

**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

**Оценочные материалы
по дисциплине
Основное энергетическое и вспомогательное оборудование
электростанций на основе возобновляемых источников энергии**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шуркалов П.С.
	Идентификатор	R8cc5752e-ShurkalovPS-7e7133e8

(подпись)

П.С.
Шуркалов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень,
ученое звание)

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

(подпись)

А.Г. Васьков

(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)

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. ПК-4 Способен принимать участие в проектировании объектов гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии

ИД-4 Умеет выполнять расчёты основных технических показателей элементов электростанций на основе ВИЭ

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выполнение задания

1. Аэромеханика ветроколеса (Лабораторная работа)
2. Силовая электроника СЭС (Лабораторная работа)
3. Энергетические характеристики солнечных элементов (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Генераторы ВЭС (Домашнее задание)
2. Гидротурбины и гидрогенераторы (Домашнее задание)
3. Обоснование основных расчетных параметров энергетического оборудования солнечных фотоэлектрических станций (Домашнее задание)
4. Основное и вспомогательное оборудование ГЭС (Тестирование)
5. Оценка выработки энергии МГЭС (Домашнее задание)
6. Расчёт выработки энергии ВЭУ (Домашнее задание)
7. Технологии производства солнечных элементов (Домашнее задание)
8. Энергетические характеристики ветроколеса (Тестирование)
9. Энергетические характеристики основного оборудования МГЭС (Тестирование)

БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %												
	Индекс КМ:	КМ -1	КМ -2	КМ -3	КМ -4	КМ -5	КМ -6	КМ -7	КМ -8	КМ -9	КМ -10	КМ -11	КМ -12
	Срок КМ:	3	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
Фотоэлектрические преобразователи													
Физика фотоэлектрических преобразователей				+									
Технологии производства солнечных				+									

элементов													
Энергетические характеристики солнечных модулей	+	+											
Полупроводниковые преобразователи			+										
Основы проектирования СЭС				+									
Вспомогательное оборудование солнечных электростанций			+										
Основное оборудование ВЭУ													
Классификация и принципы работы ВЭУ					+								
Аэродинамика рабочего колеса ВЭУ. Энергетические характеристики ВЭУ. Регулирование мощности ВЭУ						+							
Электрическая часть ВЭУ							+						
Выбор модели ВЭУ								+					
Расчет мощности ВЭУ									+				
Основное оборудование малых ГЭС													
Классификация МГЭС											+		
Основное оборудование МГЭС									+	+			+
Вспомогательное оборудование МГЭС.										+			+
Вес КМ:	5	10	10	10	5	10	6	10	7	10	7	10	

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4

	Срок КМ:	1	8	12	16
Основное и вспомогательное оборудование СЭС		+	+		
Основное и вспомогательное оборудование ВЭС		+		+	
Основное и вспомогательное оборудование МГЭС		+			+
	Вес КМ:	1	33	33	33

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
ПК-4	ИД-4ПК-4 Умеет выполнять расчёты основных технических показателей элементов электростанций на основе ВИЭ	Знать: основное энергетическое оборудование ветроэлектрических станций основное энергетическое и вспомогательное оборудование солнечных фотоэлектрических станций энергетические характеристики основного энергетического оборудования солнечных фотоэлектрических станций энергетические характеристики основного энергетического оборудования ветроэлектрических станций основное энергетическое и вспомогательное оборудование малых	Технологии производства солнечных элементов (Домашнее задание) Энергетические характеристики солнечных элементов (Лабораторная работа) Силовая электроника СЭС (Лабораторная работа) Обоснование основных расчетных параметров энергетического оборудования солнечных фотоэлектрических станций (Домашнее задание) Энергетические характеристики ветроколеса (Тестирование) Аэромеханика ветроколеса (Лабораторная работа) Генераторы ВЭС (Домашнее задание) Расчёт выработки энергии ВЭУ (Домашнее задание) Энергетические характеристики основного оборудования МГЭС (Тестирование) Гидротурбины и гидрогенераторы (Домашнее задание) Основное и вспомогательное оборудование ГЭС (Тестирование) Оценка выработки энергии МГЭС (Домашнее задание)

