

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ  
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.В.ДВ.4.1	Гидроэлектростанции и гидромашин

Код направления подготовки	20.03.02
Направление подготовки	Природообустройство и водопользование
Наименование ОПОП (профиль)	Комплексное использование и охрана водных ресурсов (академический бакалавриат)
Год начала подготовки	2015
Уровень образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная

Разработчики:

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
профессор	к.т.н., с.н.с.		Берлин В.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на кафедры гидротехнического строительства

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

Рабочая программа утверждена и согласована:

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

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Гидроэлектростанции и гидромашин» является освоение студентом знаний о способах использования гидроэнергетических ресурсов, о гидравлических машинах, гидроэлектростанциях и приобретение умений и практических навыков по подбору гидроэнергетического оборудования и проектированию сооружений гидроэлектростанций.

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

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
Знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	ПК-1	<b>Знает</b> о существовании и основном содержании нормативных документов, относящихся к охране вод использованию и охране водных ресурсов, проектированию, строительству и эксплуатации ГЭС и ГАЭС: в том числе федеральные законы, постановления правительства РФ, своды правил, стандарты организаций Национального объединения строителей НОСТРОЙ, Федеральной гидроэнергетики РусГидро и других организаций в сфере строительства; номенклатуру гидротурбин и насосов, стандарты, определяющие основные характеристики гидротурбин.	31
		<b>Умеет</b> использовать знание нормативной базы при решении задач комплексного использования водных ресурсов, в том числе при проектировании ГЭС и ГАЭС.	У1
Знание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности	ПК-13	<b>Знает</b> причины различных видов аварий гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций; примеры внедрения инноваций в гидроэнергетике, новые виды бетонов и других строительных материалов, применяемых в гидроэнергетическом строительстве	32
		<b>Имеет навыки</b> анализа проектных решений ГЭС и ГАЭС как объектов, влияющих на состояние окружающей среды	Н2

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

Дисциплина «Гидроэлектростанции и гидромашин» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 20.03.02 «Природообустройство и

водопользование» (уровень бакалавриата), профиль «Комплексное использование и охрана водных ресурсов» и является дисциплиной по выбору.

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

- «Математика»,
- «Физика»,
- «Механика»,
- «Гидравлика»,
- «Информационные технологии»,
- «Инженерная графика»,
- «Электротехника, электроника и автоматизация»,
- «Гидрология, метеорология и климатология»,
- «Основы строительного дела»,
- «Водохозяйственные системы и водопользование»,
- «Возобновляемые источники энергии. Комплексное использование водных объектов»,
- «Проектирование водохозяйственных систем. Управление водохозяйственными системами»,
- «Регулирование стока. Гидрометрия»,
- «Гидравлика гидротехнических сооружений»,
- «Гидротехнические сооружения».

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

Для освоения дисциплины «Гидроэлектростанции и гидромашины» студент должен:

*Знать:*

- основы высшей математики (дифференциальное и интегральное исчисление),
- основы гидравлики и методы расчёта гидравлических систем,
- основы гидрологии,
- теоретические основы и основные методы сопротивления материалов и строительной механики,
- виды строительных материалов, их физико-механические свойства и технологию изготовления,
- основы проектирования строительных конструкций,
- виды грунтов и их физико-механические свойства,
- основы проектирования фундаментов сооружений,
- виды и принципы работы гидротехнических сооружений общего назначения.

*Уметь:*

- использовать математический аппарат при решении профессиональных задач,
- читать геологическую, строительную графику, оформлять строительные чертежи,
- конструировать строительные конструкции, обосновывая их расчётами,
- выполнять гидравлические расчеты элементов гидротехнических сооружений, водоводов, естественных русел,
- выполнять расчёты несущей способности оснований сооружений,

*Иметь навыки:*

- выполнения гидравлических и расчётов элементов гидротехнических сооружений,

- конструирования и расчётов строительных конструкций,
- расчётов и проектирования фундаментов,
- оформления строительных чертежей.

