

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович
Должность: Инспектор института мелиорации, водного хозяйства и
строительства имени А.Н.Костякова
Дата подписания: 01.03.2025 15:26:54
Уникальный программный ключ:
dc6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова

Кафедра гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института мелиорации,
водного хозяйства и строительства
имени А.Н. Костякова

Бенин Д.М.

«25 » 08 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.16 ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 08.03.01 Строительство

Направленность: Гидротехническое строительство

Курс 3 и 4

Семестр 6, 7, 8

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

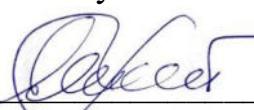
Разработчики: Матвеева Т.И., к.т.н., доцент


«22» августа 2025 г.

Соколова С.А., к.т.н., доцент


«22» августа 2025 г.

Бакштанин А.М., к.т.н., доцент


«22» августа 2025 г.

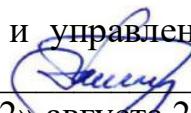
Рецензент: Ханов Н.В., д.т.н., профессор


«22» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС, ПООП, профессионального стандарта № 481 от 31.05.2017 г. по направлению подготовки 08.03.01 Строительство и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами протокол № 11 от «22» августа 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами Перминов А.В., к.т.н., доцент


«22» августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
института мелиорации, водного хозяйства и
строительства имени А.Н. Костякова
Щедрина Е.В., к.пед.н., доцент
протокол №7 от «25» августа 2025 г.


«25» августа 2025 г.

Заведующий выпускающей кафедрой
гидротехнических сооружений
Ханов Н.В., д.т.н., профессор


«22» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ 

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| АННОТАЦИЯ..... | 4 |
| 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 5 |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ | 5 |
| 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ..... | 6 |
| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 6 |
| 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ | 6 |
| ПО СЕМЕСТРАМ..... | 6 |
| 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 9 |
| 4.3 ЛЕКЦИИ И СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ | 14 |
| 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ | 20 |
| 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 21 |
| 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности | 22 |
| 6.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания..... | 28 |
| 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 31 |
| 7.1 Основная литература | 31 |
| 7.2 Дополнительная литература | 31 |
| 7.3 Нормативные и правовые акты | 32 |
| 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям | 32 |
| 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 33 |
| 9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ..... | 33 |
| 10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ..... | 33 |
| 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 34 |
| Виды и формы отработки пропущенных занятий | 35 |
| 12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ..... | 35 |

Аннотация
рабочей программы учебной дисциплины
Б1.В.16 Гидроэлектростанции
для подготовки бакалавра по направлению 08.03.01 Строительство,
направленность «Гидротехническое строительство»

Цель освоения дисциплины: является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области расчётов и проектирования гидроэлектростанции для дальнейшего их использования в рамках освоения учебного плана подготовки специалистов, а также для проектно-конструкторской деятельности и эксплуатации в области гидроэнергетических сооружений речных гидроузлов, а также по программе использования возобновляемых источников энергии.

Место дисциплины в учебном плане:

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, преподается на 1 и 2 курсах соответственно в 2, 3 и 4 семестрах.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.4); ПКос-3 (ПКос-3.3; ПКос-3.4); ПКос-4 (ПКос-4.2; ПКос-4.3; ПКос-4.5).

Краткое содержание дисциплины: Содержание курса ориентировано на проектирование гидроэлектростанций: анализ схем компоновки сооружений, их конструкций, гидравлических, энергетических и прочностных характеристик. Большое внимание уделено режиму регулирования речного стока и обоснованию мощностных характеристик гидроэлектростанций для достижения наиболее эффективного участия ГЭС в работе энергетических систем. Принципы действия и конструкции различных типов гидромашин и ГЭС, методы расчета основных параметров сооружений в составе гидроэлектростанций. Проблемы гидроэнергетического строительства представлены в программе дисциплины в первую очередь с точки зрения современных требований комплексного использования водных ресурсов. В качестве общей предпосылки освещены методы экономического анализа и сравнения возможных вариантов сооружений гидроэлектростанций при проектировании. Значительное место в курсе дисциплины отведено оборудованию ГЭС, в том числе анализируются неустановившиеся процессы, возникающие при эксплуатации водоводов и гидроагрегатов и требующие проведения достаточно сложных и ответственных расчетов. А также содержится теоретический и практический материал, позволяющий понять физическую сущность возобновляемых источников энергии и на конкретных примерах реализовать технические решения волновых, приливных и ветровых электростанций и закрепить полученные знания на задачах.

Общая трудоемкость дисциплины / в т.ч. практическая подготовка составляет на 3 курсе в 6 семестре 3 зачетные единицы (108 часа/ 4 часа), на 4 курсе: в 7 семестре 3 зачетные единицы (108 часа/ 4 часа), в 8 семестре 4 зачетные единицы (144 часа / 4 часа).

Итоговый контроль по дисциплине: 6 и 7 семестры - зачет; 8 семестр - экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Основной целью курса «Гидроэлектростанции» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области расчётов и проектирования гидроэлектростанции для дальнейшего их использования в рамках освоения учебного плана подготовки специалистов, а также для проектно-конструкторской деятельности и эксплуатации в области гидроэнергетических сооружений речных гидроузлов, а также по программе использования возобновляемых источников энергии.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Гидроэлектростанции» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана вариативной части, в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки бакалавра 08.03.01 Строительство для направленности «Гидротехническое строительство».

Предшествующими курсами, на которых базируется дисциплина «Гидроэлектростанции» являются: «Инженерная и компьютерная графика», «Инженерная геодезия», «Основания и фундаменты», «Гидрология», «Регулирование стока», «Гидравлика», «Механика жидкости и газа», «Инженерная геология, гидрология и экология», «Строительная механика», «Железобетонные конструкции», «Фильтрационные расчеты гидротехнических сооружений».

Дисциплина «Гидроэлектростанции» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Комплексные гидроузлы на реках», «Основы технической эксплуатации объектов строительства», «Эксплуатация, ремонт и реконструкция гидро сооружений».

Особенностью дисциплины является то, что студент на основе теоретического курса и практических занятий выполняет расчетно-графические работы (РГР) по индивидуальному заданию, в которых отображен полностью курс изучаемой дисциплины. И учтены современные тенденции в расчётах и проектировании гидроэлектростанций.

Рабочая программа дисциплины «Гидроэлектростанции» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учётом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет на 3 курсе в 6 семестре 3 зачетные единицы (108 часов / 4 часа), на 4 курсе: в 7 семестре 3 зачетные единицы (108 часов / 4 часа), в 8 семестре 4 зачетные единицы (144 часа / 4 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

| № п/п | Код компетенции | Содержание компетенции (или её части) | Индикаторы компетенций | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны: | | |
|----------|--------------------|--|---|--|---|---|
| | | | | знать | уметь | владеть |
| 1. | УК-2 | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.1 Идентификация профильных задач профессиональной деятельности | Перечислять и объяснять правила выбора источника преобразования ВИЭ | Дать конкретные примеры соответствующих преобразователей энергии | Давать оценку и анализ результатов принятых конструктивных решений |
| | | | УК-2.2 Представление, поставленной задачи в виде конкретных задач | Основные законы механики жидкости | Применять эти законы на практике | Стандартным алгоритмом расчета движения потока в энергетических сооружениях |
| | | | УК-2.4 Выбор правовых и нормативно-технических документов, применяемых для решения задачий профессиональной деятельности | Перечислять основные нормативные документы, используемые в проектировании гидротехнических объектов. | Владеть информацией нормативных документов. | Давать оценку результатам использования нормативных документов при обосновании конструкций гидрооружий. |
| 3. | ПКос-3 | Способность выполнять работы по проектированию зданий и сооружений | ПКос-3.3 Выбор варианта конструктивного решения здания и сооружения в соответствии с техническим заданием | Перечислять и объяснять все элементы сооружений ВИЭ и ГЭС, которые лежат в основе преобразования и получение энергии | Применять на практике знания по технологии проектирования гидроэнергетических сооружений | Составлять пояснительную записку по проектированию конкретного гидроузла |
| | | | ПКос-3.4 Назначение основных параметров строительной конструкции здания и сооружения | Перечислять и объяснять правила и законы черчения и построения сечений конструкций сооружений. | Владеть способами создания чертежей конструкций гидротехнических сооружений и документации проекта. | Давать оценку и анализ результатов геометрического конструирования конструкций. |

| | | | | | | |
|----|--------|--|---|---|---|---|
| 4. | ПКос-4 | Способность проводить расчетное обоснование проектных решений зданий и сооружений, с применением цифровых средств и технологий | ПКос-4.2 Выбор нормативно-технических документов, устанавливающих требования к расчетному обоснованию проектного решения здания и сооружения | Перечислять и объяснять требуемые методы проведения инженерных изысканий гидрооборужений в соответствии с техническим заданием. | Применять на практике знания по технологии проектирования гидрооборужений | Давать рекомендации по использованию технологии проектирования гидрооборужений. |
| | | | ПКос-4.3 Выбор методики расчетного обоснования проектного решения конструкции здания и сооружения | Давать оценку сбору, обработки, анализу и систематизации информации по теме проектирования и исследования; | Применить на практике анализ и систематизацию по теме проектирования | Составлять пояснительную записку к проектированию |
| | | | ПКос-4.5 Конструирование и графическое оформление проектной документации на конструкции зданий и сооружений | Перечислять и объяснять требуемые технологии проектирования элементов гидрооборужений в соответствии с техническим заданием. | Применять на практике представления о всем спектре ВИЭ, который можно использовать в современной энергетике | Давать рекомендации по процессу преобразования ВИЭ в энергоустановках с учетом экономических и социальных показателей |

