

**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: Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Гидроаккумулирующие электростанции**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лушников О.Г.
	Идентификатор	Ra01b54b-LushnikovOG-c430992

О.Г.
Лушников

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

М.Г. Тягунов

Заведующий
выпускающей
кафедрой

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

Т.А.
Шестопалова

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. РПК-1 Способен участвовать в проведении научно-исследовательских работ в области (сфере) профессиональной деятельности

ИД-2 Применяет фундаментальные и прикладные знания для решения исследовательских задач в профессиональной области (сфере)

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

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 электромашины (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)

БРС 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 электромашины (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.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Общие положения курса. Анализ дефицита регулировочных мощностей в ЕЭС России					
Общие положения курса. Анализ дефицита регулировочных мощностей в ЕЭС России	+				
Обзор существующих технических решений по организации накопления энергии					
Обзор существующих технических решений по организации накопления энергии	+				
Особенности функционирования ГАЭС в зарубежных энергосистемах					
Особенности функционирования ГАЭС в зарубежных энергосистемах	+				
Основные схемы гидроаккумулирования. Классификация ГАЭС. Примеры схем ГАЭС в России и за рубежом					
Основные схемы гидроаккумулирования. Классификация ГАЭС. Примеры схем ГАЭС в России и за рубежом			+		
Основные типы зданий ГАЭС. Примеры из зарубежной практики. Российские перспективные проекты					
Основные типы зданий ГАЭС. Примеры из зарубежной практики. Российские перспективные проекты			+		
Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС					
Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС			+		
Водоприемные сооружения и напорные водоводы					
Водоприемные сооружения и напорные водоводы				+	
Гидросиловое оборудование ГАЭС. Энергетические характеристики ГАЭС					
Гидросиловое оборудование ГАЭС. Энергетические характеристики ГАЭС				+	
Основное электротехническое оборудование					
Основное электротехническое оборудование				+	
Особенности основного энергетического оборудования ГАЭС. Асинхронизированные синхронные электромашины (генераторы- двигатели)					
Особенности основного энергетического оборудования ГАЭС. Асинхронизированные синхронные электромашины (генераторы- двигатели)					+
Способы пуска и останова гидрогенераторов-двигателей ГАЭС					
Способы пуска и останова гидрогенераторов-двигателей ГАЭС					+
Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ. Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ					

Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ. Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ				+
Вес КМ:	25	25	25	25

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
РПК-1	ИД-2РПК-1 Применяет фундаментальные и прикладные знания для решения исследовательских задач в профессиональной области (сфере)	Знать: 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 Уметь: анализировать дефицит регулировочных мощностей, применять методику определения оптимального режима	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 электромашины (Контрольная работа) КМ-4 Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ и за рубежом Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ (Контрольная работа)

		работы и оценки основных экономических показателей ГАЭС выбирать основное и вспомогательное оборудование ГАЭС	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Возможности участия генерирующих мощностей в регулировании мощности в энергосистеме. Анализ дефицита регулировочных мощностей. Обзор существующих технических решений по организации накопления энергии

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: проверка знаний по теме "Возможности участия генерирующих мощностей в регулировании мощности в энергосистеме. Анализ дефицита регулировочных мощностей. Обзор существующих технических решений по организации накопления энергии".

Краткое содержание задания:

ответить на вопросы контрольной работы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
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	1.Неравномерность графиков нагрузки. Дефицит регулировочных мощностей. Возможности устранения дефицита регулировочных мощностей в ОЭС 2.Определите термин энергетическая безопасность. Какими основными элементами определяется энергобезопасность 3.Определите основные технические преимущества ГАЭС для регулирования в энергосистеме в сравнении с другими видами генерирующих мощностей 4.Перечислите основные типы накопителей энергии. Укажите наиболее приемлемые технологии для обеспечения регулирования в энергосистемах. Достоинства и недостатки ГАЭС

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Схемы гидроаккумулирования энергии. Классификация ГАЭС. Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: проверка знаний по теме "Схемы гидроаккумулирования энергии. Классификация ГАЭС. Основные сооружения ГАЭС. Отличительные особенности сооружений ГАЭС".