Дисциплины, для которых дисциплина «Гидроэлектростанции и гидромашин» является предшествующей:

- "Сооружения водохозяйственных систем",
- "Насосы и насосные станции",
- "Сооружения речных гидроузлов",
- "Судоходные сооружения.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет при очном обучении 4 зачетных единицы, 144 академических часа;

*Структура дисциплины:*

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						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 КПК/КСР			
1.	Водные ресурсы и их энергетическое использование. Схемы использования водно-энергетических ресурсов	6	1-2	2	-	2		4	4	Устный опрос
2.	Гидравлические машины	6	4-10	16	-	10		8	10	Контрольная работа
3.	Гидроэлектростанции	6	11-13	8	-	8		6	10	Устный опрос
4.	Проектирование зданий гидроэлектростанций	6	14-16	8	-	12		9	20	
	Итого:			32		32		27	53	Курсовой проект, экзамен

**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 по очной форме обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Схемы использования водно-энергетических ресурсов		4
	1.1 Водные ресурсы и их энергетическое использование	Водопотребители и водопользователи. Гидроэнергетические ресурсы. Схемы создания напора ГЭС. Принципы работы гидроэлектростанций. Значение ГЭС и ГАЭС для энергосистемы	2
	1.2 Водно-энергетические расчеты и выбор установленной мощности ГЭС	Плотинные, деривационные и комбинированные схемы использования гидроэнергетических ресурсов. Схемы каскадов ГЭС на водотоках. Водно-энергетические расчеты. Выбор установленной мощности ГЭС	2
2	Гидравлические машины		12
	2.1 Виды гидротурбин и области их применения	Реактивные и активные гидротурбины. Виды гидротурбин и области их применения. Номенклатуры гидравлических турбин	2
	2.2 Конструкции гидротурбин	Конструкции осевых, радиально-осевых, ортогональных и ковшовых гидротурбин. Поворотно-лопастные и пропеллерные турбины, их сравнение по характеристикам	2
	2.3 Кинематика потока в гидротурбинах	Параллелограммы скоростей, подобие режимов работы. Основное уравнение гидротурбин и его анализ. Приведенные параметры и коэффициент быстроходности	2
	2.4 Кавитация в гидротурбинах	Кавитация в гидротурбинах и её влияние на условия работы гидротурбины. Коэффициент кавитации и определение допустимой высоты отсасывания	2
	2.5 Турбинные камеры и отсасывающие трубы	Турбинные камеры: виды и основы расчета и конструирования. Назначение и конструкции отсасывающих труб гидротурбин, их энергетическое значение	2
	2.6 Характеристики гидротурбин. Номенклатуры гидротурбин	Линейные и универсальные характеристики гидротурбин. Модельные исследования гидротурбин. Энергетические и кавитационные стенды. Порядок подбора гидротурбин на гидроэлектрических станциях.	2
3.	Гидроэлектростанции		8
	3.1 Виды ГЭС и их особенности	Виды гидроэлектростанций и схемы их работы. Состав сооружений гидроэлектростанций и их назначение.	2
	3.2 Сооружения энергетического назначения	Конструкции водоприёмников различных типов. Способы защиты от льда, мусора и наносов. Сооружения деривационных ГЭС. Безнапорные деривационные водоводы (каналы, лотки и туннели). Отстойники.	4
	3.3 Переходные процессы на ГЭС	Неустановившееся движение в безнапорных деривационных каналах. Бассейны суточного регулирования. Типы напорных станционных водоводов.	2

		Гидравлический удар. Уравнительные резервуары.	
4.	Проектирование зданий гидроэлектростанций	Типы зданий ГЭС, их классификация по напору и конструктивному решению. Руслловые здания ГЭС: компоновка и конструкции. Руслловые здания ГЭС, совмещённые с донными и поверхностными водосбросами. Здания ГЭС с горизонтальными капсульными агрегатами. Приплотинные и деривационные здания ГЭС. Компоновка зданий ГЭС с различными типами плотин. Встроенные здания ГЭС. Открытые и полуоткрытые здания ГЭС. Совмещение приплотинных зданий ГЭС с водосбросами. Подземные и полуподземные здания ГЭС. Особенности их компоновки. Особенности конструкций зданий ГАЭС и ПЭС. Монтажная площадка здания ГЭС: назначение и определение габаритов. Высотное положение монтажной площадки и её связь с транспортными коммуникациями	8
	Всего		32

### 5.2. Перечень практических занятий по очной форме обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1.	Водные ресурсы и их энергетическое использование. Схемы использования водно-энергетических ресурсов	<b>Водно-энергетические расчеты ГЭС.</b> Выдача задания на курсовую работу по теме водно-энергетических расчетов при длительном регулировании стока реки. Знакомство с порядком выполнения работы по заданному гидрографу и характеристикам водохранилища, с основными гидрологическими характеристиками, используемыми при водно-энергетических расчетах, с формой получения и представления материалов. Практика использования стандартных компьютерных программ для выполнения расчетов регулирования стока. <b>Расчет обеспеченной мощности, гарантированной мощности, установленной мощности ГЭС.</b> Знакомство с реальными примерами схем создания напора на ГЭС, построенных в России и СНГ, а также с наиболее интересными зарубежными гидроэнергетическими объектами. Основные характеристики Волжско-Камского каскада ГЭС, Ангаро-Енисейского каскада ГЭС, каскада Кубанских ГЭС, каскада ГЭС на р. Вахш и других	4
2.	Гидравлические машины	<b>Расчеты параметров режимов работы гидротурбин.</b> Изучение типов реактивных турбин и особенностей их конструкций на макетах и с использованием фото- и видеоматериалов. Различия между активными и реактивными турбинами, существенные различия в условиях их работы. Ознакомление с номенклатурами гидротурбин различных типов. <b>Навыки работы с номенклатурами гидротурбин и</b>	12

		<p><b>их универсальными характеристиками.</b> Использование уравнения Эйлера для анализа кинематических и энергетических характеристик режимов работы гидротурбин.</p> <p><b>Гидравлические расчеты металлической спиральной камеры, бетонных спиральных камер.</b> Изучение конструкций отсасывающих труб гидротурбин. Расчет КПД отсасывающих труб низконапорных ГЭС.</p> <p><b>Расчет допустимой высоты отсасывания и практическое применение результатов расчета для различных типов гидротурбин.</b> Подбор радиально-осевых и осевых поворотно-лопастных гидротурбин с использованием номенклатуры и универсальных характеристик. Знакомство с переходными процессами на ГЭС и ГАЭС.</p> <p><b>Расчет сброса нагрузки с использованием специализированной программы.</b> Знакомство по макетам, натурным образцам малых размеров, по фото и видеоматериалам с конструкциями насосов различных типов. Практическое определение напора насоса по приборам.</p> <p><b>Подбор обратимой гидромашины по заданным исходным данным с использованием обобщенных характеристик параметров насос-турбин.</b></p>	
3.	Гидроэлектростанции	<p><b>Расчет туннелей и напорных трубопроводов энергетического назначения.</b> Определение экономически наивыгоднейшего диаметра напорных водоводов.</p> <p><b>Расчет потерь напора в элементах напорного водоприемника заданной конструкции и потерь на сороудерживающей решетке.</b> Выполняется по заданному значению расхода и уровней верхнего бьефа</p> <p><b>Расчеты гидравлического удара</b> в напорных водоводах ГЭС по специализированным программам. Расчеты максимального подъема уровня в системе “напорная деривация – уравнильный резервуар с дополнительным сопротивлением”.</p>	8

4.	Проектирование зданий гидроэлектростанций	<p><b>Конструирование здания ГЭС.</b></p> <p>Компоновка оборудования и определение основных размеров строительных конструкций агрегатных блоков русловых несовмещенных 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, технологических помещений генераторного и турбинного этажей, высоты и пролета верхнего строения, трансформаторной площадки.</p> <p>Коммуникации здания ГЭС. Определение отметки пола и габаритов монтажной площадки. Выдача задания на курсовой проект “Здание ГЭС”, разъяснение порядка выполнения проекта.</p> <p>С чего следует начинать проектирование здания ГЭС. Подводная часть и верхнее строение – как определить их основные строительные размеры. Схема подводной части здания ГЭС, ее связь с кавитационными характеристиками гидротурбин. Схема верхнего строения и определение его размеров. Пути уменьшения основных размеров здания и экономии бетона. Рассмотрение конкретных примеров с использованием видеоматериалов русловых зданий ГЭС, в том числе совмещенных зданий различных типов.</p> <p>Изучение конструкций подземных и полу подземных зданий ГЭС – пролет, свод, помещения затворов и трансформаторов, коммуникации, связывающие здание с поверхностью (транспортные, шинные, вентиляционные туннели или шахты).</p> <p>Сравнение четырехмашинной, трехмашинной и двухмашинной схем ГАЭС по их достоинствам и недостаткам. Идея подземных ГАЭС и возможности ее реализации. Проектирование монтажной площадки при различном рельефе местности, примыкающем к зданию ГЭС. Как располагать силовые трансформаторы в зависимости от типа и конструктивных особенностей ГЭС.</p>	8
		Всего	32