		<p>гидроэлектростанций энергетические характеристики основного энергетического оборудования малых гидроэлектростанций Уметь: выполнять обоснование основных расчетных параметров энергетического оборудования электростанций с учётом требований к назначению и условиям его эксплуатации солнечных фотоэлектрических станций проводить расчеты основных энергетических характеристик ветроэлектрических станций выполнять обоснование основных расчетных параметров энергетического оборудования электростанций с учётом требований к назначению и условиям его эксплуатации ветроэлектрических</p>	
--	--	--	--

		<p>станций проводить расчеты основных энергетических характеристик малых гидроэлектростанций проводить расчеты основных энергетических характеристик солнечных фотоэлектрических станций выполнять обоснование основных расчетных параметров энергетического оборудования электростанций с учётом требований к назначению и условиям его эксплуатации малых гидроэлектростанций</p>	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Технологии производства солнечных элементов

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 5

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполните расчёты

Краткое содержание задания:

Выполните сравнение энергетических показателей СМ, произведённых по разным технологиям

Контрольные вопросы/задания:

Знать: энергетические характеристики основного энергетического оборудования солнечных фотоэлектрических станций	1.Оцените энергетическую эффективность заданных массивов СМ
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-2. Энергетические характеристики солнечных элементов

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проведите лабораторное исследование

Краткое содержание задания:

Проведите лабораторное исследование энергетических характеристик солнечных модулей

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: проводить расчеты основных энергетических характеристик солнечных фотоэлектрических станций	1.Проведите расчёты влияния на энергетические характеристики СМ внешних факторов
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-3. Силовая электроника СЭС

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проанализируйте режимы работы полупроводниковых преобразователей

Краткое содержание задания:

Проанализируйте режимы работы полупроводниковых преобразователей

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основное энергетическое и вспомогательное оборудование солнечных фотоэлектрических станций	1. Особенности функционирования полупроводниковых преобразователей
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-4. Обоснование основных расчетных параметров энергетического оборудования солнечных фотоэлектрических станций

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполните обоснование основных расчетных параметров энергетического оборудования электростанций с учётом требований к назначению и условиям его эксплуатации солнечных фотоэлектрических станций

Краткое содержание задания:

Выполните обоснование основных расчетных параметров энергетического оборудования электростанций с учётом требований к назначению и условиям его эксплуатации солнечных фотоэлектрических станций

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выполнять обоснование основных расчетных параметров энергетического оборудования электростанций с учётом требований к назначению и условиям его эксплуатации солнечных фотоэлектрических станций	1. Обоснуйте основные расчетные параметры энергетического оборудования электростанций с учётом требований к назначению и условиям его эксплуатации солнечных фотоэлектрических станций
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания:

КМ-5. Энергетические характеристики ветроколеса

Формы реализации: Компьютерное задание
Тип контрольного мероприятия: Тестирование
Вес контрольного мероприятия в БРС: 5
Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование

Краткое содержание задания:

Ответьте на вопросы теста

Контрольные вопросы/задания:

Знать: энергетические характеристики основного энергетического оборудования ветроэлектрических станций	1. Энергетические характеристики ветроколеса, их особенности и влияние на них внешних факторов
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено
Описание характеристики выполнения знания:
Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания:

КМ-6. Аэромеханика ветроколеса

Формы реализации: Выполнение задания
Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 10
Процедура проведения контрольного мероприятия: Экспериментальное исследование

Краткое содержание задания:

Выполните лабораторное исследование

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: проводить расчеты основных энергетических характеристик ветроэлектрических станций	1. Выполните расчёты влияния формы лопасти на эффективность ветроколеса
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено
Описание характеристики выполнения знания:
Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания:

КМ-7. Генераторы ВЭС

Формы реализации: Компьютерное задание
Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 6

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование

Краткое содержание задания:

Выполните анализ по результатам лабораторной работы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основное энергетическое оборудование ветроэлектрических станций	1. Особенности работы оборудования ВЭС в разных условиях
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-8. Расчёт выработки энергии ВЭУ

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполните расчёты

Краткое содержание задания:

Выполните расчёты

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выполнять обоснование основных расчетных параметров энергетического оборудования электростанций с учётом требований к назначению и условиям его эксплуатации ветроэлектрических станций	1. Выполните оценку выработки электроэнергии одиночной ВЭУ
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-9. Энергетические характеристики основного оборудования МГЭС

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 7

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование

Краткое содержание задания:

Пройдите тестирование

Контрольные вопросы/задания:

Знать: энергетические характеристики основного энергетического оборудования малых гидроэлектростанций	1. Назовите основные энергетические характеристики гидротурбинного оборудования
---	---

Описание шкалы оценивания:*Оценка: зачтено**Описание характеристики выполнения знания:**Оценка: не зачтено**Описание характеристики выполнения знания:***КМ-10. Гидротурбины и гидрогенераторы****Формы реализации:** Компьютерное задание**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполните расчёты энергетических характеристик МГЭС**Краткое содержание задания:**

Выполните расчёты энергетических характеристик МГЭС

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: проводить расчёты основных энергетических характеристик малых гидроэлектростанций	1. Выполните расчёты энергетических характеристик МГЭС в заданных условиях
--	--

Описание шкалы оценивания:*Оценка: зачтено**Описание характеристики выполнения знания:**Оценка: не зачтено**Описание характеристики выполнения знания:***КМ-11. Основное и вспомогательное оборудование ГЭС****Формы реализации:** Компьютерное задание**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 7**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Пройдите тестирование**Краткое содержание задания:**

Пройдите тестирование

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основное энергетическое и вспомогательное оборудование малых гидроэлектростанций	1. Принципы работы основного и вспомогательного оборудования МГЭС
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-12. Оценка выработки энергии МГЭС

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Оценка выработки энергии МГЭС

Краткое содержание задания:

Проведите оценку выработки энергии МГЭС

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выполнять обоснование основных расчетных параметров энергетического оборудования электростанций с учётом требований к назначению и условиям его эксплуатации малых гидроэлектростанций	1.Проведите оценку выработки энергии МГЭС
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-4} Умеет выполнять расчёты основных технических показателей элементов электростанций на основе ВИЭ

Вопросы, задания

1.1 Физика фотоэлектрических преобразователей

1 Модель строения атома по Бору Зонная модель полупроводника Перенос заряда в полупроводниках Легирование полупроводников p-n переход Взаимодействие света и полупроводников

2.2 Технологии производства солнечных элементов

1 Получение поликристаллического кремния Монокристаллический кремний Мультикристаллический кремний Производство солнечных элементов и сборка солнечных модулей Альтернативные технологии производства фотоэлектрических преобразователей

3.3 Энергетические характеристики солнечных модулей

1 Энергетические характеристики солнечных модулей Эффекты от затенения Влияние внешних факторов на ВАХ Подключение солнечных модулей

4.4 Полупроводниковые преобразователи

1 Сопряжение СФЭУ и нагрузки Отслеживание точки максимальной мощности Концепции СЭС Инверторное оборудование Эффективность работы СЭС

5.5 Основы проектирования СЭС

1 Способы оценки затенения массивов ФЭП Программные продукты для обоснования параметров СЭС Особенности реализации проектов СЭС на разных рынках Оценка экономических параметров проекта СЭС

6.6 Вспомогательное оборудование солнечных электростанций

1 Эффективность работы СЭС Мониторинг параметров СЭС Системы слежения за Солнцем

7.1 Классификация и принципы работы ВЭУ

1 Ветряные мельницы. Электроэнергия из ветра - первый опыт Основные принципы преобразования энергии ветра Основы теории ветроколеса

8.2 Аэродинамика рабочего колеса ВЭУ. Энергетические характеристики ВЭУ.

Регулирование мощности ВЭУ

1 Аэромеханика реального ветроколеса Оптимальные режимы работы ветроколеса Регулирование мощности ВЭУ Энергетические характеристики ВЭУ

9.3 Электрическая часть ВЭУ

1 Особенности синхронных и асинхронных генераторов ВЭУ с постоянной скоростью вращения ВЭУ с переменной скоростью вращения Генераторы с регулируемой скоростью и инвертором Электрическая часть ВЭУ

10.4 Выбор модели ВЭУ

1 Единичная номинальная мощность ВЭУ Класс ВЭУ в соответствии с МЭК 61400-1 (или для малых МЭК 61400-2) Климатическое исполнение в соответствии с ГОСТ Р 51991-2002

11.6 Расчет мощности ВЭУ

1 Расчет мощности ВЭУ

12.1 Классификация МГЭС

1 Понятие малой ГЭС. Достоинства малых ГЭС. Малая гидроэнергетика в России. Классификация малых ГЭС. Энергия водного потока.

13.2 Основное оборудование МГЭС

1 Энергия водного потока. Определение напора, расхода, мощности и выработки энергии МГЭС. Основное оборудование МГЭС: Типы гидроколес и турбин, энергетические характеристики

14.3 Вспомогательное оборудование МГЭС.

1 Система автоматического регулирования турбины Масляное хозяйство Пневматическое хозяйство Система технического водоснабжения Системы откачки воды

Материалы для проверки остаточных знаний

1.1 Фотоэлектрические преобразователи 1 Физика фотоэлектрических преобразователей

1 Модель строения атома по Бору Зонная модель полупроводника Перенос заряда в полупроводниках Легирование полупроводников p-n переход Взаимодействие света и полупроводников

2 Технологии производства солнечных элементов

1 Получение поликристаллического кремния Монокристаллический кремний Мультикристаллический кремний Производство солнечных элементов и сборка солнечных модулей Альтернативные технологии производства фотоэлектрических преобразователей

3 Энергетические характеристики солнечных модулей

1 Энергетические характеристики солнечных модулей Эффекты от затенения Влияние внешних факторов на ВАХ Подключение солнечных модулей

4 Полупроводниковые преобразователи

1 Сопряжение СФЭУ и нагрузки Отслеживание точки максимальной мощности Концепции СЭС Инверторное оборудование Эффективность работы СЭС

5 Основы проектирования СЭС

1 Способы оценки затенения массивов ФЭП Программные продукты для обоснования параметров СЭС Особенности реализации проектов СЭС на разных рынках Оценка экономических параметров проекта СЭС

6 Вспомогательное оборудование солнечных электростанций

1 Эффективность работы СЭС Мониторинг параметров СЭС Системы слежения за Солнцем

2 Основное оборудование ВЭУ 1 Классификация и принципы работы ВЭУ

1 Ветряные мельницы. Электроэнергия из ветра - первый опыт Основные принципы преобразования энергии ветра Основы теории ветроколеса

2 Аэродинамика рабочего колеса ВЭУ. Энергетические характеристики ВЭУ. Регулирование мощности ВЭУ

1 Аэромеханика реального ветроколеса Оптимальные режимы работы ветроколеса Регулирование мощности ВЭУ Энергетические характеристики ВЭУ

3 Электрическая часть ВЭУ

1 Особенности синхронных и асинхронных генераторов ВЭУ с постоянной скоростью вращения ВЭУ с переменной скоростью вращения Генераторы с регулируемой скоростью и инвертором Электрическая часть ВЭУ

4 Выбор модели ВЭУ

1 Единичная номинальная мощность ВЭУ Класс ВЭУ в соответствии с МЭК 61400-1 (или для малых МЭК 61400-2) Климатическое исполнение в соответствии с ГОСТ Р 51991-2002

6 Расчет мощности ВЭУ

1 Расчет мощности ВЭУ

- 3 Основное оборудование малых ГЭС 1 Классификация МГЭС
- 1 Понятие малой ГЭС. Достоинства малых ГЭС. Малая гидроэнергетика в России. Классификация малых ГЭС. Энергия водного потока.
- 2 Основное оборудование МГЭС
- 1 Энергия водного потока. Определение напора, расхода, мощности и выработки энергии МГЭС. Основное оборудование МГЭС: Типы гидроколес и турбин, энергетические характеристики
- 3 Вспомогательное оборудование МГЭС.
- 1 Система автоматического регулирования турбины Масляное хозяйство Пневматическое хозяйство Система технического водоснабжения Системы откачки воды

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Для курсового проекта/работы:

7 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

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

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

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу