

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Гидроэнергетические установки

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	1 семестр - 16 часов;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 75,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	1 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лушников О.Г.
	Идентификатор	Rad01b54b-LushnikovOG-c430992

(подпись)

О.Г. Лушников

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тягунов М.Г.
	Идентификатор	R806ed17c-TiagunovMG-84c3458

(подпись)

М.Г. Тягунов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Формирование целостной системы знаний и практических по широкому спектру вопросов, касающихся работы гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС) в энергосистеме, включая: анализ потребностей энергосистемы в ГАЭС, назначение и классификация гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС), выбор конструктивных схем зданий ГАЭС и основного энергетического оборудования, самостоятельный анализ энергетических характеристик и режимов работы ГАЭС

Задачи дисциплины

- изучение общих вопросов, касающихся регулирования энергосистемы и потребности энергосистемы в регулирующих энергообъектах;
- углубленное изучение физических, технических, экологических и экономических аспектов аккумулирования энергии с ГАЭС и другими накопителями энергии в России и за рубежом;
- изучение типов и технологических процессов преобразований энергии на ГАЭС;
- изучение особенностей гидротехнических сооружений и основного энергетического оборудования;
- формирование навыков определения состава ГТС и выбора основного оборудования на стадии технико-экономического обоснования проекта;
- изучение режимов работы ГАЭС и формирование навыков проведения водноэнергетических расчетов режимов работы и прогнозного моделирования эффективности работы ГАЭС в энергосистеме.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проведении научно-исследовательских работ в области использования возобновляемых источников энергии	ИД-2ПК-1 Обосновывает выбор целесообразного решения	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- возможности участия генерирующих мощностей в регулировании мощности в энергосистеме;- схемы гидроаккумулирования энергии. Классификацию ГАЭС. Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС, особенности конструкции и эксплуатации оборудования ГАЭС, особенности анализа эффективности ГАЭС на ОРЭМ. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- выбирать основное и вспомогательное оборудование ГАЭС;- анализировать дефицит регулировочных мощностей, применять методику определения оптимального режима работы и оценки основных экономических показателей ГАЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Гидроэнергетические установки (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать теоретические основы гидроэнергетики применительно к ГАЭС
- уметь выполнять водно-энергетические расчеты применительно к технологии ГАЭС

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Общие положения курса. Анализ дефицита регулировочных мощностей в ЕЭС России	8	1	1	-	1	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Гл 2 [2], Гл 4 [6], Гл 7	
1.1	Общие положения курса. Анализ дефицита регулировочных мощностей в ЕЭС России	8		1	-	1	-	-	-	-	-	-	6		-
2	Обзор существующих технических решений по организации накопления энергии	8		1	-	1	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Гл 2 [2], Гл 4 [6], Гл 7
2.1	Обзор существующих технических решений по организации накопления энергии	8		1	-	1	-	-	-	-	-	-	6	-	
3	Особенности функционирования ГАЭС в зарубежных энергосистемах	8		1	-	1	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], Гл 3 [3], Гл 1-2 [6], Гл 7
3.1	Особенности функционирования ГАЭС в зарубежных энергосистемах	8		1	-	1	-	-	-	-	-	-	6	-	

4	Основные схемы гидроаккумулирования. Классификация ГАЭС. Примеры схем ГАЭС в России и за рубежом	8	1	-	1	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], Гл 1 [3], Гл 3-4
4.1	Основные схемы гидроаккумулирования. Классификация ГАЭС. Примеры схем ГАЭС в России и за рубежом	8	1	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
5	Основные типы зданий ГАЭС. Примеры из зарубежной практики. Российские перспективные проекты	9	1	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], Гл 4-6 [6], Гл 7
5.1	Основные типы зданий ГАЭС. Примеры из зарубежной практики. Российские перспективные проекты	9	1	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
6	Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Гл 1 [2], Гл 3 [3], Гл 8
6.1	Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
7	Водоприемные сооружения и напорные водоводы	9	1	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], Гл 5