5.3. Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен

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

5.5. Самостоятельная работа при очной форме обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Водные ресурсы и их энергетическое использование. Схемы	Водная энергия и способы ее использования. Энергетические установки, использующие энергию рек, энергию морских приливов, волновую энергию	10



	использования водно-энергетических ресурсов. Водно-энергетические расчеты	морей. Понятие напора, расхода, мощности выработки гидроэнергетических установок. Применяемые способы создания напора для его энергетического использования. Схемы каскадов ГЭС на водотоках. ГАЭС и их роль в энергосистеме. Водно-энергетические расчеты по гидрологическим рядам. Порядок определения обеспеченной, рабочей гарантированной и установленной мощности ГЭС.	
2	Гидравлические машины	Классификация типов гидротурбин. Гидротурбины, используемые на ГЭС большой, средней и малой мощности. Турбины для приливных электростанций. Конструкции осевых, радиально-осевых, ортогональных и ковшовых гидротурбин. Связь основного уравнения гидротурбин с энергетическими и кинематическими характеристиками водного потока. Причины возникновения кавитации в турбинах и способы снижения ее негативного влияния на режимы работы гидротурбин и их износ. Определение допустимой высоты отсасывания. Назначение и конструкции отсасывающих труб гидротурбин. Модельные испытания гидротурбин, схемы энергетических и кавитационных стендов. Порядок подбора гидротурбин при проектировании ГЭС. Построение линейных и универсальных характеристик гидротурбин.	18
3	Гидроэлектростанции	Различия компоновочных решений зданий ГЭС в высоконапорных и низконапорных гидроузлах. Состав и компоновка сооружений в гидроузлах энергетического назначения различного типа. Высоконапорные, низконапорные, деривационные ГЭС и их особенности. Специфика компоновки и оборудования ГАЭС.	10
4	Проектирование зданий гидроэлектростанций	Основные конструктивные узлы русловых, приплотинных и обособленных зданий ГЭС: компоновка оборудования. Русловые здания ГЭС, совмещённые с донными и поверхностными водосбросами. Здания ГЭС с горизонтальными капсульными агрегатами. Подземные и полуподземные здания ГЭС. Монтажная площадка: размещение и определение габаритов.	15
	Всего		53

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

Задачами самостоятельной работы студента по дисциплине "Гидроэлектростанции гидромашин" является:

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

приобретение навыков анализа их результатов.

Самостоятельная работа студента включает:

- самостоятельное изучение студентами разделов дисциплины с помощью специальной технической литературы и Интернет-ресурсов,
- выполнение студентом курсового проекта, подготовку к его защите,
- подготовку к мероприятиям текущего контроля (контрольная работа, опросы на лекциях),
- подготовку к промежуточной аттестации (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 (модулю)**

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

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)			
	1	2	3	4
ПК-1	+		+	+
ПК-13		+		+

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

*7.2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций*

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания			Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация		
		Контрольная работа	Защита курсового проекта	Зачет с оценкой	
1	2	3	5	6	7
ПК-1	31	+		+	+
	У1		+	+	+
ПК-13	32			+	+
	Н2		+	+	+