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

| Вид учебной работы | Трудоёмкость | | | |
|---|------------------|---------------------|----------------|----------------|
| | час. всего/* | в т.ч. по семестрам | | |
| | | № 6 | № 7 | № 8 |
| Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану | 360/12 | 108/4 | 108/4 | 144/4 |
| 1. Контактная работа: | 190,85/12 | 72,25/4 | 66,35/4 | 52,25/4 |
| Аудиторная работа | 190,85/12 | 72,25/4 | 66,35/4 | 52,25/4 |
| <i>в том числе:</i> | | | | |
| лекции (Л) | 88 | 36 | 32 | 20 |
| практические занятия (ПЗ) | 100/12 | 36/4 | 34/4 | 30/4 |
| консультация перед экзаменом | 2 | | | 2 |
| контактная работа на промежуточном контроле (КРа) | 0,85 | 0,25 | 0,35 | 0,25 |
| 2. Самостоятельная работа (СРС) | 169,15 | 35,75 | 41,65 | 91,75 |
| расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка) | 56 | 18 | 18 | 20 |
| <i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)</i> | 68,15 | 8,75 | 14,65 | 44,75 |
| Подготовка к экзамену (контроль) | 27 | | | 27 |
| Подготовка к зачёту (контроль) | 18 | 9 | 9 | |
| Вид промежуточного контроля: | | зачет | зачет | экзамен |

* в том числе практическая подготовка (см. учебный план)

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

| Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнённо) | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа СР |
|---|------------|-------------------|---------------|-------------|-------------------------|
| | | Л | ПЗ всего/* | ПКР | |
| Раздел 1. Водные ресурсы и их энергетическое использование | 66,25 | 18 | 30/4 | | 18,25 |
| Раздел 2. Гидравлические турбины и оборудование здания ГЭС | 41,5 | 18 | 6 | | 17,5 |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРа)</i> | 0,25 | | | 0,25 | |
| Всего за 6 семестр | 108 | 36 | 36/4 | 0,25 | 35,75 |
| Раздел 1. Типы ГЭС и схемы использования водной энергии | 12,65 | 4 | 2 | | 6,65 |
| Раздел 2. «Оборудования гидроэлектростанции» | 34 | 6 | 18/4 | | 10 |
| Раздел 3. Здания гидроэлектростанций | 36 | 16 | 10 | | 10 |
| Раздел 4. Особенности компоновки сооружений гидроаккумулирующей | 15 | 4 | 2 | | 9 |

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо) | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа СР |
|--|------------|-------------------|---------------|-------------|-------------------------|
| | | Л | ПЗ всего/* | ПКР | |
| электростанции и приливных электростанций | | | | | |
| Раздел 5. Определение эффективности ГЭС; Эксплуатация сооружений и оборудования ГЭС | 10 | 2 | 2 | | 6 |
| <i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i> | 0,35 | | | 0,35 | |
| Всего за 7 семестр | 108 | 32 | 34/4 | 0,35 | 41,65 |
| Раздел 1. Водопроводящие сооружения низко и средненапорных деривационных гидроэнергетических установок и ГАЭС | 42 | 8 | 14/2 | | 20 |
| Раздел 2. Сооружения станционного узла | 50 | 8 | 12/2 | | 30 |
| Раздел 3. Нетрадиционные источники энергии и способы их использования | 22,75 | 4 | 4 | | 14,75 |
| <i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i> | 0,25 | | | 0,25 | |
| <i>Консультации перед экзаменом</i> | 2 | | | 2 | |
| <i>Подготовка к экзамену (контроль)</i> | 27 | | | | 27 |
| Всего за 8 семестр | 144 | 20 | 30/4 | 2,25 | 91,75 |
| Итого по дисциплине | 360 | 88 | 100/12 | 0,85 | 171,15 |

* в том числе практическая подготовка

3 курс 6 семестр:

Раздел 1. Водные ресурсы и их энергетическое использование

Тема 1. Введение. Роль гидроэнергетики.

Гидроэнергетические ресурсы. Перспективы развития гидроэнергетики РФ и за рубежом. Энергосистемы и ее характеристики. Графики нагрузки энергосистемы.

Тема 2. Принципы использования водной энергии.

Энергия и мощность водотока. Принципиальные схемы создания напора. Энергетические параметры ГЭС.

Тема 3. Виды регулирования стока и решаемые ими задачи.

Задачи водохозяйственных расчетов и исходная информация. Виды регулирования речного стока. Регулирование стока в каскаде гидроэлектростанций.

Тема 4. Определение основных параметров ГЭС при регулировании стока.

Определение основных параметров ГЭС при отсутствии регулирования стока. Определение основных параметров ГЭС при неограниченном и суточном регулировании. Определение основных параметров ГЭС при полном и неполном регулировании стока.

Раздел 2. Гидравлические турбины и оборудование здания ГЭС

Тема 1. Гидравлические турбины. Условия применения. Понятие быстроходности. Активные турбины – конструкции и условия применения.

Типы турбин. Основное уравнение гидротурбин. Форма рабочего колеса. Режим работы гидротурбины. Понятие быстроходности. Изучение конструкции и выбор основных параметров активных гидротурбин.

Тема 2. Реактивные турбины.

Изучение конструкции и определение размеров реактивных гидротурбин.

Тема 3. Уравнения Эйлера для гидромашин. Подобие гидротурбин.

Уравнения Эйлера для гидромашин. Подобие гидротурбин, формулы подобия.

Расчет КПД. Формула быстроходности.

Тема 4. Проточная часть реактивных турбин. Явление кавитации.

Проточная часть реактивных турбин. Турбинные камеры гидроагрегатов. Отсасывающие трубы гидротурбин. Явление кавитации. Допустимая высота отсасывания.

4 курс 7 семестр

Раздел 1. Типы ГЭС и схемы использования водной энергии

Тема 1 Типы зданий ГЭС. Классификация ГЭС по напору, мощности, конструктивному решению. Связь типа зданий с компоновкой ГУ.

Типы зданий ГЭС. Классификация ГЭС по напору, мощности, конструктивным решениям. Типы гидроэнергетических установок. Напор, расход и мощность гидроэнергетических установок. Основные схемы использования водной энергии.

Раздел 2. Оборудования гидроэлектростанции

Тема 1. Конструкции верхнего строения зданий ГЭС.

Конструкции и размеры подводной части зданий ГЭС. Агрегатная часть зданий ГЭС. Конструкции и размеры надагрегатной части зданий ГЭС.

Тема 2. Подгенераторные конструкции.

Основные системы турбин и область их применения. Напор, расход, мощность и КПД турбины. Энергетические характеристики турбин; -стандартизация турбин. Конструкция гидротурбин. Спиральные камеры. Отсасывающие трубы. Автоматическое регулирование турбин.

Тема 3. Системы охлаждения генераторов.

Системы охлаждения гидрогенераторов. Системы возбуждения гидрогенераторов. Трансформаторы.

Тема 4. Подземный контур здания ГЭС.

Конструкции и размеры подводной части зданий ГЭС.

Тема 5. Подбор вспомогательного оборудования ГЭС.

Масляное хозяйство. Техническое водоснабжение. Пневматическое хозяйство. Система осушения проточной части агрегатов. Служебные помещения зданий ГЭС.

Раздел 3. Здания гидроэлектростанций

Тема 1. Русловые здания ГЭС. Водоприемники русловых зданий ГЭС. Конструкции отдельных элементов ГЭС.

Несовмещенные здания ГЭС. Совмещенные здания ГЭС. Типы водоприемников. Монтажная площадка.

Тема 2. Разрезка зданий ГЭС на температурно-осадочные швы.

Деформационные и осадочные швы.

Тема 3 Проектирование отводящего русла.

Общие сведения;

Тема 4. Станционная площадка здания ГЭС.

Общие сведения.

Тема 5. Здания ГЭС водосливного типа. Водоприемники водосливных зданий ГЭС. Эжекция.

Особенности компоновки здания ГЭС водосливного типа. Типы и особенности конструкций водоприемников водосливных зданий ГЭС. Эжекция на ГЭС водосливного типа.

Тема 6. Совмещенные здания ГЭС (с донными и поверхностными водосбросами).

Особенности компоновки здания ГЭС с донными водосбросами. Особенности компоновки здания ГЭС с поверхностными водосбросами;

Тема 7. Водоприемники совмещенных зданий ГЭС. Эжекция.

Типы и особенности конструкций водоприемников совмещенных зданий ГЭС. Эжекция на совмещенных ГЭС.

Тема 8. Приплотинные здания ГЭС. Водоприемники приплотинных зданий ГЭС.

Компоновка приплотинных зданий ГЭС. Типы водоприемников приплотинных ГЭС.

Тема 9. Деривационные поверхностные здания ГЭС.

Особенности компоновки деривационных гидроэлектростанций со зданием поверхностного типа.

Тема 10. Подземные и полуподземные здания ГЭС. Водоприемники деривационных ГЭС.

Компоновка подземных зданий ГЭС. Компоновка полуподземных зданий ГЭС. Типы и особенности конструкций водоприемников деривационных ГЭС.

Раздел 4. Особенности компоновки сооружений гидроаккумулирующей электростанции и приливных электростанций

Тема 1. Гидроаккумулирующие электростанции

Бассейны ГАЭС. Оборудование ГАЭС. Здания ГАЭС и их особенности.

Тема 2. Энергетические показатели ГАЭС.

Электроэнергетические системы, их структуры и графики нагрузки. Суточный режим работы ГАЭС. Использование ГАЭС в качестве резерва энергетических систем.

Тема 3. Закономерность колебаний морских приливов и отливов. Схемы однобассейновых ПЭС.

Схемы ПЭС. Режимы работы ПЭС.

Тема 4. Определение изменения напора, мощности ПЭС. Примеры ПЭС. Здания ПЭС.

Водноэнергетические расчеты приливных электростанций.

Раздел 5. Определение эффективности ГЭС; Эксплуатация сооружений и оборудования ГЭС

Тема 1. Технико-экономическое обоснование и определение эффективности ГЭС.

Энергоэкономические показатели ГЭС. Определение необходимых капитало-вложений. Определение издержек эксплуатации. Расчетная отпускная стоимость электроэнергии. Эффективность капиталовложений при строительстве гидроэлектростанции.

Тема 2. Вопросы эксплуатации ГЭС.

Основные проблемы эксплуатации сооружений.

4 курс 8 семестр

Раздел 1. Водопроводящие сооружения низко и средненапорных деривационных гидроэнергетических установок, и ГАЭС

Тема 1. Научные принципы и технические проблемы использования возобновляемых источников энергии.

Общие проблемы электроснабжения; научные принципы и технические проблемы использования возобновляемых источников энергии; технико-экономический анализ источников энергии; выбор оптимального варианта энергосбережения; гидроаккумулирующие электростанции, их назначение и достоинства; классификация ГАЭС; особенности компоновки ГАЭС.

Тема 2. Сооружения деривационных ГЭС с напорной и безнапорной деривацией.

Принципиальные схемы использования гидравлической энергии воды. Выбор типа деривации. Деривационные водоводы, их размещение и типы. Назначение и состав сооружений напорных бассейнов. Верхние бассейны ГАЭС; компоновка сооружений напорных бассейнов и выбор места расположения.

Тема 3. Состав напорного бассейна деривационной ГЭС.

Приемные камеры и аванкамера, их оборудование. Размещение шлюза-регулятора для сопутствующих участников ВХК. Водоприемные устройства и аванкамеры напорного бассейна; их оборудование; определение типа водосброса, шугосброса, промывных устройств, их гидравлический расчет; вопросы эксплуатации напорного бассейна.

Тема 4. Классификация и характеристика деривационных водоводов.

Деривационные водоводы: каналы, лотки, тунNELи. Их достоинства и недостатки при проектировании и эксплуатации. Проектирование безнапорных деривационных каналов, режимы регулирования (саморегулирующиеся и не саморегулирующиеся), типы облицовок каналов.

Раздел 2. Сооружения станционного узла

Тема 1. Состав схемы станционного узла малой деривационной ГЭС.

Составление схемы станционного узла малой деривационной ГЭС.

Тема 2. Определение размеров напорного бассейна (приемных камер и сооружений аванкамеры).

Определение размеров приемных камер, расчет воздухоподводящего устройства; определение размеров аванкамер, шлюза регулятора, промывного устройства. Расчет шугосброса. Холостой водосброс. Описание станционной площадки.

Тема 3. Деривационные трубопроводы.

Проектирование деривационных туннелей (напорных и безнапорных). Формы и размеры поперечного сечения деривационных туннелей, обделка туннелей. Защита деривационных туннелей от воздействия грунтовых вод. Нагрузки, действующие на обделки деривационных туннелей. Условия изменения типа обделки по трассе туннеля.

Напорные станционные водоводы, схемы расположения и типы станционных водоводов. Схемы питания гидротурбин и способы подвода труб к зданию; стальные трубопроводы, их конструкция и оснащение; статический расчет оболочки стального трубопровода.

Железобетонные и сталежелезобетонные трубопроводы. Составление продольного профиля турбинного трубопровода; определение диаметра трубопровода и толщины стенок.

Тема 4. Гидравлический и статический расчет турбинного трубопровода.

Гидравлический удар напорных водоводов; гидравлический расчет турбинных трубопроводов при сбросах и набросах нагрузки. Определения расстояния между опорами на участках; определение осевых, поперечных, вертикальных и горизонтальных сил; расчет опоры на сдвиг; определение напряжений в кладке опор и грунте основания.

Раздел 3. Нетрадиционные источники энергии и способы их использования

Тема 1. Использование энергии течений. Энергия приливов (причины возникновения). Волновые энергетические установки и их конструктивные схемы. Схемы использования приливной энергии; приливные ресурсы и перспективы их использования; воздействие ПЭС на окружающую среду; основное оборудование и особенности компоновки зданий ПЭС; работа ПЭС в комплексе с другими источниками электроэнергии; волновые энергетические установки и их конструктивные схемы.

4.3 Лекции и семинарские занятия

Таблица 4

Содержание лекций и семинарских занятий и контрольные мероприятия

| № п/п | № раздела | № и название лекций/семинарских занятий | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов/из них практическая подготовка |
|-------|--|---|--------------------------------|------------------------------|---|
| 1. | Раздел 1. Водные ресурсы и их энергетическое использование | Лекция № 1. Введение. Роль гидроэнергетики. Принципы использования водной энергии | УК-2.1 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | | 2 |
| | | Лекция № 2-4. Виды регулирования стока и решаемые ими задачи. | ПКос-4.2 ПКос-4.5 УК-2.2 | | 6 |

| № п/п | № раздела | № и название лекций/семинарских занятий | Формируемые компетенции | Вид контрольног о мероприяти я | Кол-во часов/из них практическая подготовка |
|--------------------|--|---|--|--|--|
| | | Лекция № 5-9 Определение основных параметров ГЭС при регулировании стока | УК-2.2, УК-2.4 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | Решение типовых задач (РГР) | 10 |
| | | Практическая работа №1. Выдача бланка задания, определение целей, задач и методов решения. | УК-2.1 ПКос-3.3 ПКос-4.3 ПКос-4.5 | | 2 |
| | | Практическая работа №2-3. Оценка водных ресурсов и определение вида регулирования стока. Определение расходов и напоров ГЭС | УК-2.1 ПКос-3.3 ПКос-4.3 ПКос-4.5 | | 4 |
| | | Практическая работа №4-11. Определение места ГЭС в графике нагрузки энергосистемы. Выбор среднесуточной мощности | УК-2.1 ПКос-3.3 ПКос-4.3 ПКос-4.5 | | 16/4 |
| | | Практическое занятие № 12-15 Определение расчетных характеристик и годовой выработки электроэнергии | УК-2.1 ПКос-3.3 ПКос-4.3 ПКос-4.5 | | 8 |
| | Раздел 2. Гидравлические турбины и оборудование здания ГЭС | Лекция № 10-11. Гидравлические турбины. Условия применения. | УК-2.4 ПКос-4.3 | Решение типовых задач (РГР) | 4 |
| | | Лекция № 12-13. Понятие быстротходности. Активные турбины – конструкции и условия применения | УК-2.4 ПКос-3.4 ПКос-4.5 | | 4 |
| | | Практическая работа № 16 Изучение конструкции рабочих колес активных турбин, и назначение их основных узлов и деталей. | УК-2.2 ПКос-3.3 ПКос-4.3 ПКос-4.5 | | 2 |
| | | Лекция № 14. Реактивные турбины | УК-2.4, ПКос-3.4, ПКос-4.3 | | 2 |
| | | Практическая работа № 17. Изучение конструкций реактивных турбин. Вывод уравнения Эйлера для гидромашин. | УК-2.1 ПКос-3.3 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | | 2 |
| | | Лекция № 15. Уравнения Эйлера для гидромашин. Подобие гидротурбин | УК-2.4 ПКос-3.4 ПКос-4.2 | | 2 |
| | | Практическая работа № 18. Изучение основных систем турбин и областей их применения. | УК-2.1 ПКос-3.3 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | | 2 |
| | | Лекция № 16-17. Проточная часть реактивных турбин. | УК-2.4, ПКос-3.4, ПКос-4.3 | | 4 |
| | | Лекция № 18. Явление кавитации | УК-2.2, ПКос-4.2 | | 2 |
| Всего за 6 семестр | | | | | 72/4 |
| 3 | Раздел 1. Типы ГЭС и схемы использования водной энергии | Лекция № 1-2. Типы зданий ГЭС. Классификация ГЭС по напору, мощности, конструктивному решению. Связь типа зданий с компоновкой ГУ | УК-2.1 ПКос-3.4 ПКос-4.2 | Решение типовых задач (РГР) | 4 |
| | | Практическое занятие № 1. Компоновка комплексных гидроузлов рус- | УК-2.2 ПКос-4.2 | | 2 |

| № п/п | № раздела | № и название лекций/семинарских занятий | Формируемые компетенции | Вид контрольног о мероприяти я | Кол-во часов/из них практическая подготовка |
|----------|--|--|--|--|--|
| | | лового типа. Выбор створа гидроузла. (Выдача задания, изучение данных задания) | ПКос-4.3 ПКос-4.5 | | |
| 4. | Раздел 2. Оборудования гидроэлектростанций | Лекция № 3. Конструкции верхнего строения зданий ГЭС. | УК-2.4 ПКос-3.3 | | 2 |
| | | Лекция № 4. Подгенераторные конструкции. Системы охлаждения генераторов | УК-2.1 ПКос-3.4 ПКос-4.3 | | 2 |
| | | Практическое занятие № 2-5 Подбор гидротурбин (выбор количества агрегатов и типа турбин, определение диаметра рабочего колеса и частоты вращения | УК-2.2, УК-2.4 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | Решение типовых задач (РГР) | 8/2 |
| | | Лекция № 5. Подземный контур здания ГЭС. Подбор вспомогательного оборудования ГЭС | УК-2.2, УК-2.4 ПКос-3.4 ПКос-4.2 ПКос-4.3 | | 2 |
| | | Практическое занятие № 6-10. Подбор гидрогенераторов и вспомогательного оборудования. | ПКос-3.3 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | Решение типовых задач (РГР) | 10/2 |
| 5. | Раздел 3. Здания гидроэлектростанций | Лекция № 6. Русловые здания ГЭС. Водоприемники русловых ГЭС. | УК-2.1, ПКос-3.4, ПКос-4.2 | | 2 |
| | | Практическое занятие № 11. Расчет водосливной плотины. Проектирование водоприемника гидроэлектростанции. | ПКос-3.3 ПКос-3.4 УК-2.1 ПКос-4.2 | Решение типовых задач (РГР) | 2 |
| | | Лекция № 7. Разрезка зданий ГЭС на температурно-осадочные швы | ПКос-4.2 ПКос-4.3 | | 2 |
| | | Лекция № 8. Проектирование отводящего русла | УК-2.4 ПКос-4.2 | | 2 |
| | | Практическое занятие № 12. Проектирование конструкции верхнего строения здания ГЭС. | УК-2.1 ПКос-3.3 ПКос-4.3 | Решение типовых задач (РГР) | 2 |
| | | Лекция № 9. Станционная площадка здания ГЭС | УК-2.2 ПКос-4.3 | | 2 |
| | | Практическое занятие № 13. Проектирование конструкции подземного контура здания ГЭС. | УК-2.2 ПКос-3.3 ПКос-4.5 | Решение типовых задач (РГР) | 2 |
| | | Лекция № 10. Здания ГЭС водосливного типа. Водоприемники водосливных зданий ГЭС. Эжекция. | УК-2.4 ПКос-3.4 ПКос-4.5 | | 2 |
| | | Практическое занятие № 14. Определение размеров крепления в нижнем бьефе. | ПКос-3.3 ПКос-4.3 ПКос-4.5 | Решение типовых задач (РГР) | 2 |
| | | Лекция № 11. Совмещенные здания ГЭС (с донными и поверхностными водосбросами). Водоприемники совмещенных зданий ГЭС. Эжекция. | УК-2.1 ПКос-4.2 | | 2 |
| | | Практическое занятие № 15. Компоновка гидроузла. | УК-2.1 ПКос-3.3 ПКос-4.5 | | 2 |

| № п/п | № раздела | № и название лекций/семинарских занятий | Формируемые компетенции | Вид контрольног о мероприяти я | Кол-во часов/из них практическая подготовка |
|----------|--|--|--|---|--|
| | | Лекция № 12. Приплотинные зда- ния ГЭС. Водоприемники приплоти- нных зданий ГЭС. | ПКос-3.4 ПКос-4.2 | | 2 |
| | | Лекция № 13. Деривационные по- верхностные здания ГЭС. Подзем- ные и полуподземные здания ГЭС. Водоприемники деривационных ГЭС. | УК-2.4 ПКос-3.3 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | | 2 |
| 6. | Раздел 4. Особенности компоновки сооружений ГАЭС и приливных электростанций | Лекция № 14. ГАЭС. Энергетиче- ские показатели ГАЭС | УК-2.1 ПКос-3.3 ПКос-4.5 | | 2 |
| | | Практическое занятие № 16. Энер- гетические факторы применения ак- кумулирования. Рассмотрение ком- поновок гидроаккумулирующих станций. | УК-2.4 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | | 2 |
| | | Лекция № 15. Закономерность коле- баний морских приливов и отливов. Схемы однобассейновых ПЭС | УК-2.1 УК-2.4 ПКос-4.2 | | 2 |
| | | Лекция № 16. Технико-экономиче- ское обоснование и определение эффективности ГЭС. Вопросы экс- плуатации ГЭС | УК-2.2 УК-2.4 ПКос-4.2 | | 2 |
| 7 | Раздел 5. Определение эффективности ГЭС; Эксплуатация сооружений и обору- дования | Практическое занятие № 17. Расчет технико-экономических показате- лей ГЭС. Основные проблемы экс- плуатаций сооружений | ПКос-3.3 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | | 2 |
| | | Всего за 7 семестр | | | 66/4 |
| 1. | Раздел 1. Водопроводящие сооружения низко и средне- порных деривационных гидроэнергетических установок, и ГАЭС | Лекция № 1. Научные принципы и технические проблемы использова- ния возобновляемых источников энергии. | УК-2.1 ПКос-3.4 ПКос-4.2 | | 2 |
| | | Лекция № 2. Сооружения дерива- ционных ГЭС с напорной и безнапор- ной деривацией | УК-2.2 ПКос-3.3 ПКос-4.2 | | 2 |
| | | Практическая работа №1-2. Выдача задания. Изучение данных задания. Выбор типа и определение разме- ров поперечного сечения дерива- ционного канала. | УК-2.1, УК-2.2 ПКос-3.4 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | Выполнение работы | 4/2 |
| | | Лекция № 3. Состав напорного бас- сейна деривационной ГЭС | УК-2.2, ПКос- 3.3, ПКос-4.2 | | 2 |
| | | Практическая работа №3-4. Напор- ный бассейн. Предварительная ком- поновка гидроузла. Определение количества приемных камер и их расчет. Расчет воздухоподводящего устройства | УК-2.1 УК-2.2 ПКос-3.4 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | Выполнение работы | 4 |
| | | Практическая работа №5-7. Расчеты аванкамеры, шлюза-регулятора, шугосброса. Расчеты холостого во- досброса, промывного устройства. | УК-2.1, УК-2.2 ПКос-3.4 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | Выполнение работы | 6 |

| № п/п | № раздела | № и название лекций/семинарских занятий | Формируемые компетенции | Вид контрольног о мероприяти я | Кол-во часов/из них практическая подготовка | |
|---------------------------|---|--|--|--|--|--|
| | | Лекция № 4. Классификация и ха- рактеристика деривационных водо- водов. Деривационные каналы. | УК-2.2 ПКос-3.3 ПКос-4.2 | | 4 | |
| 2. | Раздел 2. Сооружения стационарного узла | Лекция № 5. Деривационные тун- нели | УК-2.2, ПКос- 3.3, ПКос-3.4, ПКос-4.2 | | 2 | |
| | | Лекция № 6-7. Состав схемы стан- ционного узла малой деривацион- ной ГЭС. Напорные станционные водоводы, схемы расположения и типы станционных водоводов | УК-2.2, ПКос-3.3, ПКос-4.2 | | 4 | |
| | | Практическая работа № 8-9. Описа- ние станционной площадки. Опре- деление схемы питания гидротур- бин и способ подвода труб к зда- нию. Определение длины трубопро- вода. | УК-2.1, ПКос-3.3, ПКос-4.3 ПКос-4.5 | Выполнение работы | 4 | |
| | | Практическая работа № 10-11. Определение диаметра трубопро- вода и толщины стенок. | УК-2.2, ПКос- 3.3, ПКос-4.2 ПКос-4.5 | Выполнение работы | 4/2 | |
| | | Лекция № 8. Железобетонные и ста- лежелезобетонные трубопроводы | ПКос-3.3 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | | 2 | |
| | | Практическая работа № 12-13. Гид- равлический и статический расчет турбинного трубопровода | УК-2.2, ПКос- 3.3, ПКос-4.2 ПКос-4.5 | Выполнение работы | 4 | |
| 3 | Раздел 3. Нетради- ционные источ- ники энергии и способы их исполь- зования | Лекция № 9,10. Нетрадиционные источники энергии и способы их использования | УК-2.1, УК-2.4 ПКос-3.4 ПКос-4.3 | | 4 | |
| | | Практическая работа № 14-15. Не- традиционные источники энергии. Схемы использования приливной энергии. Воздействие ПЭС на окру- жающую среду. | УК-2.2 ПКос-3.3 ПКос-4.2 ПКос-4.5 | Выполнение работы | 4 | |
| Всего за 8 семестр | | | | | 50/4 | |
| Всего за 6, 7, 8 семестры | | | | | 188/12 | |

Таблица 5
Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

| № п/п | № раздела и темы | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения |
|---|---|--|
| 6 семестр | | |
| Раздел 1. Водные ресурсы и их энергетическое использование | | |
| 1. | Тема 1. Введение. Роль гидроэнер- гетики. | Доля гидроэнергетики в электроэнергетике страны и перспективы ее развития. (УК-2.1, ПКос-4.2 ПКос-4.5) |
| 2. | Тема 2. Принципы использования водной энергии. | Основные схемы использования водной энергии. (УК-2.2, УК-2.4, ПКос-4.2, ПКос-4.5) |

| № п/п | № раздела и темы | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения |
|--|--|---|
| 3 | Тема 3. Виды регулирования стока и решаемые ими задачи». | Регулирование стока для получения гарантированной мощности и выработки электроэнергии (УК-2.1, ПКос-3.3, ПКос-4.3, ПКос-4.5) |
| 4. | Тема 4. Определение основных параметров ГЭС при регулировании стока. | Определение основных параметров ГЭС при регулировании стока. (УК-2.1, ПКос-3.3, ПКос-4.3 ПКос-4.5) |
| Раздел 2. Гидравлические турбины и оборудование здания ГЭС | | |
| 5 | Тема 1. Гидравлические турбины. Условия применения. Понятие быстроходности. Активные турбины – конструкции и условия применения. | 1.Классификация турбин. 2. Основные элементы гидротурбин. 3. Конструкции активных турбин. 4. Основные параметры активных турбин. (УК-2.4, ПКос-4.3) |
| 6 | Тема 2. Реактивные турбины. | 1. Конструкции реактивных турбин. 2. Основные параметры реактивных турбин. (УК-2.4, ПКос-3.4, ПКос-4.3) |
| 7 | Тема 3. Уравнения Эйлера для гидромашин. Подобие гидротурбин. | Вывод уравнения Эйлера. (УК-2.1, ПКос-3.3, ПКос-4.2 ПКос-4.5) |
| 8 | Тема 4. Проточная часть реактивных турбин. Явление кавитации. | Конструкции подводящих и отводящих элементов гидротурбин. (УК-2.4, ПКос-3.4, ПКос-4.3, УК-2.2, ПКос-4.2) |
| 7 семестр | | |
| Раздел 1. Типы ГЭС и схемы использования водной энергии | | |
| 1 | Тема 1. Типы зданий ГЭС. Классификация ГЭС по напору, мощности, конструктивному решению. Связь типа зданий с компоновкой ГУ. | 1.Привести примеры высоконапорных, средненапорных и низконапорных ГЭС в мире. 2. Привести примеры мощных ГЭС, средней мощности и малые ГЭС в России. (УК-2.1, ПКос-3.4, ПКос-4.2, ПКос-4.3, ПКос-4.5) |
| Раздел 3. Здания гидроэлектростанций | | |
| 2 | Тема 1. Русловые здания ГЭС. Водоприемники русловых зданий ГЭС. Конструкции отдельных элементов ГЭС. | 1. Привести примеры несовмещенных зданий ГЭС; 2. Привести примеры совмещенных зданий ГЭС. (УК-2.1, ПКос-3.4, ПКос-4.2, ПКос-3.4) |
| Раздел 4. Особенности компоновки сооружений гидроаккумулирующей электростанции и приливных электростанций | | |
| 3 | Тема 1. Гидроаккумулирующие электростанции. | 1. Классификация ГАЭС. 2. Привести примеры ГАЭС. (УК-2.1, ПКос-3.3, ПКос-4.5, ПКос-4.2, УК-2.4) |
| 4 | Тема 2. Энергетические показатели ГАЭС. | Принцип работы ГАЭС. (УК-2.1, УК-2.4, УК-2.2, ПКос-3.4, ПКос-4.2) |
| 5 | Тема 3. Закономерность колебаний морских приливов и отливов. Схемы однобассейновых ПЭС. | 1. Объяснить, что такое прилив. 2. Привести примеры ПЭС. (ПКос-3.3, ПКос-3.4, ПКос-4.3 ПКос-4.5) |
| Раздел 5. Определение эффективности ГЭС; Эксплуатация сооружений и оборудования ГЭС | | |
| 6 | Тема 1. Технико-экономическое обоснование и определение эффективности ГЭС. | Энерго-экономические показатели ГЭС. (УК-2.2, УК-2.4, ПКос-3.3, ПКос-4.2 ПКос-4.5) |
| 7 | Тема 2. Вопросы эксплуатации ГЭС. | Основные проблемы эксплуатации сооружений. (УК-2.1, ПКос-3.4, ПКос-4.2 ПКос-4.5) |

| № п/п | № раздела и темы | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения |
|---|---|--|
| 8 семестр | | |
| Раздел 2. Сооружения станционного узла | | |
| 1 | Тема 1. Составление схемы станционного узла малой деривационной ГЭС. | Определение расстояния между опорами (УК-2.4, ПКос-4.2) |
| 2 | Тема 2. Определение размеров напорного бассейна (приемных камерных камер и аванкамеры). | Определение размеров приемных камер; Определение размеров аванкамер (УК-2.1, ПКос-3.4, ПКос-4.3 ПКос-4.5) |
| | Тема 3. Составление продольного профиля турбинного трубопровода. Определение диаметра трубопровода и толщины стенок. | Определение приведенных напряжений в оболочке трубопровода (УК-2.4, ПКос-3.5, ПКос-4.2, ПКос-4.5) |
| 3 | Тема 4. Размещение опор на трассе трубопровода. Статический расчет оболочки стального трубопровода. | Конструкции анкерных и промежуточных опор открытых стальных трубопроводов (УК-2.4, ПКос-3.5, ПКос-4.2, ПКос-4.5) |
| 4 | Тема 5. Гидравлический расчет турбинного трубопровода. | Гидравлический расчет турбинных трубопроводов при сбросах и набросах нагрузки (ПКос-3.5, ПКос-4.2, ПКос-4.5.) |
| 5 | Тема 6. Конструкция анкерных опор. Основные положения расчета анкерных опор на устойчивость. | Статический расчет анкерной и промежуточной опор (УК-2.2, ПКос-3.5, ПКос-4.2, ПКос-4.5) |

5. Образовательные технологии

В университете имеется компьютерный класс, где могут выполняться необходимые расчеты, и проводится поиск необходимой информации. Контроль выполнения работ и степень освоения теоретического материала проводится непосредственно на занятиях. При изучении дисциплины ведутся работы по созданию тематической базы презентации в Microsoft Office Power Point.

В ходе освоения теоретического курса дисциплины и выполнении расчетно-графической работы используется: разбор конкретных ситуаций, дискуссии.

В рамках изучения дисциплины предусмотрены встречи с представителями проектного института «Гидропроект».

Предусматриваются интерактивные образовательные технологии обучения (табл.6).

Таблица 6

| № п/п | Тема и форма занятия | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | |
|------------------|--|---|------------------------------|
| 6 семестр | | | |
| 1 | Раздел 1. Водные ресурсы и их энергетическое использование | Л | Проблемная лекция; дискуссия |
| | | ПЗ | Разбор конкретных ситуаций |
| 2 | Раздел 2. Гидравлические турбины и оборудование здания ГЭС | Л | Разбор конкретных ситуаций |
| | | ПЗ | |

| № п/п | Тема и форма занятия | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | |
|------------------|---|---|--|
| 7 семестр | | | |
| 1 | Раздел 1. Типы ГЭС и схемы использования водной энергии | Л | Проблемная лекция |
| 2 | Раздел 2. Оборудования ГЭС» | ПЗ | Разбор конкретных ситуаций |
| 3 | Раздел 3. Здания гидроэлектростанций | ПЗ | Разбор конкретных ситуаций; |
| | | Л | дискуссия |
| 4 | Раздел 4. Особенности компоновки сооружений ГАЭС и приливных электростанций | Л | Проблемная лекция |
| 5 | Раздел 5. Определение эффективности ГЭС; Эксплуатация сооружений и оборудования ГЭС | Л | Проблемная лекция |
| 8 семестр | | | |
| 1 | Раздел 1. Тема 1. Научные принципы и технические проблемы использования возобновляемых источников энергии». Тема 3. Состав напорного бассейна. Приемные камеры и аванкамера, их оборудование. Размещение шлюза-регулятора для сопутствующих участников ВХК. | Л. ПЗ | Проблемная лекция- дискуссия Разбор конкретных ситуаций |
| 2 | Раздел 2. Тема 2. Определение размеров напорного бассейна (приемных камерных камер и аванкамеры). | ПЗ | Разбор конкретных ситуаций |
| 3 | Раздел 3. Тема 1. Использование энергии течений. Энергия приливов (причины возникновения). Волновые энергетические установки и их конструктивные схемы | Л. | Проблемная лекция; |
| | | ПЗ | Разбор конкретных ситуаций |

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Текущий контроль студентов осуществляется с помощью следующих форм:

- ✓ учет посещений и работы на лекционных, практических и лабораторных занятиях,
- ✓ выполнение и защита лабораторных работ,
- ✓ решение типовых задач.

Целью всех форм контроля является проверка уровня освоения студентами дисциплины и проводится на протяжении всего учебного семестра.

Самостоятельная работа по курсу оценивается по результатам изучения текущих и дополнительных теоретических вопросов, по подготовке к лабораторным занятиям и решению типовых задач. При самостоятельном изучении вопросов по дисциплине следует пользоваться источниками из списка литературы, приведенного в рабочей программе.

Текущий контроль по дисциплине проводится по окончанию изучения теоретического раздела и завершению проектирования элемента гидроузла, после защиты обучающимися расчетно-графической работы.

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

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и включает:

- ✓ в 6-ом семестре выполнение и защиту РГР, проведение зачёта по теоретическому курсу.
- ✓ в 7-ом семестре выполнение и защиту РГР, проведение зачёта.
- ✓ в 8-ом семестре выполнение и защиту РГР, проведение экзамена по теоретическому курсу.

К зачетам и экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие расчетно-графические работы. При подготовке к сдаче зачета/экзамена рекомендуется пользоваться записями, сделанными на лекционных и практических занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы, выполненной расчетно-графической работы. Зачет проводится в устной форме и включает в себя ответ студента на теоретические вопросы. По его итогам выставляется «зачет» или «незачет». Экзамен проводится в письменной форме и включает два теоретических опроса и одну задачу.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

6.1.1 Примерная тематика расчетно-графических работ

На практических занятиях по данной дисциплине предусматривается выполнение РГР с возможными темами:

Темы расчетно-графической работы в 6 семестре:

1. Определение параметров ГЭС при суточном регулировании стока

Каждый студент получает индивидуальное задание

ЗАДАЧИ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Задача 1 – Построить график напоров

Задача 2 – Определение проточной части турбины

Задача 3 – Определить место ГЭС в графике нагрузки

Задача 4 – Определить установленную мощность и расчетный расход

Темы расчетно-графической работы в 7 семестре:

a) Русловая гидроэлектростанция в составе водохозяйственного комплекса на реке _____ (*название реки*)

b) Русловая ГЭС на реке _____ (*название реки*) в _____ (*область, край, республика*) в составе ВХС

Каждый студент получает индивидуальное задание на выполнение расчетно-графической работы. В состав задания входят: топографический план, исходные данные (суточный график нагрузки энергосистемы, кривая связи расходов и уровней воды в створе ГЭС, график расходов реки расчетного маловодного года, кривая зависимости объема водохранилища от уровней воды в нем, график водопотребления для орошения, геология в районе створа).

ЗАДАЧИ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Задача 1. – Подобрать основное оборудование

Задача 2 – Подобрать вспомогательное оборудование

Задача 3 – Произвести расчеты сооружений гидроузла

Темы расчетно-графической работы в 8 семестре:

На практических занятиях по данной дисциплине предусматривается выполнение расчетно-графической работы с возможными темами:

1. Напорный бассейн и турбинный трубопровод деривационной малой ГЭС.

Каждый студент получает индивидуальное задание. В состав задания входят: исходные данные (расход ГЭС, расход на орошение, отметка НПУ, отметка оси рабочего колеса, количество агрегатов и балльность шуги), топография.

В расчёто-графическом задании студент выполняет: Определение размеров напорного бассейна, компоновочные схемы гидроузла напорного бассейна для малых деривационных ГЭС. Расчет турбинного трубопровода.

ЗАДАЧИ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Задача 1. – Определение размеров напорного бассейна

Задача 2 – Определение компоновочные схемы гидроузла напорного бассейна для малых деривационных ГЭС

Задача 3 – Расчет турбинного трубопровода.

6.1.2 Примерные вопросы для подготовки к защите расчетно-графической работы (промежуточный контроль) в 6 семестре

1. Обосновать выбор отметки НПУ для компоновки гидроузла

2. Что мы понимаем под среднесуточной обеспеченной мощностью

3. Что такое рабочая гарантированная мощность

4. Назовите основные характеристики энергосистем и как определить выработку ГЭС

6.1.3 Примерные вопросы для подготовки к защите расчетно-графической работы (промежуточный контроль) в 7 семестре

1. Как выбрать тип верхнего строения ГЭС

2. Назовите основное оборудование водоприемной части ГЭС

3. Методика подбора турбин для русловых ГЭС

4. Как определить размер отсасывающей трубы

5. Как определить размеры монтажной площадки

6. Как определить частоту вращения турбины

7. Разрезка здания температурно-осадочными швами, назначение крепления в НБ

8. Что такое допустимый градиент

9. Компоновки нижнего блока

10. Как определить размер и отметки нижнего блока

11. Разрезка здания температурно-осадочными швами – определение размеров

12. Как определить диаметр рабочего колеса турбины

13. Какие сооружения входят в состав проектируемого гидроузла

6.1.4 Примерные вопросы для подготовки к защите расчетно-графической работы (промежуточный контроль) в 8 семестре

1. Сооружения в составе деривационной ГЭС.

2. Деривационные каналы. Крепление откосов канала.
3. Назначение и функции напорного бассейна, его элементы и оборудование.
4. Назначение турбинных водоводов и условия их работы.
5. Определение диаметра трубопровода.
6. Определение толщины оболочки стальных трубопроводов
7. Бассейны суточного регулирования.
8. Деривационные тунNELи, формы и размеры поперечного сечения.
9. Опоры стального трубопровода.
10. Уравнительные резервуары и их типы.

6.1.5. Перечень вопросов, выносимых на зачет в 6 семестре

Вопросы к разделу 1:

1. Определение основных энергетических параметров ГЭС при неполном годичном регулировании стока.
2. Определение основных энергетических параметров ГЭС при полном годичном регулировании стока.
3. Определение основных энергетических параметров ГЭС при неограниченном суточном регулировании стока.
4. Вывод формулы мощности речного потока и турбины. Принципиальные схемы гидроэнергетических установок и напоры ГЭС. Работа ГЭС в энергетических системах.
5. Определение основных энергетических параметров ГЭС при отсутствии регулирования стока. Виды регулирования стока и решаемые ими задачи. Влияние регулирования стока на степень использования энергии водного источника.
6. Определение основных энергетических параметров ГЭС при отсутствии регулирования стока. Энергетические системы и современные электростанции. Работа ГЭС в энергосистеме при неограниченном и ограниченном суточном регулировании стока.

Вопросы к разделу 2:

7. Выбор типа реактивных турбин и определение ее основных параметров: диаметр рабочего колеса и основные размеры, частоту вращения, допустимую высоту отсасывания, массу рабочего колеса.
8. Испытания турбин (лабораторные и натурные), их цель и методика проведения. Основные характеристики турбин. Построение рабочих и эксплуатационных характеристик для натурных турбин.
9. Схема установки с пропеллерными турбинами в открытых турбинных камерах. Назначение элементов установки. Условия применения.
10. Отсасывающие трубы, их типы, назначение и определение размеров. Энергетический эффект и коэффициент восстановления отсасывающей трубы. Заглубление отсасывающей трубы под уровень нижнего бьефа, чем оно определяется.
11. Явление кавитации, причины ее появления. Виды кавитации в гидротурбинах и способы предотвращения. Вывод формулы допустимой высоты отсасывания.
12. Схема установки с поворотно-лопастными турбинами в бетонных спиральных камерах. Назначение элементов установки. Условия применения.
13. Основное энергетическое уравнение турбины. Конструкции пропеллерных, поворотно-лопастных и горизонтальных осевых турбин. Условия применения,

их особенности, кинематика потока в рабочем колесе.

14. Основное энергетическое уравнение турбины. Конструкции диагональных поворотно-лопастных и радиально-осевых турбин. Условия применения, их особенности, кинематика потока в рабочем колесе.

15. Принципы регулирования гидротурбин. Временная неравномерность хода агрегата и способы ее ограничения. Назначение регуляторов частоты вращения гидротурбин и принцип их действия.

16. Формулы подобия и формула коэффициента быстроходности, Их выводы и применение. Приведенные параметры турбин. Основы моделирования и подобия.

17. Турбинные камеры реактивных гидротурбин, их конструкции и условия применения. Принцип гидравлического расчета спиральных камер (бетонных и металлических).

18. Активные гидротурбины и условия их применения. Конструкция и особенность рабочего процесса ковшовых турбин. Определение основных параметров ковшовых турбин: диаметра рабочего колеса, Диаметра сопла, размеров лопастей рабочего колеса, частоты вращения. Влияние на эти параметры количества сопл.

19. Схема установки с радиально-осевыми турбинами в металлических спиральных камерах. Назначение элементов установки. Условия применения.

20. Классификация гидротурбин. Условия применения и подбор ковшовых турбин. Условия применения и определение основных параметров реактивной турбины. Высота отсасывания и влияние ее на выбор типа реактивных турбин для ГЭС.

21. Отсасывающие трубы, их назначение. Типы отсасывающих труб и определение их размеров. Заглубление отсасывающей трубы под уровень нижнего бьефа, чем оно определяется. Энергетический эффект и коэффициент восстановления отсасывающей трубы.

22. Явление кавитации, принципы ее проявления. Виды кавитации в гидротурбинах и способы предотвращения. Вывод формулы допустимой высоты отсасывания.

23. Схема установки с диагональными поворотно-лопастными турбинами в металлических спиральных камерах. Назначение элементов установки. Условия применения.

24. Принципы регулирования гидротурбин. Временная неравномерность хода агрегата и способы ее ограничения. Назначение регуляторов частоты вращения гидротурбин и принцип их действия.

6.1.6. Перечень вопросов, выносимых на зачет в 7 семестре

Вопросы к разделу 1

1. Классификация зданий ГЭС (по какому принципу)
2. Состав сооружений гидроузлов и их назначение

Вопросы к разделу 2

3. Основное гидроэнергетическое оборудование ГЭС (конструкция и подбор). Системы: воздушная, тормозная, охлаждения.
4. Схемы энергетических сооружений

5. Вспомогательное оборудование ГЭС.

Вопросы к разделу 3

6. Классификация зданий ГЭС

7. Русловые здания ГЭС. Типы зданий.

8. Русловое здание ГЭС несовмещенного типа.

9. Водоприемная часть русловых зданий ГЭС.

10. Схема водосливной ГЭС среднего напора. Энергетический эффект эжекции.

11. Схема водосливной ГЭС низкого напора. Энергетический эффект эжекции.

12. Здание ГЭС, совмещенное с напорными водосбросами.

13. Особенности русловых зданий совмещенного и несовмешённого типов.

14. Особенности конструкций приплотинных схем зданий ГЭС.

15. Полуподземные здания станций.

16. Конструкции агрегатной части зданий станций различного типа.

17. Температурные и осадочные швы. Конструкция расположение монтажной площадки.

18. Гидравлика подводящего и отводящего русел.

19. Конструкция глубинных водоприемников приплотинных ГЭС.

20. Здание ГЭС с безнапорными водосбросами.

21. Схемы компоновки подземных зданий гидроэлектростанций с вертикальными агрегатами в зависимости от геологических условий.

22. Схемы компоновки подземных зданий гидроэлектростанций с горизонтальными ковшовыми турбинами.

23. Исходные данные для проектирования зданий ГЭС. Бычковые ГЭС.

24. Здание деривационной гидроэлектростанции.

25. Здание малой ГЭС с вертикальной радиально-осевой гидротурбиной.

Вопросы к разделу 4

26. Особенности зданий ГАЭС. Здания ГАЭС с двух- и трехмашинными агрегатами.

27. Особенности компоновки и конструкции зданий ПЭС. Примеры из практики. Агрегаты для ПЭС.

28. Напорные и безнапорные водоприёмники ГЭС, ГАЭС.

29. Бассейны суточного регулирования ГЭС и верхние бассейны ГАЭС.

30. Типы и конструкции водоприёмников.

31. Энергетические системы и современные электростанции. Работа ГЭС в энергосистеме при неограниченном и ограниченном суточном регулировании стока и ГАЭС.

Вопросы к разделу 5

32. Эксплуатация ГЭС как элементов сложного электроэнергетического хозяйства.

33. Основные задачи эксплуатации и вопросы организации

34. Использование технико-экономических показателей при проектировании ГЭС.

6.1.7. Перечень вопросов, выносимых на экзамен в 8 семестре

1. Определение основных энергетических параметров ГЭС при разных видах регулирования стока.
2. Определение основных энергетических параметров ГЭС при отсутствии регулирования стока.
3. Выбор типа реактивных турбин и определение ее основных параметров.
4. Явление кавитации, причины ее появления. Виды кавитации в гидротурбинах и способы предотвращения.
5. Принципы регулирования гидротурбин. Временная неравномерность хода агрегата и способы ее ограничения.
6. Классификация зданий ГЭС.
7. Русловые здания ГЭС. Типы зданий.
8. Водоприемная часть русловых зданий ГЭС.
9. Конструкции агрегатной части зданий станций различного типа.
10. Энергетические системы и современные электростанции.
11. Схема деривационных ГЭС и состав их сооружений в ВХК.
12. Примеры существующих деривационных ГЭС
13. Типы напорных и безнапорных водоводов.
14. Особенности и условия применения напорных и безнапорных водоводов.
15. Саморегулирующиеся и несаморегулирующиеся деривационные каналы. Особенности их гидравлического, насосного и ледового режимов.
16. Вопросы эксплуатации деривации.
17. Одежда каналов. Назначение, типы и условия применения.
18. Назначение и функции напорного бассейна. Его составляющие элементы и оборудование.
19. Приемные камеры, их конструкция и определение размеров.
20. Аванкамеры, их конструкции и определение размеров.
21. Типы, условия применения и принципы расчетов холостых водосбросов, шугосбросов, промывных галерей, воздушных труб.
22. Бассейны суточного регулирования, их расположение и примыкания к деривационным водоводам.
23. Назначение турбинных водоводов и условия их работы.
24. Деривационные туннели.
25. Формы и размеры поперечного сечения деривационных туннелей.
26. Выбор трассы, количества ниток и типа турбинных водоводов.
27. Схема подвода трубопровода к зданию станции.
28. Определение диаметра трубопровода.
29. Стальные трубопроводы. Их конструкции и оснащение.
30. Определение толщины оболочки стальных трубопроводов.
31. Расчет оболочки на прочность и устойчивость формы.
32. Железобетонные и сталежелезобетонные трубопроводы
33. Опоры стального трубопровода, их конструкции, размещение и статический расчет. Вопросы эксплуатации.
34. Явление гидравлического удара.
35. Понятие о прямом и непрямом, положительном и отрицательном, предельном и первообразном ударе.

36. Ограничение величины гидравлического удара.
37. Уравнительные резервуары и их типы. Назначение, условия применения, достоинства и недостатки различных типов. Определение размеров.
38. Неустановившееся движение воды в системе «Деривационный водоуравнительный резервуар».
39. Вывод дифференциальных уравнений и способы их решения.
40. Способы решения дифференциальных уравнений колебания уровня воды в уравнительном резервуаре постоянного сечения при сбросе нагрузки и при набросе нагрузки.
41. Условия затухания колебаний уровня в резервуаре. Вопросы эксплуатации.
42. Закономерности приливных колебаний уровня.
43. Схемы приливных электростанций и циклы их работы.
44. Волновое движение, энергия и мощность волны.
45. Волновые энергетические установки.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Система текущего контроля и успеваемости студента осуществляется при выполнении и защиты лабораторных работ, а также решения типовых задач.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции при промежуточной аттестации знаний также применяется традиционная система контроля знаний.

При контроле знаний в форме зачета преподаватель использует метод индивидуального собеседования, в ходе которого обсуждает со студентом один или несколько вопросов из учебной программы. При необходимости могут быть предложены дополнительные вопросы, задачи и примеры.

Контроль знаний в форме экзамена проходит письменно, студент в краткой форме излагает ответ на вопрос с решением задачи, затем в ходе индивидуального собеседования идет обсуждение ответов. При необходимости могут быть предложены дополнительные вопросы, задачи и примеры.

Описание критериев оценивания для проведения текущей аттестации обучающихся по дисциплине.

Критерии оценивания расчетно-графической работы

Высокий уровень/зачет - Все типовые задачи и РГР сданы в срок, выполнены полностью без ошибок и недочетов. Сформированы все умения и навыки решения практических задач. В достаточном количестве использована литература по теме, РГР оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Средний уровень /зачет - Типовые задачи и РГР сданы в срок, выполнены полностью, но присутствуют незначительные ошибки в расчетах или есть недочеты в оформлении работы. Сформированы все умения и навыки решения практических задач.

Пороговый уровень/зачет - Типовые задачи и РГР сданы с опозданием, выполнены частично или присутствуют ошибки в расчетах, а оформление требует доработки. Частично сформированы умения и навыки решения практических задач.

Минимальный уровень/незачет - Правильно выполнены менее половины РГР, не решены типовые задачи, или РГР не раскрывает заданную тему, неправильно проведены расчеты, выполнен не самостоятельно, содержит устаревшую информацию.

Описание критериев оценивания обучающихся решения типовых задач.

Таблица 7

Критерии оценивания типовых задач

| Оценка/сформированные компетенции | Критерии оценивания |
|-----------------------------------|---|
| Высокий уровень/зачет | Все типовые задачи выполнены без ошибок и недочетов. Сформированы все умения и навыки решения практических задач. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий. |
| Средний уровень /зачет | Типовые задачи выполнены полностью. Сформированы все умения и навыки решения практических задач. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний). |
| Пороговый уровень/зачет | Типовые задачи выполнены частично. Частично сформированы умения и навыки решения практических задач. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный. |
| Минимальный уровень/незачет | Правильно выполнены менее половины типовых задач. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы. |

Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации, обучающихся по дисциплине в форме зачета.

Таблица 8а

Критерии оценивания результатов обучения в 6 и 7 семестрах (зачет)

| Оценка/ сформированные компетенции | Критерии оценивания |
|------------------------------------|--|
| Высокий уровень / зачёт | «Зачет» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший лабораторные работы, РГР на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий. |
| Средний уровень / зачёт | «Зачет» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены на высокий уровень, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний). |

| | |
|-------------------------------|--|
| Пороговый уровень /зачёт | «Зачет» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, РГР оценена на «удовлетворительно», некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный. |
| Минимальный уровень / Незачёт | оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, расчетно-графическую работу не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы. |

Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме экзамена.

Таблица 86
Критерии оценивания результатов обучения в 8 семестре (экзамен)

| Оценка/ сформированные компетенции | Критерии оценивания |
|---|---|
| Высокий уровень «5» (отлично) | Оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; владеет понятийным аппаратом, демонстрирует глубину и имеет полное владение содержанием учебного материала, в котором легко ориентируется, на экзамене соответствует логически последовательным, содержательным и конкретным ответам на все вопросы билета, включая задачи и задания; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий. |
| Средний уровень «4» (хорошо) | Оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены на высокий уровень, умеет грамотно излагать материал, но при этом содержание и форма ответа могут иметь отдельные неточности, на экзамене соответствует твердым и достаточно полным ответам на все вопросы билета, включая задачи и задания, позволяющие судить о достаточно полной сформированности компетенций. При ответах на вопросы могут быть допущены отдельные неточности, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний). |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) | Оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, обнаруживаются знания и понимание основных положений учебного материала, но излагается он неполно, непоследовательно, допускаются неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновывать свои суждения, соответствует ответам на все вопросы билета, включая задачи и задания, позволяющие судить о сформированности компетенций, при этом ответы на вопросы недостаточно точные, но без грубых ошибок |

| | |
|--|--|
| | бок; некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный. |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | Оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, не выполнивший расчетно-графическую работу и/или на экзамене соответствует неправильному ответу хотя бы на один из основных вопросов билета, допущены грубые ошибки в ответе и непонимание сущности излагаемых вопросов. имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы. |

Ликвидации студентами текущих задолженностей (отставание в графике выполнения расчетно-графической работы) проходят индивидуально со студентами в ходе беседы с консультантом по РГР.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Водохозяйственные системы и водопользование: Учебник / А. М. Бакштанин [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 452 с.
2. Беглярова, Эвелина Суреновна. Турбинное оборудование гидроэлектрических станций: учебно-методическое пособие / Э.С. Беглярова, А.М. Бакштанин, Т.И. Матвеева; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – М.: ООО Мегаполис, 2021. – 60 с. <https://elib.timacad.ru/dl/full/s09032022beglyarova4.pdf/download/s09032022beglyarova4.pdf>
3. Беглярова, Эвелина Суреновна. Проектное обоснование параметров и конструкций гидроэлектростанций: Учебное пособие / Э. С. Беглярова, Д. В. Козлов, А. М. Бакштанин. – М.: РГАУ-МСХА, 2018. - 106 с.
4. Гидроэнергетические установки и их оборудование: Учебное пособие / Д. В. Козлов, Д. С. Бегляров, Э. С. Беглярова. – М: МГУП, 2009. – 207 с.
5. Водноэнергетические расчеты и определение основных параметров гидроэлектрических станций: Учебное пособие / Э. С. Беглярова [и др.]. – М.: МГУП, 2006. - 121 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Гидромашины: Учебное пособие / Э.С. Беглярова [и др.]. – М.: МГУП, 2008. – 186 с.
2. Гидроэлектрические станции / Аршеневский Н.Н., Губин М.Ф., Кривченко Г.И.; - 4-е изд., перераб. и доп. – Подольск: Промиздат, 2009. – 464 с.

3. Гидроэлектростанции малой мощности: [Книга]: Учебное пособие / А.Е. Андреев, Я.И. Бляшко, Л.Н. Кубышкин. – М.: Изд-во Политехн. ун-та, 2005. – 432 с.
4. Проектирование основных сооружений деривационных гидроэлектростанций: Учебное пособие / Э.С. Беглярова [и др.]. – М.: МГУП, 2007. – 133 с.
5. Гидротехнические сооружения: учебник для вузов. Ч. 1 / Л. Н. Рассказов, В. Г. Орехов, Н. А. Анискин. – М.: АСВ, 2008. – 576 с.
6. Гидротехнические сооружения: учебник для вузов. Ч. 2 / Л.Н. Рассказов, В.Г. Орехов, Н.А. Анискин [и др.]. – М.: АСВ, 2008. – 528 с.
7. Гидроэнергетические установки (гидроэлектростанции, насосные станции и гидроаккумулирующие электростанции): учебник для вузов / Д.С. Щавелев, Ю.С. Васильев, В.И. Виссарионов, Г.А. Претро; ред. Д.С. Щавелев. - 2-е изд., перераб. и доп. – Спб.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1981. - 520 с.
8. Гидроэнергетика: [Книга]: Учебник для вузов / А. Ю. Александровский [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 512 с.
9. Подземные гидротехнические сооружения: Учебник для студентов вузов по специальности "Гидротехническое строительство речных сооружений и гидроэлектростанций" / В.М. Мостков [и др.]. – М.: "Высшая школа", 1986. – 464 с.
10. Справочник по гидротурбинам / В.Б. Андреев, Г.А. Броновский, И.С. Веремеенко; ред. Н. Н. Ковалева. – М.: Машиностроение, 1984. – 496 с.
11. Баскаков, Альберт Павлович. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебник / А.П. Баскаков, В.А. Мунц. – М.: Издательский Дом "БАСТЕТ", 2013. – 368 с.
12. Возобновляемые источники энергии / Алхасов А.Б. - [Б. м.]: Издательский дом МЭИ, 2011. – 272 с.

7.3 Нормативные и правовые акты

1. СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 (с Изменением N1) (взамен СНиП 2.06.01-86)
2. Изменение №2 к СП 58.13330.2019 «СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения», Изменение №2 к СП 427.1325800.2018 «Каменные и армокаменные конструкции. Методы усиления», Изменение №2 к СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003
3. СП 38.13330.2012 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). Актуализированная редакция СНиП 2.06.04-82* с 01.01.2013 г.
4. СП 529.1325800.2023. Определение основных расчетных гидрологических характеристик.
5. СП 24.13330.2021. СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Гидромашины: уч. пособие для студентов с/х высших учебных заведений. Де-

- партамент кадровой политики и образования министерства с/х. / Э.С. Беглярова, А.П. Гурьев, Д.В. Козлов [и др.] РФ - М.: МГУП, 2008. - 11.6 п.л.
- Проектирование основных сооружений деривационных гидроэлектростанций / уч. пособие / Э. С. Беглярова, Д. В. Козлов, А. П. Гурьев [и др.]. – М: МГУП, 2007. – 133 с.
 - Турбинное оборудование гидроэлектрических станций : учебно-методическое пособие / Э. С. Беглярова, А. М. Бакштанин, Т. И. Матвеева ; РГАУ - МСХА имени К. А. Тимирязева. - Москва: ООО Мегаполис, 2021. - 60 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Для освоения дисциплины необходимы следующие ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- Электронная библиотечная система <https://www.library.timacad.ru>
- Научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access) <https://cyberleninka.ru>

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

- «Консультант Плюс» <http://consultant.ru – открытый доступ>
- Консорциум кодекс «Техэксперт» <www.cntd.ru – открытый доступ>

Нет необходимости в программном обеспечении.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории) | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|---|---|
| 1 | 2 |
| <p>Учебная лаборатория «Гидросиловых установок».</p> <p>Учебная аудитории для проведения занятий лекционного и практического типа, выполнения РГР, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>28 корпус 8 аудитория</p> | <p>Для реализации учебной программы используются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - демонстрационные модели - плакаты, стенды, макеты сооружений; - гидравлические лотки, турбины. <ol style="list-style-type: none"> Парта моноблок двухместная 16 шт. Доска меловая 2 шт. Плакаты. (без инв.№) Модели сооружений 4 шт. (без инв.№) Зеркальный лоток №1 -1шт. (инв.№ 410134000001283) Насос КМ-150-125-250 (инв.№ 210134000000024) Лоток гидравлический б/у (ост) (инв.№ 410136000004901) |

| | |
|---|---|
| <p>Учебная аудитории для проведения занятий лекционного и практического типа, выполнения РГР, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>28 корпус 6 аудитория</p> | <p>Для реализации учебной программы используются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - плакаты, стенды 1. Парта моноблок двухместная 7шт. 2. Парта двухместная 7 шт 3. Стол 14 шт 4. Доска меловая 1 шт. 5. Плакат 36 шт. (без инв.№) 6. Учебный макет 1 шт. (без инв.№) |
| <p>Учебная аудитории для проведения занятий лекционного и практического типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>28 корпус 123 аудитория</p> | <p>1. Парта моноблок двухместная 14 шт.</p> <p>2. Доска маркерная 1 шт.</p> |
| <p>Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова</p> | <p>Парти и стулья в достаточном количестве</p> |
| <p>Комнаты для самоподготовки в общежитиях Академии (для студентов, проживающих в общежитии)</p> | <p>Парти и стулья в достаточном количестве</p> |

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

1. Студенту важно посещать занятия всех видов (лекции, практические занятия, консультации) и принимать активное участие в обсуждении результатов проектирования гидротехнических сооружений.
2. Особенность организации учебного процесса заключается в регулярной работе студента над расчетно-графической работой. Требуется обязательно выполнять необходимые расчеты, которые были рекомендованы преподавателем в ходе проведения практического занятия. Невыполненный расчёт или задание на проектирование повлечёт за собой системное отставание студента.
3. Рекомендуется для усвоения наиболее сложных тем дисциплины активно привлекать самостоятельную работу, в случае необходимости, выполнять конспекты соответствующих разделов в более полном виде, чем это давалось на лекциях.
4. Самостоятельную работу студентам рекомендуется организовывать следующим образом:
 - изучить материал лекции (или цикла лекций); - по рассматриваемой теме подобрать учебную литературу;
 - внимательно с карандашом прочитать материал; - законспектировать трудные для усвоения разделы; - приобрести навык выполнения чертежей-эскизов без нарушения пропорций конструкций гидротехнических сооружений.
5. Отработка пропущенных занятий выражается в составлении конспекта по материалу лекции с учётом необходимости отображения, следующего:
 - назначения конструкции; - область применения конструкции; - основные элементы конструкции и их функции в работе; - особенности конструкции; - задачи и принцип расчёта;

- достоинства конструкции; - недостатки конструкции; - пути улучшения условий работы и конструкции.

6. Для успешного выполнения РГР важно ритмично работать, выполнять все чертежи самостоятельно и вовремя согласовывать свои конструктивные решения и проработки с преподавателем.

Чертежи можно выполнять на миллиметровке или на компьютере (желательно на компьютере).

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан предоставить преподавателю конспект курса (лекции) или выполненный самостоятельно раздел расчетно-графической работы.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Изучение данной дисциплины предусматривает освоение теоретического курса наряду с получением практических навыков обоснования и разработки компоновки гидроузла, в состав которого входит ГЭС.

Специфика дисциплины «Гидроэлектростанции» состоит в том, что это первая дисциплина для студентов, в которой они выполняют РГР. Содержание расчетно-графической работы весьма насыщено и требует ритмичной работы над ним. Преподаватель обязан найти время и после объяснения новой темы на следующем практическом занятии начать занятия с ответов на вопросы студентов по РГР. Индивидуальные (нетиповые) вопросы студентов решаются на консультациях, расписание которых установлено преподавателем.

Недопустимо, чтобы студент в конце семестра представил готовую РГР без предварительных консультаций с преподавателем: об этом преподаватель сообщает студентам на первом занятии.

Особенность организации самостоятельной работы студентов заключается в ритмичной работе, а именно, преподаватель требует готовые проработки по проекту после каждого нового объяснения и результаты проверки отмечает в журнале посещаемости.

Уровень освоения ряда теоретических разделов дисциплины студентом определяется на защите расчетно-графической работы, что является допуском к экзамену.

1. Теоретический курс дисциплины даётся учащимся в рамках лекционного материала.

2. Практические занятия базируются на теоретические знания, обязательно преподаватель использует иллюстративный материал для изучения конструкций основных гидротехнических сооружений рассматриваемых гидроузлов.

3. Выполнение расчетно-графической работы начинается практически с первого занятия. На практическом занятии даётся объяснение (расчёты, анализ, сопоставления, возможные варианты и проч.) к выполнению раздела проекта.

4. После завершения выполнения раздела проекта (или его части) преподаватель рассматривает все полученные студентами конструктивные решения, даётся их анализ и рекомендации к использованию. В пояснительной записке обязательно приводятся выводы по результатам расчёта и общие выводы по разделу проекта.

5. Защита расчетно-графической работы возможна после проверки преподавателем РГР и рекомендации к его защите.

6. В ходе выполнения расчетно-графической работы, преподаватель делает проверку после выполнения проектирования гидроэлектростанции и подписывает эту часть проекта. Главное - обеспечить ритмичную и творческую работу студента над РГР.

Программу разработали:

Матвеева Т.И., к.т.н., доцент



Соколова С.А., к.т.н., доцент



Бакштанин А.М., к.т.н., доцент



РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу учебной дисциплины
Б1.В.16 Гидроэлектростанции
ОПОП ВО по направлению 08.03.01 Строительство,
направленность «Гидротехническое строительство»
(квалификация выпускника – бакалавр)

Хановым Н.В., заведующим кафедрой гидротехнических сооружений Института мелиорации, водного хозяйства и строительства, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук, профессором (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Гидроэлектростанции» ОПОП ВО по направлению 08.03.01 Строительство направленность Гидротехническое строительство (уровень обучения - бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами (разработчики Матвеева Т.И., к.т.н., доцент, Соколова С.А., к.т.н., доцент, Бакштанин А.М., к.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Гидроэлектростанции» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 08.03.01 Строительство. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений – Б1.
3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 08.03.01 Строительство.
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Гидроэлектростанции» закреплено **3 компетенции**. Дисциплина «Гидроэлектростанции» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
5. Общая трудоёмкость дисциплины «Гидроэлектростанции» составляет 10 зачётных единицы (360 часов из них практическая подготовка 12 часов).
6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Гидроэлектростанции» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 08.03.01 Строительство и возможность дублирования в содержании отсутствует.
7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.
8. Программа дисциплины «Гидроэлектростанции» предполагает 15 занятий в интерактивной форме.
9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 08.03.01 Строительство.
10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, работа над РГР), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета/экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как

дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1. ФГОС направления 08.03.01 Строительство.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 12 наименований, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 08.03.01 Строительство.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Гидроэлектростанции» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Гидроэлектростанции».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Гидроэлектростанции» ОПОП ВО по направлению 08.03.01 Строительство, направленность «Гидротехническое строительство» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная на кафедре гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами (разработчики Матвеева Т.И., к.т.н., доцент, Соколова С.А., к.т.н., доцент, Бакштанин А.М., к.т.н., доцент) соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Ханов Н.В., заведующий кафедрой гидротехнических сооружений Института мелиорации, водного хозяйства и строительства, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», д.т.н., профессор



«22» августа 2025 г.