Краткое содержание задания:

ответить на вопросы контрольной работы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: возможности участия генерирующих мощностей в регулировании мощности в энергосистеме	1. Основные отличия ГАЭС простого аккумулирования и ГАЭС смешанного типа. Определите понятие ГАЭС с неполной высотой подкачки 2. К какому типу относятся ГЭС-ГАЭС. Обоснование. Примеры 3. Конструкции полуподземных зданий ГАЭС. Предпосылки строительства подземных зданий ГАЭС 4. Напорные водоводы ГАЭС. Назначение и конструктивное исполнение

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-3. Особенности конструкции и эксплуатации оборудования ГАЭС.
Энергетические характеристики ГАЭС .Асинхронизированные синхронные
электромашинны**

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: проверка знаний по теме "Особенности конструкции и эксплуатации оборудования ГАЭС. Энергетические характеристики ГАЭС .Асинхронизированные синхронные электромашинны".

Краткое содержание задания:

ответить на вопросы контрольной работы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выбирать основное и вспомогательное оборудование ГАЭС	1.Достоинства и недостатки трехмашинных и четырехмашинных компоновок агрегатов 2.При каких диапазонах напора целесообразно использовать 4-х, 3-х, 2-х машинные компоновки 3.Двухмашинная компоновочная схема агрегатов ГАЭС. Достоинства, недостатки 4.Основные рабочие механизмы насос-турбины. (на примере Загорской ГАЭС)

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ и за рубежом Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: проверка знаний по теме "Особенности работы ГАЭС в энергосистеме РФ и за рубежом Направления работы по обеспечению эффективности ГАЭС в ОРЭМ".

Краткое содержание задания:

ответить на вопросы контрольной работы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: анализировать дефицит регулировочных мощностей, применять методику определения оптимального режима работы и оценки основных экономических показателей ГАЭС	1. Составляющие затрат проекта строительства ГАЭС 2. Пример анализа сравнительной эффективности ГАЭС и ГТЭ 3. Эффективность работы ГАЭС на оптовом рынке электроэнергии (мощности) в РФ. Предлагаемые изменения в действующие нормативно-правовые акты и/или регламенты ОРЭМ 4. Влияние часовых поясов на экономическую эффективность проектов ГАЭС

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Процедура проведения

Зачет выставляется по совокупности оценок в БАРС

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{РПК-1} Применяет фундаментальные и прикладные знания для решения исследовательских задач в профессиональной области (сфере)

Вопросы, задания

1. Зачет выставляется по совокупности оценок в БАРС

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите, что не является элементом энергобезопасности (укажите неправильный элемент)

1. валовое производство электроэнергии, соответствующее годовой и сезонной потребности промышленности и населения;
2. обеспечение маневренного ведения суточных режимов нагрузки энергосистемы;
3. количество маневренных электростанций в энергосистеме;
4. качество поставляемой потребителям электроэнергии;
5. живучесть систем энергетики;

2. Какую структуру генерирующих мощностей в энергетической системе можно назвать оптимальной

1. Структуру без энергоустановок на основе ВИЭ (неопределенность поступления ресурса);
2. Структуру, предусматривающую необходимый диапазон и требуемую динамику регулирования;
3. Структуру, предусматривающую необходимый диапазон регулирования активной и реактивной мощностей;
4. Структуру, включающую равную в доленом отношении установленную мощность маневренной, неманевренной генерации и потребление

3. Укажите, какие параметры электростанций не определяют возможности их участия в регулировании режимов энергосистемы (укажите все неправильные варианты):

1. Регулировочный диапазон в процентах от установленной мощности;
2. Технические ограничения по количеству операций пуска-останова;
3. Установленная мощность;
4. Парковый ресурс агрегатов электростанции;
5. Время пуска и набора номинальной мощности.

4. Неравномерность суточных режимов электропотребления энергосистемы определяется (укажите все правильные варианты):

1. Коэффициентом неравномерности и коэффициентом заполнения;
2. Минимальным значением потребления энергии;
3. Минимальным и средним за период значениями потребления энергии;
4. Максимальным значением потребления энергии;
5. Максимальным, минимальным и средним за период значениями потребления энергии;

6. Мотивацией промышленных и иных потребителей работать в часы дневных и ночных провалов нагрузки.

5. Найдите все правильные утверждения:

1. Коэффициент неравномерности зависит от среднего значения потребления за сутки;
2. Коэффициент неравномерности зависит от максимального и минимального значения потребления за сутки;
3. Коэффициент заполнения зависит от среднего и максимального значения потребления за сутки;
4. Коэффициент заполнения зависит от минимального и максимального значения потребления за сутки;
5. Коэффициент заполнения зависит от минимального и среднего значения потребления за сутки;

6. Проблема несбалансированных избытков мощности в российских энергосистемах сегодня может быть решена посредством (укажите все неправильные варианты):

1. Строительства ГАЭС,
2. Строительства маневренных газотурбинных и парогазовых установок,
3. Привлечения к участию в суточном регулировании действующей тепловой и атомной генерации,
4. Использования других аккумулирующих устройств в качестве источника регулировочной мощности .
5. Увеличения пропускной способности ЛЭП соединяющих смежные энергосистемы;
6. Привлечения к участию в суточном регулировании действующей атомной генерации.

7. Найдите все неправильные утверждения:

1. Время пуска и набора номинальной мощности (из холодного состояния) ТЭЦ более 12 часов.
2. Время пуска и набора номинальной мощности (из холодного состояния) ГТУ (газотурбинной установки) более 1 часа.
3. Время пуска и набора номинальной мощности (из холодного состояния) ГАЭС (газотурбинной установки) не более 10 минут.
4. Время пуска и набора номинальной мощности (из холодного состояния) АЭС несколько дней.
5. Время пуска и набора номинальной мощности (из холодного состояния) ПГУ-КЭС не более 1 часа. ч

8. Какие накопители в настоящее время энергии могут использоваться для накопления энергии (несколько ГВт ч) для регулирования ЕЭС

1. Альтернатив ГАЭС не существует;
2. ГАЭС и пневматические накопители;
3. ГАЭС и механические накопители;
4. ГАЭС и тепловые накопители;
5. ГАЭС, водородные топливные элементы, емкостные и индуктивные накопители.

9. Выберите из списка достоинства, не относящиеся к электромеханическим накопителям энергии

1. Долговечность (≈ 20 лет);
2. Не требуется периодического обслуживания;
3. Самая высокая удельная мощность из всех типов накопителей энергии;
4. КПД $\approx 95\%$;
5. Высокая удельная плотность запасённой энергии;
6. Возможность быстрой передачи или быстрого приёма большой мощности;
7. Отсутствие влияния циклов заряда-разрядов на срок эксплуатации,
8. Длительный срок эксплуатации махового колеса;
9. Масштабируемость;
10. Экологичность и умеренное воздействие на окружающую среду.

11. Для устойчивого вращения махового колеса не нужны: специальные механизмы самоконтроля, системы торможения и тщательная балансировка;
12. Маховые колеса невосприимчивы к сотрясениям и поворотам в плоскостях, отличных от плоскости вращения
10. **Найдите неверное утверждение из перечня. ГАЭС позволяет обеспечить энергоэффективность в части**
1. Увеличение КИУМ АЭС и ГЭС;
 2. Возможности отключения ТЭС в часы провалов графика нагрузки ЭС;
 3. Улучшения удельных показателей расхода топлива ТЭС;
 4. Снижения величины перетоков мощности по транзитным ЛЭП и потерь в сетях;
 5. снижения потерь за счет компенсации реактивной мощности (режим СК)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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