

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.19</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>8 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 121,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> Доклад Тестирование Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Дорошин А.Н.
	Идентификатор	R97f450a3-DoroshinAN-5a7f6fea

(подпись)

А.Н. Дорошин

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c6ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

(подпись)

А.Г. Васьков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение типов накопителей энергии и методов их использования в системах централизованного и децентрализованного энергоснабжения.

### 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 помощью накопителей в России и за рубежом.;
- Изучение основных типов накопителей энергии, принципа их работы, основных технических характеристик и области их применения.;
- Ознакомление обучающихся с методиками выбора оптимальных параметров НЭ для заданных систем энергоснабжения.;
- Изучение режимов работы НЭ и оценка эффективности их использования 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-4 Способен принимать участие в проектировании объектов гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии	ИД-4 <sub>ПК-4</sub> Умеет выполнять расчёты основных технических показателей элементов электростанций на основе ВИЭ	знать: - Назначение и классификацию накопителей энергии; - Основные источники научно-технической информации по проектированию, установке и эксплуатации различных типов накопителей энергии..  уметь: - Анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по использованию накопителей.;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основные виды генерирующих установок на основе ВИЭ и принцип их действия.
- знать Основное и вспомогательное оборудования электростанций работающих на основе ВИЭ.
- уметь Моделировать график нагрузки потребителей
- уметь Пользоваться метеорологическими базами данных таких как NASA, Meteonorm и др.
- уметь Определять объем выработки электроэнергии на установках работающих на основе ВИЭ.

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 5 зачетных единиц, 180 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	Основные виды накопителей энергии	16	8	3	-	2	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные виды накопителей энергии."</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основные виды накопителей энергии. и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основные виды накопителей энергии." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные виды накопителей энергии."</p> <p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Виды</p>
1.1	Основные виды накопителей энергии	16		3	-	2	-	-	-	-	-	-	11	

													накопителей энергии, которые применяются совместно с ВИЭ. 2. Основные виды литий-ионных накопителей. 3. Накопитель кинетической энергии. 4. Гравитационный накопитель энергии. 5. Виды электрохимических накопителей энергии. 6. Суперконденсаторы. Области применения. 7. Виды топливных элементов. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 1-150
2	Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности.	19	4	4	-	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности." <b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование: <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности." <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности". Студенты необходимо повторить
2.1	Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности.	19	4	4	-	-	-	-	-	-	11	-	

													теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: 1. Выбор накопителя и расчет его параметров для энергообеспечения потребителя.
3	Электрохимические накопители энергии	21	4	6	-	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Электрохимические накопители энергии". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электрохимические накопители энергии" <b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование: <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Электрохимические накопители энергии" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Электрохимические накопители энергии и подготовка к контрольной работе
3.1	Электрохимические накопители энергии	21	4	6	-	-	-	-	-	-	11	-	

															<p><b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Электрохимические накопители энергии" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Электрохимические накопители энергии" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



														<p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><b><u>Проведение исследований:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяются следующие материалы:</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Электрохимические накопители энергии"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 100-112</p>
4	Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители	18	3	-	4	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители. Линейные накопители энергии."</p>	
4.1	Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители	18	3	-	4	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители. Линейные накопители энергии." материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Электрические накопители энергии.</p>	

													Емкостные и электромагнитные накопители. Линейные накопители энергии. и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители. Линейные накопители энергии." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители. Линейные накопители энергии."
5	Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители)	15	4	-	-	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители)" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители) и подготовка к контрольной работе
5.1	Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители)	15	4	-	-	-	-	-	-	-	11	-	Изучение материалов по разделу Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители) и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители)" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители)"
6	Накопители кинетической энергии	22	3	4	4	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Накопители кинетической энергии"
6.1	Накопители кинетической энергии	22	3	4	4	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для

													<p>выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Накопители кинетической энергии" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Накопители кинетической энергии и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Накопители кинетической энергии" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Накопители кинетической энергии"</p>
7	Накопители на основе водорода.	18	3	-	4	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Накопители на основе водорода. и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Накопители на основе водорода." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Накопители на основе водорода."</p>
7.1	Водородные топливные элементы	18	3	-	4	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Накопители на основе водорода." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Накопители на основе водорода."</p>
8	Накопители тепловой энергии	15	4	-	-	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Накопители тепловой энергии"</p>
8.1	Накопители тепловой	15	4	-	-	-	-	-	-	-	11	-	<p>"Накопители тепловой энергии"</p>

	энергии													<u><b>Подготовка к аудиторным занятиям:</b></u> Проработка лекции <u><b>Подготовка к контрольной работе:</b></u> Изучение материалов по разделу Накопители тепловой энергии и подготовка к контрольной работе <u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u> Изучение материала по разделу "Накопители тепловой энергии" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Накопители тепловой энергии"
	Экзамен	36.00		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.50	
	Всего за семестр	180.00		28	14	14	-	2	-	-	0.5	88	33.50	
	Итого за семестр	180.00		28	14	14		2		-	0.5		121.50	

**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. Основные виды накопителей энергии

#### 1.1. Основные виды накопителей энергии

Классификация накопителей энергии. Физические основы их работы. Дается основная классификация всех накопителей энергии в зависимости от вида накапливаемой энергии. Приводятся базовые формулы принципа их действия. Основные виды накопителей энергии. Основные области их применения. Обоснование, почему накопитель того или иного типа целесообразно применять в тех или иных условиях. Рассматриваются возможные режимы работы накопителей. Другие виды накопителей энергии.

### 2. Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности.

2.1. Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности.

Основные понятия об электроэнергетических системах (ЭЭС). Определение, что такое ЭЭС; Приводятся основные виды ЭЭС. Обоснование применения НЭ в электроэнергетических системах. Режимы работы накопителей энергии в ЭЭС. Режимные параметры НЭ. Системные требования к НЭ. Методы определения режимных параметров НЭ. Выбор оптимальных параметров накопителя энергии. Экономическая эффективность функционирования НЭ. Повышение надежности электроснабжения. Перспективы дальнейшего развития в области накопителей электроэнергии..

### 3. Электрохимические накопители энергии

#### 3.1. Электрохимические накопители энергии

Основные понятия и определения. Существующие типы ЭХНЭ. Параметры и характеристики химических источников тока (ХИТ). Первичные и вторичные химические источники тока. Основные виды ХИТ. Конструктивные особенности химических источников тока. Эксплуатация аккумуляторных батарей (АКБ). Основные характеристики аккумуляторов, области применения и особенности эксплуатации.

### 4. Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители

#### 4.1. Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители

Сверхпроводниковые индуктивные накопители энергии (СПИН). Основные конструктивные элементы СПИН. Принцип работы СПИН. Основные расчетные формулы. Емкостные накопители энергии. Суперконденсаторы. Виды суперконденсаторов. Основные виды емкостных накопителей. Конструктивные особенности суперконденсаторов. Основные характеристики суперконденсаторов, области применения и особенности эксплуатации.

### 5. Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители)

#### 5.1. Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители)

Принцип работы и основные конструктивные особенности инерционных накопителей. Принцип работы инерционных накопителей. Основные конструктивные особенности инерционных накопителей. Схемы использования пневматических НЭ. Гидравлическое аккумулирование энергии. Примеры технических решений. Гравитационные НЭ. Область применения..

## 6. Накопители кинетической энергии

### 6.1. Накопители кинетической энергии

Маховики. Принцип действия маховика. Конструктивные особенности накопителей на основе маховика. Эксплуатация маховиков. Основные характеристики маховиков. Области применения маховиков. Супермаховики. Особенности конструкции супермаховиков. Основные преимущества и недостатки по сравнению с классическими маховиками. Маховики с применением технологий сверхпроводимости. Схема реализации технологии сверхпроводимости для маховиков. Особенности эксплуатации. Основные преимущества и недостатки технологии.

## 7. Накопители на основе водорода.

### 7.1. Водородные топливные элементы

Основные понятия и определения. Конструктивные особенности топливных элементов. Основные виды топливных элементов. Параметры и характеристики водородных топливных элементов. Способы хранения водорода. Хранение водорода в газообразном виде под давлением. Надземное и подземное хранение водорода. Хранение водорода в сжиженном виде. Хранение водорода в гидридах металлов. Электролитический способ получения водорода. Аллюмоводороды. Другие способы получения водорода.

## 8. Накопители тепловой энергии

### 8.1. Накопители тепловой энергии

Характеристики и свойства теплоаккумулирующих материалов. Схемы использования тепловых НЭ. Конструктивные особенности тепловых НЭ..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Технико-экономическая оценка эффективности использования НЭ.;
2. Расчет параметров емкостных, индуктивных, тепловых, инерционных накопителей, пневматических и гравитационных накопителей.;
3. Электрохимические накопители энергии.;
4. Топливные элементы и электрохимические установки на их основе.;
5. Выбор НЭ и расчет его параметров для систем электроснабжения на основе ВИЭ..

## **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Накопители тепловой энергии.;
2. Накопители потенциальной энергии.;
3. Накопители кинетической энергии.;
4. Водородная энергетика. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки.;
5. Емкостные и электромагнитные накопители.;
6. Электрохимические накопители энергии..

## **3.5 Консультации**

### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные виды накопителей энергии."

2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Электрохимические накопители энергии"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители. Линейные накопители энергии."
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители)"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Накопители кинетической энергии"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Накопители на основе водорода."
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Накопители тепловой энергии"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные виды накопителей энергии."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности."
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Электрохимические накопители энергии"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители. Линейные накопители энергии."
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители)"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Накопители кинетической энергии"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Накопители на основе водорода."
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Накопители тепловой энергии"

### **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		
<b>Знать:</b>											
Основные источники научно-технической информации по проектированию, установке и эксплуатации различных типов накопителей энергии.	ИД-4ПК-4	+	+								Доклад/КМ1 доклад
Назначение и классификацию накопителей энергии	ИД-4ПК-4			+	+						Тестирование/Тест1 "Накопители энергии"
<b>Уметь:</b>											
Производить выбор и обоснование накопителей энергии для ВИЭ.	ИД-4ПК-4								+	+	Контрольная работа/КР2 "эксплуатация накопителей энергии"
Анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по использованию накопителей.	ИД-4ПК-4					+	+				Контрольная работа/КР1 "Расчет накопителей энергии"



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

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. КМ1 доклад (Доклад)

Форма реализации: Письменная работа

1. КР1 "Расчет накопителей энергии" (Контрольная работа)
2. КР2 "эксплуатация накопителей энергии" (Контрольная работа)
3. Тест1 "Накопители энергии" (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №8)*

Оценка выставляется на основании результата экзамена

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Астахов, Ю. Н. Накопители энергии в электрических системах : Учебное пособие для электроэнергетических специальностей вузов / Ю. Н. Астахов, В. А. Веников, А. Г. Тер-Газарян . – М. : Высшая школа, 1989 . – 159 с.;
2. А. П. Окатов- "Химические источники тока", Издательство: "Государственное научно-техническое издательство химической литературы", Ленинград, Москва, 1948 - (345 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213958>.

##### **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. Компас 3D.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>

**6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-204, Учебная лаборатория "Возобновляемые источники энергии"	стол учебный, стул, трибуна, шкаф для документов, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, лабораторный стенд, ноутбук, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-204, Учебная лаборатория "Возобновляемые источники энергии"	стол учебный, стул, трибуна, шкаф для документов, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, лабораторный стенд, ноутбук, кондиционер
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 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

## Накопители энергии

(название дисциплины)

## 8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ1 доклад (Доклад)

КМ-2 Тест1 "Накопители энергии" (Тестирование)

КМ-3 КР1 "Расчет накопителей энергии" (Контрольная работа)

КМ-4 КР2 "эксплуатация накопителей энергии" (Контрольная работа)

## Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Основные виды накопителей энергии					
1.1	Основные виды накопителей энергии		+			
2	Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности.					
2.1	Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности.		+			
3	Электрохимические накопители энергии					
3.1	Электрохимические накопители энергии			+		
4	Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители					
4.1	Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители			+		
5	Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители)					
5.1	Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители)				+	
6	Накопители кинетической энергии					
6.1	Накопители кинетической энергии				+	
7	Накопители на основе водорода.					
7.1	Водородные топливные элементы					+

8	Накопители тепловой энергии				
8.1	Накопители тепловой энергии				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25