиться с реальными конструкциями сооружений головных узлов, конструкциями саморегулирующихся и несаморегулирующихся безнапорных водоводов, конструкциями сооружений станционных узлов (напорных бассейнов, бассейнов суточного регулирования), включая регуляционные, водоприемные и водосбросные сооружения.

При самостоятельной подготовке по разделу «Гидроэнергетические сооружения ГЭС с напорной деривацией» студент должен ознакомиться с реальными конструкциями водоприемников (башенных, береговых), напорных водоводов различных типов, уравнивающих резервуаров. Углубить знания в области гидравлических расчетов

водоприемных и водопропускных сооружений, а также расчетов уравнильных резервуаров при переходных процессах ГЭС.

При самостоятельной подготовке по разделу «Напорные станционные водоводы гидроэлектростанций» студент должен ознакомиться с конструкциями напорных турбинных водоводов, основами экономических и гидравлических расчетов, расчетов гидроудара

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 курсовой работы - 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	
ПСК-3.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

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			
								Расчетно-графическая работа	Защита курсовой работы/проекта	Зачёт		Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ПСК-3.1	31								+		+	+
	У1							+	+		+	+
	Н1							+				+
	32								+		+	+
	У2							+	+		+	+
	Н2							+				+
	33								+		+	+
	У3							+	+		+	+
	Н3						+				+	

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

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

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
31 32 33	не знает терминов и определений	знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	знает термины и определения	знает термины и определения, может сформулировать их самостоятельно
	не знает значительной части материала дисциплины	знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	знает материал дисциплины в запланированном объеме	обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
	допускает грубые ошибки при изложении и интерпретации знаний,	допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала, неточности в изложении и интерпретации знаний	грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать выводы
У1 У2 У3	не умеет решать практические задачи, выполнять поставленные задания	умеет решать практические задачи, но не всех типов	умеет решать практические задачи, предусмотренные программой дисциплины	умеет решать практические задачи повышенной сложности, не предусмотренные программой дисциплины
	не понимает сути методики решения задач	не полно понимает суть методики решения задач, способен решать задачи только по заданному алгоритму	умеет решать практические задачи, основываясь на теоретической базе материала дисциплины	умеет применять теоретическую базу дисциплины при решении практических задач, предлагать собственный метод решения
	Не может обосновать выбор метода решения задач, не осознаёт связи теории с практикой	испытывает затруднения в применении теории при решении задач, при обосновании выбора хода решения	грамотно обосновывает ход решения задач, делает выводы	грамотно обосновывает ход решения задач, способен самостоятельно анализировать и делать выводы
Н1 Н2 Н3	Не обладает необходимыми знаниями и умениями	обладает необходимыми знаниями и умениями на пороговом уровне освоения	обладает необходимыми знаниями и умениями на углублённом уровне освоения	обладает необходимыми знаниями и умениями на углублённом уровне освоения

	Не обладает навыками выполнения поставленных задач	испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач	испытывает затруднения при выполнении некоторых поставленных задач	не испытывает трудности при выполнении поставленных задач
	не выполняет трудовые действия	выполняет трудовые действия медленно и некачественно	выполняет трудовые действия на среднем уровне по скорости и качеству	выполняет трудовые действия быстро и качественно

7.2.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме Защиты курсовой работы

