

**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: Управление режимами работы электроэнергетических систем

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Интеграция возобновляемых источников энергии в
электроэнергетические системы**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Булатов Р.В.
	Идентификатор	R074defc4-BulatovRV-2333f5a4

Р.В. Булатов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Насыров Р.Р.
	Идентификатор	R48fa5e5e-NasyrovRR-34f285d8

Р.Р.
Насыров

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905b6

Ю.В. Шаров

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-1 Способен участвовать в процессе проектирования и управления субъектами электроэнергетики и объектами электросетевого хозяйства

ИД-4 Управляет электроэнергетическими режимами работы энергосистемы.

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Возобновляемые источники энергии: современное состояние, нормативно-техническое обеспечение и моделирование (Контрольная работа)

2. Проблемы интеграции ВИЭ в электроэнергетические системы. Применение систем накопления электроэнергии для интеграции ВИЭ. (Контрольная работа)

3. Системы автоматического управления силовых преобразователей объектов ВИЭ (Контрольная работа)

4. Устройство силовых преобразователей объектов ВИЭ (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Возобновляемые источники энергии: современное состояние, нормативно-техническое обеспечение и моделирование (Контрольная работа)

КМ-2 Проблемы интеграции ВИЭ в электроэнергетические системы. Применение систем накопления электроэнергии для интеграции ВИЭ. (Контрольная работа)

КМ-3 Устройство силовых преобразователей объектов ВИЭ (Контрольная работа)

КМ-4 Системы автоматического управления силовых преобразователей объектов ВИЭ (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	16
Принципы работы генерации на базе возобновляемых источников энергии и ее характеристики					
Принципы работы генерации на базе возобновляемых источников энергии и ее характеристики		+			

Проблемы интеграции генерации на базе ВИЭ в электроэнергетические системы				
Проблемы интеграции генерации на базе ВИЭ в электроэнергетические системы		+		
Особенности режимов электроэнергетических систем, содержащих генерацию на базе ВИЭ				
Особенности режимов электроэнергетических систем, содержащих генерацию на базе ВИЭ				+
Организационные и технические мероприятия, направленные на снижение variability электростанций на базе возобновляемых источников энергии				
Организационные и технические мероприятия, направленные на снижение variability электростанций на базе возобновляемых источников энергии			+	
Вес КМ:	15	15	35	35

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-1	ИД-4 _{ПК-1} Управляет электроэнергетическими режимами работы энергосистемы.	Знать: принципы работы и основные характеристики генерации на базе возобновляемой источников энергии пути решения проблем интеграции возобновляемых источников энергии в электроэнергетические системы Уметь: оценивать эффективность технических средств применяемых для возможности управления режимами работы генерации на базе ВИЭ обрабатывать данные для анализа электроэнергетических режимов при интеграции генерации на базе возобновляемых	КМ-1 Возобновляемые источники энергии: современное состояние, нормативно-техническое обеспечение и моделирование (Контрольная работа) КМ-2 Проблемы интеграции ВИЭ в электроэнергетические системы. Применение систем накопления электроэнергии для интеграции ВИЭ. (Контрольная работа) КМ-3 Устройство силовых преобразователей объектов ВИЭ (Контрольная работа) КМ-4 Системы автоматического управления силовых преобразователей объектов ВИЭ (Контрольная работа)

		источников энергии	
--	--	--------------------	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Возобновляемые источники энергии: современное состояние, нормативно-техническое обеспечение и моделирование

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждому студенту раздаётся индивидуальный вариант задания на выполнение контрольной работы.

Краткое содержание задания:

Проведение тестирования для проверки полученных знаний по дисциплине на текущий период обучения

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: принципы работы и основные характеристики генерации на базе возобновляемых источников энергии	1. КПД солнечной электростанции достигает 2. От чего зависит точность прогнозирования данных о первичных источниках энергии (солнечная радиация, ветровое давление)?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 70

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. Проблемы интеграции ВИЭ в электроэнергетические системы.

Применение систем накопления электроэнергии для интеграции ВИЭ.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждому студенту раздаётся индивидуальный вариант задания на выполнение контрольной работы.

Краткое содержание задания:

Проведение тестирования для проверки полученных знаний по дисциплине на текущий период обучения

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: пути решения проблем интеграции возобновляемых источников энергии в электроэнергетические системы	1. ВЭУ какого типа подключается к ЭЭС через преобразовательные устройства? 2. Как изменится напряжение в узлах распределительной электрической сети при минимальной солнечной радиации и максимальной нагрузке потребителей?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 70

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. Устройство силовых преобразователей объектов ВИЭ

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждому студенту раздаётся индивидуальный вариант задания на выполнение контрольной работы.

Краткое содержание задания:

Решить задачу с приведением подробного решения

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: оценивать эффективность технических средств применяемых для возможности управления режимами работы генерации на базе ВИЭ	1. Определить коэффициент модуляции для ШИМ с треугольным несущим сигналом. 2. Определить коэффициент модуляции для ШИМ с треугольным пилообразным

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	сигналом.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 70

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. Системы автоматического управления силовых преобразователей объектов ВИЭ

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждому студенту раздаётся индивидуальный вариант задания на выполнение контрольной работы.

Краткое содержание задания:

Решить задачу с приведением подробного решения

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: обрабатывать данные для анализа электроэнергетических режимов при интеграции генерации на базе возобновляемых источников энергии	1.Определить коэффициенты регулятора виртуальной синхронной машины в составе ЭС на базе ВИЭ 2.Определить зоны устойчивости регулятора силового преобразовательного устройства с помощью метода D-разбиения в области трех настроечных коэффициентов

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 70

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

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

МЭИ	БИЛЕТ № 1 Кафедра ЭЭС	<i>Утверждаю Зав. кафедрой</i>
	Дисциплина Интеграция возобновляемых источников энергии в электроэнергетические системы	
	ИЭЭ	
1. Описание принципа работы солнечной электростанции 2. Выбор настроечных коэффициентов виртуальной синхронной машины.		

Процедура проведения

Проводится в письменной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на выполнение экзаменационного задания и подготовку ответа – 60 минут

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-4ПК-1 Управляет электроэнергетическими режимами работы энергосистемы.

Вопросы, задания

1. Учет генерации на базе ВИЭ при моделировании режимов ЭЭС.
2. Расчетные модели генерации на базе ВИЭ: солнечные электростанции
3. Расчетные модели генерации на базе ВИЭ: ветроэлектростанции.
4. Особенности подключения генерации на базе ВИЭ в ЭЭС.
5. Системы генерации, применяемые на ветроэлектроустановках
6. Системы накопления электроэнергии: область применения, функции, классификация
7. Система виртуальной инерции: область применения, назначение, классификация
8. Нормативно-техническая документация, регламентирующая работу возобновляемой генерации и ее участие при управлении режимами работы электроэнергетических систем
9. Описание принципа работы электростанций на базе ВИЭ: солнечные электростанции, ветроэлектростанции
10. LVRT характеристика. Назначение. Область применения

Материалы для проверки остаточных знаний

1. ВЭУ I типа подключаются к сети

Ответы:

1. 1) напрямую

2. 2) через повышающий трансформатор
- 3) через силовой преобразователь
3. 4) частично через преобразователь, частично напрямую в сеть

Верный ответ: 1), 2)

2. ВЭУ II типа подключаются к сети

Ответы:

1. 1) напрямую
2. 2) через повышающий трансформатор
- 3) через силовой преобразователь
3. 4) частично через преобразователь, частично напрямую в сеть

Верный ответ: 1), 2)

3. ВЭУ III типа подключаются к сети

Ответы:

1. 1) напрямую
2. 2) через повышающий трансформатор
- 3) через силовой преобразователь
3. 4) частично через преобразователь, частично напрямую в сеть

Верный ответ: 4)

4. ВЭУ IV типа подключаются к сети

Ответы:

1. 1) напрямую
2. 2) через повышающий трансформатор
- 3) через силовой преобразователь
3. 4) частично через преобразователь, частично напрямую в сеть

Верный ответ: 3)

5. Наиболее широко распространённый тип накопителя энергии

Ответы:

1. 1) электрохимический
2. 2) электрический
3. 3) механический
4. 4) топливный элемент
5. 5) накопители сжатого воздуха
6. 6) суперконденсаторы

Верный ответ: 1)

6. Система виртуальной инерции придает генерации на базе ВИЭ свойства

Ответы:

1. 1) асинхронного генератора
2. 2) генератора постоянного тока
3. 3) синхронного генератора
4. 4) асинхронизированного генератора

Верный ответ: 3)

7. Увеличение доли генерации на базе ВИЭ в составе ЭЭС приводит к

Ответы:

1. 1) ухудшению динамической устойчивости системы
2. 2) ухудшению статической устойчивости системы
3. 3) улучшению динамической устойчивости системы
4. 4) улучшению статической устойчивости системы

Верный ответ: 1), 2)

8. При выдаче максимальной мощности солнечной электростанции и минимальной нагрузке потребителей напряжение в узлах распределительной электрической сети

Ответы:

1. 1) увеличивается
2. 2) уменьшается
3. 3) не изменяется

Верный ответ: 1)

9. При выдаче минимальной мощности солнечной электростанции и максимальной нагрузке потребителей напряжение в узлах распределительной электрической сети

Ответы:

1. 1) увеличивается
2. 2) уменьшается
3. 3) не изменяется

Верный ответ: 2)

10. Укажите механизмы поддержки генерации на базе ВИЭ в России

Ответы:

1. 1) зеленые сертификаты
2. 2) ДПМ ВИЭ
3. 3) feed-in-tariff
4. 4) покупка ЭЭ государством

Верный ответ: 2)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, который показал при ответе на вопросы билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, в основном правильно ответившему на вопросы билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы билета б) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела программы курса.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка по курсу выставляется по совокупности результатов прохождения контрольных мероприятий в рамках текущего контроля.