ИТОГО	+	+	+	+
-------	---	---	---	---

7.2.2. *Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) 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)
У1	Не умеет выполнить водно-энергетические расчеты, определить основные параметры ГЭС и ее мощность; не умеет пользоваться технической документацией для выбора основного оборудования ГЭС. Не умеет подобрать основное гидросиловое и вспомогательное оборудование ГЭС	Умеет выполнить водно-энергетические расчеты, определить основные параметры ГЭС и ее мощность, и пользоваться технической документацией для выбора основного оборудования ГЭС, но допускает грубые ошибки. Умеет подобрать основное гидросиловое и вспомогательное оборудование ГЭС, но допускает ошибки	Умеет выполнить водно-энергетические расчеты, определить основные параметры ГЭС и ее мощность, и пользоваться технической документацией для выбора основного оборудования ГЭС, но допускает отдельные ошибки и неточности. Умеет подобрать основное гидросиловое и вспомогательное оборудование ГЭС, но не оптимальные варианты	Умеет выполнить водно-энергетические расчеты, определить основные параметры ГЭС и ее мощность, пользоваться технической документацией для выбора основного оборудования ГЭС. Умеет подобрать основное гидросиловое и вспомогательное оборудование ГЭС
Н2	Не имеет навыков выбора типа здания ГЭС, выполнения компоновки основного и вспомогательного оборудования в здании ГЭС, конструирования зданий ГЭС с использованием современного отечественного и зарубежного опыта	Имеет навыки выбора типа здания ГЭС, выполнения компоновки основного и вспомогательного оборудования в здании ГЭС, конструирования зданий ГЭС, но не использует опыт современного отечественного и зарубежного строительства ГЭС; допускает много ошибок при проектировании	Имеет навыки выбора типа здания ГЭС, выполнения компоновки основного и вспомогательного оборудования в здании ГЭС, навыки конструирования зданий ГЭС с использованием современного отечественного и зарубежного опыта строительства ГЭС; допускает некоторое количество ошибок при проектировании	Имеет навыки выбора типа здания ГЭС, выполнения компоновки основного и вспомогательного оборудования в здании ГЭС, конструирования зданий ГЭС с использованием современного отечественного и зарубежного опыта строительства ГЭС; применяет современные типы зданий и схемы компоновки оборудования

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

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
31	Не знает об основном содержании нормативных документов, относящихся к охране вод использованию и охране водных ресурсов, проектированию, строительству и эксплуатации ГЭС и ГАЭС.	Знает об основном содержании нормативных документов, относящихся к охране вод использованию и охране водных ресурсов, проектированию, строительству и эксплуатации ГЭС и ГАЭС, недостаточно их понимает.	Знает об основном содержании нормативных документов, относящихся к охране вод использованию и охране водных ресурсов, проектированию, строительству и эксплуатации ГЭС и ГАЭС, понимает их.	Знает об основном содержании нормативных документов, относящихся к охране вод использованию и охране водных ресурсов, проектированию, строительству и эксплуатации ГЭС и ГАЭС и хорошо в низ разбирается
У1	Не умеет выполнить водно-энергетические расчеты, определить основные параметры ГЭС и ее мощность; не умеет пользоваться технической документацией для выбора основного оборудования ГЭС. Не умеет подобрать основное гидросиловое и вспомогательное оборудование ГЭС.	Умеет выполнить водно-энергетические расчеты, определить основные параметры ГЭС и ее мощность, и пользоваться технической документацией для выбора основного оборудования ГЭС, но допускает грубые ошибки. Умеет подобрать основное гидросиловое и вспомогательное оборудование ГЭС, но допускает ошибки.	Умеет выполнить водно-энергетические расчеты, определить основные параметры ГЭС и ее мощность, и пользоваться технической документацией для выбора основного оборудования ГЭС, но допускает отдельные ошибки и неточности . Умеет подобрать основное оборудование ГЭС, но не оптимальные варианты.	Умеет выполнить водно-энергетические расчеты, определить основные параметры ГЭС и ее мощность, пользоваться технической документацией для выбора основного оборудования ГЭС. Умеет подобрать основное гидросиловое и вспомогательное оборудование ГЭС.
32	Не знает об авариях на ГЭС и ГАЭС; знает недостаточно о внедрении инноваций в гидроэнергетике.	Знает об авариях на ГЭС и ГАЭС, не понимает их причин; недостаточно знает о внедрении инноваций в гидроэнергетике, о новых видах бетонов и других строительных материалов, применяемых в гидроэнергетическом строительстве.	Знает причины различных видов аварий ГЭС и ГАЭС; знает примеры внедрения инноваций в гидроэнергетике, новые виды бетонов и других строительных материалов, применяемых в гидроэнергетическом строительстве.	Знает об авариях на авариях ГЭС и ГАЭС и хорошо разбирается в их причинах; знает примеры внедрения инноваций в гидроэнергетике, новые виды бетонов и других строительных материалов, применяемых в гидроэнергетическом строительстве.
Н2	Не имеет навыков конструирования зданий ГЭС с использованием	Имеет навыки конструирования зданий ГЭС, но не использует опыт	Имеет навыки конструирования зданий ГЭС с использованием	Имеет навыки конструирования зданий ГЭС с использованием