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетвор.)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
	31 32	Не может обосновать проектные решения	может объяснить проектные решения в целом, но в деталях	может обосновать принятые проектные решения
	не знает формул и зависимостей, лежащих в основе расчётного обоснования	не знает основные формулы и зависимости, лежащих в основе расчётного обоснования	знает основные формулы и зависимости, лежащих в основе расчётного обоснования, способен их интерпретировать и использовать	знает основные формулы и зависимости, лежащих в основе расчётного обоснования, способен самостоятельно получить их и использовать
	не может ответить на простые вопросы, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы	испытывает затруднения при ответе на вопросы, отвечает на вопросы в целом верно, но допускает ошибки	грамотно и по существу отвечает на вопросы, не допуская существенных неточностей	способен ответить как на обычные вопросы, так и на вопросы повышенной сложности, выходящие за запланированный объём
У1 У2	принял неверные проектные решения	принял в целом верные проектные решения, но допустил ошибки в деталях	принял верные проектные решения, но допустил неточности	принял верные проектные решения
		применил заимствованное проектное решение, не эффективное для данных условий	применил эффективное решение для данных условий	разработал эффективное проектное решение, разработал новые проектные решения
	допустил грубые ошибки в расчётах, делающие ничтожным расчётное обоснование	допустил ошибки в расчётах, не исключаяющие верность проектного решения в целом	выполнил расчётное обоснование с незначительными неточностями	выполнил расчётное обоснование без ошибок и неточностей
	не может объяснить	испытывает	грамотно	грамотно обосновывает ход

	методику расчётного обоснования	затруднения в объяснении методики расчётного обоснования	обосновывает методику и ход расчётного обоснования	методику и ход расчётного обоснования, способен самостоятельно анализировать и делать выводы
Н1 Н2	не обладает необходимыми знаниями и умениями	обладает необходимыми знаниями и умениями на пороговом уровне освоения	обладает необходимыми знаниями и умениями на углублённом уровне освоения	обладает необходимыми знаниями и умениями на углублённом уровне освоения
	Не продемонстрировал навыки выполнения поставленных задач	испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач	испытывает затруднения при выполнении некоторых поставленных задач	не испытывает трудности при выполнении поставленных задач
		выполняет трудовые действия медленно и некачественно	выполняет трудовые действия на среднем уровне по скорости и качеству	выполняет трудовые действия на среднем уровне по скорости и качеству

7.2.4. *Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета*  
Учебным планом зачёт не предусмотрен.

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:  
– проверка выполнения курсовой работы.

*Требования к курсовой работе “Подбор оборудования и конструирование здания ГЭС” в 7-ом семестре:*

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

*В пояснительной записке приводятся:*

- основные энергетические параметры гидроэлектростанции,
- обоснование выбора типа здания ГЭС,
- расчеты по подбору турбин, генераторов, кранового оборудования, предтурбинных затворов, силовых трансформаторов, систем автоматического регулирования,

- расчеты по определению габаритов спиральных камер и отсасывающих труб турбин, расчеты по определению высотного положения и размеров крепления в нижнем бьефе здания ГЭС,

- расчётные и поясняющие схемы.

*На чертеже показываются:*

- генплан гидроэлектростанции (станционного узла для деривационных ГЭС),
- геологический разрез с показом здания ГЭС,
- разрез по зданию ГЭС вдоль и поперек потока, плановые разрезы по агрегатным блокам (на разных отметках) и блоку монтажной площадки.

*Вопросы к защите курсового проекта.*

Перечень вопросов к защите курсовой работы определяется отдельно для каждого конкретного случая в зависимости от условий задания, принятых проектных решений.

Примерный перечень вопросов к защите курсовой работы:

- Какие сооружения входят в состав гидроузла энергетического назначения?
- Из каких соображений выбрана компоновка энергетических сооружений ГЭС?
- Как топографические и геологические условия повлияли на выбор типа здания ГЭС?
- Какие данные водно-энергетических расчетов использованы для определения типа и количества гидротурбин?
- Какова методика определения диаметра турбины и частоты вращения?
- Какова методика определения высоты отсасывания и высотного расположения агрегатного блока здания ГЭС?
- Как выбирается тип, угол охвата и форма сечений спиральной камеры турбины?
- Как определяются конструктивные размеры отсасывающей трубы?
- Каковы основные принципы компоновки агрегатного блока руслового здания ГЭС (несовмещенного и совмещенного типов)?
- Каковы основные принципы компоновки агрегатного блока приплотинного здания ГЭС?
- Каковы основные принципы компоновки агрегатного блока обособленного здания ГЭС (наземного и подземного типов)?
- Как определяются размеры и высотное расположения монтажной площадки ГЭС?
- Как осуществляется разрезка здания ГЭС температурно-осадочными швами?
- Как определяются размеры и высотное расположение элементов крепления а нижнем бьефе за зданием ГЭС?