7.1	Водоприемные сооружения и напорные водоводы	9	1	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
8	Гидросиловое оборудование ГАЭС. Энергетические характеристики ГАЭС	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], Гл 4 [5], Гл 4
8.1	Гидросиловое оборудование ГАЭС. Энергетические характеристики ГАЭС	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
9	Основное электротехническое оборудование	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], Гл 3 [4], Гл 2
9.1	Основное электротехническое оборудование	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
10	Особенности основного энергетического оборудования ГАЭС. Асинхронизированные и синхронные электромшины (генераторы-двигатели)	10	1	-	2	-	-	-	-	-	7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], Гл 2 [6], Гл 9
10.1	Особенности основного энергетического оборудования ГАЭС. Асинхронизированные и синхронные электромшины (генераторы-двигатели)	10	1	-	2	-	-	-	-	-	7	-	
11	Способы пуска и останова гидрогенераторов-двигателей ГАЭС	10	1	-	2	-	-	-	-	-	7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Гл 2-4 [3], Гл 6

11.1	Способы пуска и останова гидрогенераторов-двигателей ГАЭС	10	1	-	2	-	-	-	-	-	7	-	
12	Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ. Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ	10.7	2	-	1	-	-	-	-	-	7.7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], Гл 2 [4], Гл 3 [5], Гл 4 [6], Гл 5
12.1	Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ. Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ	10.7	2	-	1	-	-	-	-	-	7.7	-	
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	75.7	-	
	Итого за семестр	108.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	75.7	-	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Общие положения курса. Анализ дефицита регулировочных мощностей в ЕЭС России

1.1. Общие положения курса. Анализ дефицита регулировочных мощностей в ЕЭС России

Энергетическая безопасность. Какими основными элементами определяется энергобезопасность. Параметры электростанций, определяющие возможности их участия в регулировании режимов ЭС. Оценка регулирующих возможностей основных типов электростанций. Неравномерность графиков нагрузки. Дефицит регулировочных мощностей. Возможности устранения дефицита регулировочных мощностей в ОЭС. Коэффициент заполнения и коэффициент неравномерности (понятия и примеры в ОЭС РФ). Основные технические преимущества ГАЭС для обеспечения регулирования в энергосистеме. Сравнении ГАЭС с другими видами генерирующих мощностей. Обеспечение регулирования в энергосистеме с помощью крупной тепловой и атомной генерации.

2. Обзор существующих технических решений по организации накопления энергии

2.1. Обзор существующих технических решений по организации накопления энергии

Основные типы накопителей энергии. Укажите наиболее приемлемые технологии для обеспечения регулирования в энергосистемах. Достоинства и недостатки ГАЭС. Характеристики емкостных и индуктивных накопителей. Характеристики водородных преобразователей энергии. Характеристики электромеханических накопителей. Характеристики электрохимических накопителей. Характеристики тепловых и пневматических накопителей энергии.

3. Особенности функционирования ГАЭС в зарубежных энергосистемах

3.1. Особенности функционирования ГАЭС в зарубежных энергосистемах

Значение ГАЭС для обеспечения энергоэффективности и энергобезопасности. Роль ГАЭС при работе с крупной тепловой и атомной генерацией. Места размещения ГАЭС в энергосистеме. Режимы работы ГАЭС в энергосистеме. Возможности ГАЭС оказания системных услуг (режим СК, регулирование частоты). Работа ГАЭС в едином технологическом комплексе с АЭС или крупной тепловой генерацией. Эффективность работы агрегатов ГАЭС (на примере Загорская ГАЭС). Эффективность процесса гидроаккумулирования. Возможности повышения КПД ГАЭС. Возможности снижения потерь. Потери в направляющем аппарате. Фильтрационные потери.

4. Основные схемы гидроаккумулирования. Классификация ГАЭС. Примеры схем ГАЭС в России и за рубежом

4.1. Основные схемы гидроаккумулирования. Классификация ГАЭС. Примеры схем ГАЭС в России и за рубежом

Основные признаки, по которым классифицируются ГАЭС. Основные отличия ГАЭС простого аккумулирования и ГАЭС смешанного типа. Определите понятие ГАЭС с неполной высотой подкачки. Понятие ГЭС-ГАЭС, обоснование, примеры. Классификация ГАЭС по способу концентрации напора. ГАЭС с подземным расположением основных сооружений. Классификация ГАЭС по режиму работы.

5. Основные типы зданий ГАЭС. Примеры из зарубежной практики. Российские перспективные проекты

5.1. Основные типы зданий ГАЭС. Примеры из зарубежной практики. Российские перспективные проекты

Классификация зданий ГАЭС по расположению агрегатов. Определение кавитации. Как кавитация влияет на работу гидротурбин. В чем особенности проявления кавитации на ГАЭС; Классификация зданий ГАЭС. Недостатки наземных зданий ГАЭС. Типизация основных проектных решений Загорской ГАЭС. Конструкции полуподземных зданий ГАЭС. Предпосылки строительства подземных зданий ГАЭС. Компонировка гидроузла ГАЭС с подземным нижним водохранилищем: преимущества и недостатки.

6. Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС

6.1. Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС

Водохранилища ГАЭС. Особенности эксплуатации. Виды воздействий. Состав сооружений нижних бассейнов ГАЭС (наземное расположение); Состав сооружений верхних бассейнов ГАЭС (наземное расположение); Противофильтрационные устройства верхних бассейнов ГАЭС; Дренажные устройства; Возможные типы плотин ГАЭС.

7. Водоприемные сооружения и напорные водоводы

7.1. Водоприемные сооружения и напорные водоводы

Назначения и основной состав оборудования водоприемных устройств верхнего бьефа ГАЭС; Классификация водоприемных устройств. Назначение затворов в водоприемниках; Напорные водоводы ГАЭС. Назначение и конструктивное исполнение. Постоянная инерции напорного водовода уравнивающий резервуар. Достоинства и недостатки засыпных водоводов. Достоинства и недостатки стальных, железобетонных и сталежелезобетонных водоводов ГАЭС; Разрезные водоводы. Температурные компенсаторы.

8. Гидросиловое оборудование ГАЭС. Энергетические характеристики ГАЭС

8.1. Гидросиловое оборудование ГАЭС. Энергетические характеристики ГАЭС

Компоновочные схемы агрегатов ГАЭС. Области применения; Достоинства и недостатки трехмашинных и четырехмашинных компоновок агрегатов; Двухмашинная компоновочная схема агрегатов ГАЭС. Достоинства, недостатки. Диапазон напора и частота вращения при выборе 4-х, 3-х, 2-х машинные компоновки. Типы обратимых турбин ГАЭС. Достоинства и недостатки.

9. Основное электротехническое оборудование

9.1. Основное электротехническое оборудование

Конструкции обратимой гидромашин. Основные элементы, назначение. Особенности пуска обратимого гидроагрегата в турбинный режим. Перевод агрегата в работу в режим синхронного компенсатора (турбинное и насосное направления вращения). Основные рабочие механизмы насос-турбины. Направляющий аппарат и уплотнение вала насос-турбины. Закладные части турбины (на примере Загорской ГАЭС).

10. Особенности основного энергетического оборудования ГАЭС. Асинхронизированные синхронные электромашин (генераторы-двигатели)

10.1. Особенности основного энергетического оборудования ГАЭС. Асинхронизированные синхронные электромашин (генераторы-двигатели)

Особенности основного энергетического оборудования ГАЭС. Требованиями к генераторам-двигателям обратимых гидроагрегатов. Возможности обеспечения максимальной эффективности работы агрегата ГАЭС в турбинном и насосном режимах. Особенности конструкции статоров современных синхронных машин обратимых агрегатов ГЭС и ГАЭС. Особенности системы возбуждения. Особенности конструкции роторов синхронных машин обратимых агрегатов ГЭС и ГАЭС. Варианты схем гидроагрегатов с переменной частотой вращения (АСГД). Основные преимущества и недостатки. Особенности конструкции АСГД. Технический и экономический эффект от установки гидроагрегатов с переменной частотой вращения.

11. Способы пуска и останова гидрогенераторов-двигателей ГАЭС

11.1. Способы пуска и останова гидрогенераторов-двигателей ГАЭС

Определение способов пуска обратимых реверсивных гидрогенераторов-двигателей. Основные группы способов пуска обратимых реверсивных гидрогенераторов-двигателей. Гидравлический способ пуска обратимого агрегата в насосный и турбинный режимы. Достоинства и недостатки асинхронного пуска обратимых реверсивных гидрогенераторов-двигателей. Варианты синхронного пуска. Достоинства и недостатки. Остановка и торможение гидроагрегатов ГАЭС.

12. Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ. Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ

12.1. Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ. Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ

Определение основных параметров, проектируемых ГАЭС электростанций (предпроектная стадия). Пример анализа сравнительной эффективности ГАЭС и ГТЭ. Составляющие затрат проекта строительства ГАЭС. Основные расчетные показатели сравниваемых вариантов оборудования ГАЭС. Эффективность работы ГАЭС на оптовом рынке электроэнергии (мощности) в РФ. Предлагаемые изменения в действующие нормативно-правовые акты и/или регламенты ОРЭМ. Влияние часовых поясов на экономическую эффективность проектов ГАЭС.

3.3. Темы практических занятий

1. Напорные характеристики ГАЭС;
2. Компоновка гидроузлов с разными типами зданий ГАЭС;
3. Оценка воздействий на сооружения ГАЭС;
4. Сработка-наполнение водохранилища ГАЭС;
5. Расчет, построение и исследование основных энергетических характеристик агрегатов и ГАЭС в целом. Анализ характеристик;
6. Расчет экономической эффективности ГАЭС;
7. Особенности выбора параметров ГАЭС;
8. Особенности выбора основного оборудования ГАЭС. Выбор компоновочной схемы насосотурбинного оборудования ГАЭС;
9. Определение дефицита регулировочных мощностей;
10. Баланс напоров и расходов ГЭУ;
11. Изучение способов пуска и останова двигателей – генераторов ГАЭС. Анализ эффективности использования синхронных двигателей-генераторов с постоянной и переменной частотой;
12. Выбор основных параметров ГАЭС или других накопителей энергии для

обеспечения потребностей энергосистем.

3.4. Темы лабораторных работ
не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ
Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)												Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Знать:															
схемы гидроаккумулирования энергии. Классификацию ГАЭС. Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС, особенности конструкции и эксплуатации оборудования ГАЭС, особенности анализа эффективности ГАЭС на ОРЭМ	ИД-2ПК-1	+	+	+										Контрольная работа/Возможности участия генерирующих мощностей в регулировании мощности в энергосистеме. Анализ дефицита регулировочных мощностей. Обзор существующих технических решений по организации накопления энергии	
возможности участия генерирующих мощностей в регулировании мощности в энергосистеме	ИД-2ПК-1				+	+	+							Контрольная работа/Схемы гидроаккумулирования энергии. Классификация ГАЭС. Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС	
Уметь:															
анализировать дефицит регулировочных мощностей, применять методику определения оптимального режима работы и оценки основных экономических показателей ГАЭС	ИД-2ПК-1											+	+	+	Контрольная работа/Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ и за рубежом Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ
выбирать основное и вспомогательное оборудование ГАЭС	ИД-2ПК-1								+	+	+			Контрольная работа/Особенности конструкции и эксплуатации оборудования ГАЭС. Энергетические характеристики ГАЭС .Асинхронизированные синхронные электромашин	

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Возможности участия генерирующих мощностей в регулировании мощности в энергосистеме. Анализ дефицита регулировочных мощностей. Обзор существующих технических решений по организации накопления энергии (Контрольная работа)
2. Особенности конструкции и эксплуатации оборудования ГАЭС. Энергетические характеристики ГАЭС. Асинхронизированные синхронные электромашинны (Контрольная работа)
3. Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ и за рубежом Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ (Контрольная работа)
4. Схемы гидроаккумулирования энергии. Классификация ГАЭС. Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №1)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Малинин, Н. К. Теоретические основы гидроэнергетики: 05.14.10 - Гидроэлектростанции и гидроэнергетические установки : Диссертация доктора технических наук в форме учебника для вузов / Н. К. Малинин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1992 . – 40 с. - Автореферат есть .;
2. Малинин, Н. К. Оптимизация режимов ГЭС и ГАЭС методом динамического программирования : Учебное пособие по курсам "Математические задачи гидроэнергетики" и "Теоретические основы гидроэнергетики" / Н. К. Малинин ; Ред. М. Г. Тягунов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1991 . – 112 с.;
3. Гидроаккумулирующие электростанции / Ред. Л. Б. Шейнман . – М. : Энергия, 1978 . – 184 с.;
4. Александровский, А. Ю. Гидроэнергетические установки : Учебное пособие по курсу "Гидроэнергетические установки" по направлению "Электроэнергетика" / А. Ю. Александровский, Б. И. Силаев, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 80 с. - ISBN 5-7046-1161-3 .;
5. Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов СССР / Б. А. Бабурин, и др. ; Общ. ред. П. С. Непорожний . – 2-е изд., перераб. и доп. . – М. : Энергоиздат, 1982 . – 560 с.;

6. Т. А. Филиппова, М. Ш. Мисриханов, Ю. М. Сидоркин, А. Г. Русина- "Гидроэнергетика", (3-е изд., перераб.), Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2013 - (621 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436213>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
12. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
14. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
15. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-204а, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, кондиционер, телевизор
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-310, Учебная лаборатория "Гидроэнергетика"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран,

		доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-310, Учебная лаборатория "Гидроэнергетика"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия
Помещения для самостоятельной работы	Г-206, Аспирантская кафедры "ГВИЭ"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Г-209, Преподавательская каф. "ГВИЭ"	стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, ноутбук, кондиционер, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ"	стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, наборы демонстрационного оборудования, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие для оборудования, сменные запчасти для ЭВМ

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Гидроаккумулирующие электростанции

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Возможности участия генерирующих мощностей в регулировании мощности в энергосистеме. Анализ дефицита регулировочных мощностей. Обзор существующих технических решений по организации накопления энергии (Контрольная работа)
- КМ-2 Схемы гидроаккумулирования энергии. Классификация ГАЭС. Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС (Контрольная работа)
- КМ-3 Особенности конструкции и эксплуатации оборудования ГАЭС. Энергетические характеристики ГАЭС. Асинхронизированные синхронные электромашин (Контрольная работа)
- КМ-4 Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ и за рубежом Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Общие положения курса. Анализ дефицита регулировочных мощностей в ЕЭС России					
1.1	Общие положения курса. Анализ дефицита регулировочных мощностей в ЕЭС России		+			
2	Обзор существующих технических решений по организации накопления энергии					
2.1	Обзор существующих технических решений по организации накопления энергии		+			
3	Особенности функционирования ГАЭС в зарубежных энергосистемах					
3.1	Особенности функционирования ГАЭС в зарубежных энергосистемах		+			
4	Основные схемы гидроаккумулирования. Классификация ГАЭС. Примеры схем ГАЭС в России и за рубежом					
4.1	Основные схемы гидроаккумулирования. Классификация ГАЭС. Примеры схем ГАЭС в России и за рубежом			+		
5	Основные типы зданий ГАЭС. Примеры из зарубежной практики. Российские перспективные проекты					
5.1	Основные типы зданий ГАЭС. Примеры из зарубежной практики. Российские перспективные проекты			+		
6	Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС					
6.1	Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС			+		

7	Водоприемные сооружения и напорные водоводы				
7.1	Водоприемные сооружения и напорные водоводы			+	
8	Гидросиловое оборудование ГАЭС. Энергетические характеристики ГАЭС				
8.1	Гидросиловое оборудование ГАЭС. Энергетические характеристики ГАЭС			+	
9	Основное электротехническое оборудование				
9.1	Основное электротехническое оборудование			+	
10	Особенности основного энергетического оборудования ГАЭС. Асинхронизированные синхронные электромашины (генераторы- двигатели)				
10.1	Особенности основного энергетического оборудования ГАЭС. Асинхронизированные синхронные электромашины (генераторы- двигатели)				+
11	Способы пуска и останова гидрогенераторов-двигателей ГАЭС				
11.1	Способы пуска и останова гидрогенераторов-двигателей ГАЭС				+
12	Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ. Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ				
12.1	Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ. Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25