	современного отечественного и зарубежного опыта	современного отечественного и зарубежного строительства ГЭС; допускает много ошибок при проектировании	современного отечественного и зарубежного опыта строительства ГЭС; допускает некоторое количество ошибок при проектировании	современного отечественного и зарубежного опыта строительства ГЭС; применяет современные типы зданий и схемы компоновки оборудования
--	---	--	---	--

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:

- устного опроса;
- проведения контрольной работы;
- контроля выполнения студентом курсового проекта.

*Примерные вопросы к контрольной работе по теме “Гидравлические машины”:*

1. С использованием номенклатуры гидротурбин и их универсальных характеристик подобрать по заданным исходным данным радиально-осевую или осевую поворотно-лопастную гидротурбину;
2. Рассчитать ее диаметр, номинальную частоту вращения, высоту отсасывания, масштабный эффект.
3. Определить область оптимальных режимов и нанести ее на универсальную характеристику.
4. По заданной мощности и частоте вращения определить основные параметры и конструктивные размеры гидрогенератора. Размеры нанести на расчетную схему.

7.3.2. *Промежуточная аттестация*

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

Тематика курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовой проект: "Здание ГЭС".

*Вопросы к защите курсового проекта “Здание ГЭС”:*

1. Как рассчитать многолетнее регулирование стока реки на выровненный расход. Обработать гидрологический ряд (гидрограф) графоаналитическим способом или с использованием стандартных компьютерных программ.
2. Как рассчитать среднемесячные расходы, статические напоры и напоры нетто, мощностей.
3. Как построить кривую обеспеченности мощности и анализирующую кривую для определения рабочей гарантированной мощности (в соответствии с заданной для работы областью графика суточной нагрузки).
4. Как рассчитать резервную и дублирующую мощности и определить установленную мощность ГЭС.
5. Как подобрать турбины, генераторы и трансформаторы ГЭС.
6. Как определены основные энергетические параметры гидроэлектростанции,

7. Чем обоснован выбор типа здания ГЭС.
8. Как выполнялись расчеты по подбору турбин, генераторов, кранового оборудования, предтурбинных затворов, силовых трансформаторов, систем автоматического регулирования.
9. По какой гипотезе распределения скоростей проведены расчеты для определения габаритов спиральной камеры.
10. Как определена высота отсасывания турбин ГЭС.
11. Чем обосновано расположение сооружений гидроузла на генплане.
12. Какую роль сыграли геологические особенности при компоновке сооружений гидроузла.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины:

*Примерный перечень вопросов к зачёту с оценкой в 6-м семестре*

1. Водные ресурсы и их энергетическое использование. Уровень энергетического использования водных ресурсов России.
2. Схемы энергетического использования водных ресурсов. Каскады ГЭС в России и странах СНГ.
3. Напор и мощность гидротурбины. Основные типы турбин, области использования по напору.
4. Конструкции осевых, диагональных, радиально-осевых и ковшовых турбин. Особенности, основные узлы и элементы.
5. Горизонтальные турбины. Механизмы регулирования расхода и мощности турбин.
6. Кинематика потока в направляющем аппарате и рабочем колесе и ее связь с режимами работы турбины.
7. Подобие режимов. Основное уравнение гидротурбин.
8. Приведенные параметры. Коэффициент быстроходности.
9. Типы турбинных камер и основы гидравлического расчета.
10. Роль отсасывающих труб в повышении эффективности использования напора.
11. Кавитация в турбинах. Виды кавитации, ее стадии
12. Коэффициент кавитации и допустимая высота отсасывания.
13. Определение характеристик турбин на энергетических и кавитационных стендах.
14. Построение характеристик поворотно-лопастных турбин.
15. Пересчет параметров турбин с модели на натуру.
16. Универсальные характеристики турбин, их получение с использованием энергетических и кавитационных стендов.
17. Схемы энергетического и кавитационного стендов для модельных испытаний гидротурбин.
18. Разгонные характеристики гидротурбин.
19. Построение линейных и эксплуатационных характеристик гидротурбин по главной универсальной характеристике.
20. Порядок подбора турбин при проектировании ГЭС.
21. Номенклатура турбин. Маркировка турбин.
22. Сравнение турбин различных типов по их характеристикам.
23. Регулирование турбин. Системы автоматического регулирования турбин. Основные звенья системы регулирования.
24. Монтаж и эксплуатация турбин.
25. Методика определения энергии и мощности для участка реки.
26. Схемы концентрации напора ГЭС и условия их применения.

27. Характерные напоры ГЭС. Потери напора.
28. Основные энергетические характеристики ГЭС.
29. Исходные данные водно-энергетических расчетов
30. Совместное решение уравнение водного баланса уравнений для определения напоров и мощности ГЭС
31. Определение режимов изменения уровней ВБ, НБ, напора, мощности ГЭС по водотoku при реализации режима регулирования стока на максимально-выравненный расход.
32. Режимы работы ГЭС в суточном графике нагрузки энергосистемы. Гарантированная мощность.
33. Методика обоснования дублирующей мощности ГЭС. Установленная мощность.
34. Классификация гидроэлектростанций. Условия применения ГЭС различных типов
35. Компонировка и состав сооружений русловых, приплотинных, деривационных ГЭС с напорной и безнапорной деривацией.
36. Классификация зданий ГЭС по компоновочному признаку. Условия применения зданий ГЭС различных типов
37. Основные части и строительные конструкции агрегатных блоков ГЭС
38. Обоснование высотного положения агрегатного блока ГЭС.
39. Основы проектирования спиральных камер и отсасывающих труб турбин.
40. Компонировка оборудования и основные размеры строительных конструкций агрегатных блоков русловых, приплотинных, обособленных зданий ГЭС
41. Коммуникации наземных и подземных зданий ГЭС. Размеры и отметка расположения блока монтажной площадки
42. Компонировка машинных залов подземных ГЭС. Варианты размещения силовых трансформаторов и затворов
43. Особенности конструкций и размеры агрегатных блоков совмещенных зданий ГЭС с напорными и безнапорными водосбросами, встроенных в водосливную плотину
44. Основы проектирования энергетических сооружений головных узлов гидроэлектростанций. Конструктивные особенности водоприемников для борьбы с донными наносами, плавающим сором и льдом.
45. Конструкции отстойников периодического и непрерывного действия, определение длины отстойника, ширины и количества камер. Условия промыва.
46. Саморегулирующиеся и несаморегулирующиеся безнапорные водоводы. Гидравлические расчеты, режимы работы. Неустановившиеся режимы – высота бегущей волны. Принципы технико-экономического обоснования размеров.
47. Трассировка и конструкции напорных трубопроводов и напорных туннелей. Гидравлические расчеты. Принципы технико-экономического обоснования размеров сечений.
48. Назначение уравнивательных резервуаров, конструкции различных типов и требования к ним, условия применения на подводящих и отводящих водоводах ГЭС. . Основные принципы работы и задачи их гидравлических расчетов
49. 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*

7.5.

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

- Аттестационные испытания проводятся преподавателем (или комиссией преподавателей – в случае модульной дисциплины), 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.

- 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 ВО НИУ МГСУ.

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

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
-------	--	--	---	---



1	2	3	4	5
		НТБ МГСУ		
<i>Основная литература:</i>				
1	Гидроэлектростанции и гидромашин	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.	99	30
<i>Дополнительная литература:</i>				
1	Гидроэлектростанции и гидромашин	Гидроэлектрические станции / Под ред. В.Я.Карелина и Г.И.Кривченко – М.: Энергоатомиздат, 1987	230	30
2	Гидроэлектростанции и гидромашин	Муравьев О.А. Водно-энергетические расчеты ГЭС для сезонного регулирования стока по диспетчерскому режиму. Методические указания. МГСУ. М.: 2014	25	30
ЭБС АСВ				
1	Гидроэлектростанции и гидромашин	Типовая инструкция по эксплуатации гидротехнических сооружений гидроэлектростанций П 79-2000 [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2012.— 64 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/22764">http://www.iprbookshop.ru/22764</a> . — ЭБС «IPRbooks», по паролю	30
2	Гидроэлектростанции и гидромашин	Февралев А.В. Проектирование гидроэлектростанций на малых реках [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Февралев А.В.— Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 181 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/30820">http://www.iprbookshop.ru/30820</a> . — ЭБС «IPRbooks», по паролю	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	<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. Ознакомление с объектами-аналогами тех сооружений и оборудования, 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*

№	Наименование	Тема	Информационны	Степень
---	--------------	------	---------------	---------

п/п	раздела дисциплины (модуля)		е технологии	обеспеченности (%)
1	Водные ресурсы и их энергетическое использование. Схемы использования водно-энергетических ресурсов	Водопотребители и водопользователи. Гидроэнергетические ресурсы. Схемы создания напора ГЭС. Принципы работы гидроэлектростанций. Значение ГЭС и ГАЭС для энергосистемы Водно-энергетические расчеты	Использование слайд-презентаций: "Водно-энергетические расчеты", "Каскад Волжских ГЭС"	100%
2	Гидравлические машины	Реактивные и активные гидротурбины. Виды гидротурбин и области их применения. Номенклатуры гидравлических турбин Конструкции осевых, радиально-осевых, ортогональных и ковшовых гидротурбин. Поворотно-лопастные и пропеллерные турбины, их сравнение по характеристикам. Турбинные камеры: виды и основы расчета и конструирования. Назначение и конструкции отсасывающих труб гидротурбин, их энергетическое значение. Устройство и принципы действия насосов различных видов. Напор, развиваемый насосом. Мощность и коэффициент полезного действия насоса. Обратимые гидромашин и их особенности.	Использование слайд-презентаций: "Турбины", "Характеристик и турбин", "Спиральные камеры".  Альбом универсальных характеристик гидротурбин	100%
3	Гидроэлектростанции	Виды гидроэлектростанций (ГЭС на реках, ПЭС, ГАЭС) и схемы их работы. Состав сооружений гидроэлектростанций и их назначение. Состав сооружений гидроэлектростанций и их назначение. Плотинные, деривационные и комбинированные схемы использования гидроэнергетических ресурсов. Схемы каскадов ГЭС на водотоках.	Использование слайд-презентаций: "Каскад Волжских ГЭС", "Жигулевская ГЭС", "Саяно-Шушенская ГЭС",	100%
4	Проектирование зданий гидроэлектростанций	Конструирование зданий ГЭС. Типы зданий ГЭС, их классификация по напору и конструктивному решению. Русловые здания ГЭС: компоновка и конструкции. Русловые здания ГЭС, совмещённые с донными и поверхностными водосбросами. Здания ГЭС с горизонтальными капсульными агрегатами.	Слайд-презентации "Типы ГЭС. Состав сооружений", "Здания ГЭС"	100%

		Приплотинные и деривационные здания ГЭС. Компонировка зданий ГЭС с различными типами плотин. Встроенные здания ГЭС. Открытые и полукрытые здания ГЭС. Совмещение приплотинных зданий ГЭС с водосбросами. Подземные и полуподземные здания ГЭС. Особенности их компоновки. Особенности конструкций зданий ГАЭС и ПЭС. Монтажная площадка здания ГЭС: назначение и определение габаритов. Высотное положение монтажной площадки и её связь с транспортными коммуникациями. Неустановившееся движение в безнапорных деривационных каналах. Бассейны суточного регулирования. Типы напорных станционных водоводов. Гидравлический удар. Уравнительные резервуары.		
--	--	--	--	--

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Проектирование зданий гидро-электростанций	Выполнение курсового проекта "Здание ГЭС"	Microsoft Windows7 Professional x64	DreamSpark subscription
			AutodeskAutoCAD	Учебная бесплатная версия
			Libre Office	Свободное ПО
			CRACK	Разработано ППС МГСУ
			TUNNEL	Разработано ППС МГСУ

*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 «Гидроэлектростанции и гидромашин» 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 Лаборатория "Гидротехнических сооружений"
		Макет "Компоновка гидроузла",	
		Макет "Эвенкийская ГЭС",	
Стенд "Волжско-Камский каскад ГЭС"			

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и с учетом рекомендаций примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению 20.03.02 "Природообустройство и водопользование" (уровень бакалавриата), профиль подготовки "Комплексное использование и охрана водных ресурсов".