### 7.3.2. Промежуточная аттестация

В качестве промежуточной аттестации предусматривается экзамен.

*Примерный перечень вопросов к экзамену семестре:*

1. Методика определения энергии и мощности для участка реки (формулы, определения)
2. Схемы концентрации напора ГЭС и условия их применения.
3. Характерные напоры ГЭС. Потери напора .
4. Основные энергетические характеристики ГЭС (формулы определения)
5. Исходные данные водно-энергетических расчетов
6. Совместное решение уравнение водного баланса уравнений для определения напоров и мощности ГЭС
7. Определение режимов изменения уровней ВБ, НБ, напора, мощности ГЭС по водотоку при реализации режима регулирования стока на максимально выравненный расход, диспетчерского режима.
8. Режимы работы ГЭС в суточном графике нагрузки энергосистемы. Гарантированная мощность.
9. Методика обоснования дублирующей мощности. Установленная мощность ГЭС.
10. Классификация гидроэлектростанций. Условия применения ГЭС различных типов.
11. Компоновка и состав сооружений русловых, приплотинных, деривационных ГЭС (с напорной и безнапорной деривацией).
12. Классификация зданий ГЭС по компоновочному признаку. Условия применения зданий ГЭС различных типов
13. Основные части и строительные конструкции агрегатных блоков ГЭС

14. Обоснование высотного положения агрегатного блока ГЭС.
15. Основы проектирования спиральных камер и отсасывающих труб турбин.
16. Компонировка оборудования и основные размеры строительных конструкций агрегатных блоков русловых, приплотинных, обособленных зданий ГЭС
17. Коммуникации наземных и подземных зданий ГЭС. Размеры и отметка расположения блока монтажной площадки
18. Компонировка машинных залов подземных ГЭС. Варианты размещения силовых трансформаторов и затворов
19. Особенности конструкций и размеры агрегатных блоков совмещенных зданий ГЭС с напорными и безнапорными водосбросами, встроенных в водосливную плотину
20. Основы проектирования энергетических сооружений головных узлов гидроэлектростанций. Конструктивные особенности водоприемников для борьбы с донными наносами, плавающим сором и льдом. Конструкции отстойников периодического и непрерывного действия, определение длины отстойника, ширины и количества камер. Условия промыва.
21. Саморегулирующиеся и несаморегулирующиеся безнапорные водоводы. Гидравлические расчеты, режимы работы. Неустановившиеся режимы – высота бегущей волны. Принципы технико-экономического обоснования размеров.
22. Трассировка и конструкции напорных трубопроводов и напорных туннелей. Гидравлические расчеты. Принципы технико-экономического обоснования размеров сечений.
23. Назначение уравнивательных резервуаров (У.Р.), условия их применения на подводящих и отводящих водоводах ГЭС. Конструкции УР различных типов и требования к ним. Основные принципы работы и задачи их гидравлических расчетов
24. Типы и трассировка станционных напорных водоводов), схемы их подвода к зданию ГЭС. Конструкции облицовок станционных водоводов. Опоры, температурные и температурно-осадочные компенсаторы Гидроудар в напорных подводящих и отводящих водоводах, задачи расчета

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

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

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

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
2	Гидроэнергетические сооружения	Ухин Б.В. Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод [Текст]: учебное пособие для вузов / Б. В. Ухин. - М. : Форум : ИНФРА-М, 2011. - 319 с.	10	20
<i>Дополнительная литература:</i>				
1	Гидроэнергетические сооружения	Гидроэлектрические станции / Под ред. В.Я.Карелина и Г.И.Кривченко – М.: Энергоатомиздат,	230	20

2	Гидроэнергетические сооружения	Гидроэнергетическое и вспомогательное оборудование гидроэлектростанций. Под ред. Ю.С.Васильева, Д.С.Щавелева. М.: Энергоатомиздат. 1988		20
3	Гидроэнергетические сооружения	Кривченко Г.И. Гидравлические машины: Учебник для вузов, 2-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1983.		20
4	Гидроэнергетические сооружения	СТО 17330282.27.140.002-2008 «Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования».		20
5	Гидроэнергетические сооружения	СТО 17330282.27.140.014-2008 «Технические системы гидроэлектростанций. Условия создания. Нормы и требования».		20
6	Гидроэнергетические сооружения	Михайлов И.Е. Методические указания. Проектирование зданий ГЭС. МГСУ. М.: 2008	40	20
7	Гидроэнергетические сооружения	Муравьев О.А. Водноэнергетические расчеты ГЭС для сезонного регулирования стока по диспетчерскому режиму. Методические указания. МГСУ. М.: 2014	200	20

**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	<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 (модуля)**

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

При самоподготовке по материалам дисциплины студенту рекомендуется использовать следующие приёмы:

1. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, конспект лекции. Необходимо после каждой лекции знакомиться с изложением материала лекции в литературе;
2. Ознакомление с основополагающими терминами и понятиями, требующихся для запоминания, с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в специальный конспект (тетрадь). Сопоставление разных толкований между собой;
3. Написание конспекта лекций, в котором в краткой, схематичной форме фиксировать наиболее важные положения и законы дисциплины, ключевые слова, термины и определения, выделять выводы и обобщения, помечать важные мысли;
4. Самостоятельное повторное решение практических задач, рассмотренных на занятиях и в учебной литературе, с последующей сверкой самостоятельного и эталонного решения;
5. Осуществление подготовки к мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по вопросам, указанным в рабочей программе дисциплины, фонде оценочных средств, ведение тетради ответов на вопросы;
6. Выделение круга вопросов, который вызывает трудности, с последующим их разрешением либо с помощью рекомендуемой литературы, либо с помощью консультации у преподавателя.
7. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам.

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

1. Вести работу над курсовым проектом (работой) в соответствии с методическими указаниями.
2. Плановое выполнять курсовой проект (работу) в соответствии с планом-графиком, поэтапно, по мере объяснения на практических занятиях;
3. Вести постоянные консультации с руководителем курсового проекта (работы) по мере выполнения разделов и частей курсового проекта;
4. Ознакомливаться 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	Гидроэнергетика. Гидроэнергетические ресурсы. Схемы концентрации напора. Основные энергетические параметры ГЭС	Гидроэнергетические ресурсы. Схемы концентрации напора. Основные энергетические параметры ГЭС	Слайд-презентация "Гидроэнергетика. Вводный курс".	100

2	Водно-энергетические расчеты ГЭС.	Расчеты длительного и суточного регулирования стока. Определение установленной мощности ГЭС	Слайд-презентация "Водно-энергетические расчеты гидроэлектростанций"	100
3	Классификация, компоновка и состав энергетических сооружений комплексных гидроузлов	Классификация, компоновка и состав энергетических сооружений комплексных гидроузлов	Слайд-презентация "Типы гидроэлектростанций. Состав сооружений."	100
		Классификация зданий ГЭС по компоновочному признаку.	Слайд-презентация "Здания гидроэлектростанций"	100

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

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Водно-энергетические расчеты ГЭС.	Методика расчетов длительного регулирования стока.	Водноэнергетические расчеты ГЭС для сезонного регулирования стока по диспетчерскому режиму.	Разработано ППС МГСУ

*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 IPRbooks	<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 «Гидроэнергетические сооружения» 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",	503г УЛБ, Лаборатория "Гидротехнических сооружений"
		Макет "Эвенкийская ГЭС",	
Стенд "Волжско-Камский каскад ГЭС"			

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 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений», специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности».