

**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: Оптимизация структур, параметров и режимов систем электроснабжения и повышение эффективности их функционирования

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Алгоритмы расчетов режимов систем электроснабжения**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шульженко С.В.
	Идентификатор	Rdc34181f-ShulzhenkoSV-c0af1cc3

(подпись)

С.В.

Шульженко

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шведов Г.В.
	Идентификатор	Rdd042f00-ShvedovGV-637a98fb

(подпись)

Г.В. Шведов

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905b1

(подпись)

Ю.В. Шаров

(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-1 Способен участвовать в управлении проектами систем электроснабжения объектов
- ИД-2 Разрабатывает компромиссные варианты структурных схем системы электроснабжения объекта
- ИД-5 Участвует в управлении развитием систем электроснабжения объекта
- ИД-6 Разрабатывает мероприятия по повышению энергоэффективности систем электроснабжения объектов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Два принципа линеаризации, которые применяются в оценивании состояния ЭЭС (Контрольная работа)
2. Кодирование информации в АСУ (Контрольная работа)
3. Методы, применяемые при оценивании состояния ЭЭС (Контрольная работа)
4. Накопители электроэнергии (Контрольная работа)
5. Основные методы расстановки батарей статических конденсаторов в распределительной электрической сети (Контрольная работа)
6. Характеристик турбоагрегатов (Контрольная работа)
7. Целевые функции, критерии оптимальности, ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Проверка выполнения курсовой работы (Проблемная лекция)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %								
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	16	2	4	6	8	10	12	14
Автоматизированные системы диспетчерского управления									
Назначение автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ), их основные функции.			+						
Информация в АСУ									

Классификация информации в АСУ. Измерение информации.		+						
Оптимизация установившихся режимов ЭЭС								
Постановка задачи оптимизации установившихся режимов ЭЭС. Критерии оптимальности. Ограничения, накладываемые на физические параметры и условия работы основного энергетического оборудования.			+	+				
Оптимальное распределение активной и реактивной нагрузки между источниками								
Постановка задачи оптимального распределения активной нагрузки между ТЭС, между ТЭС и ГЭС.				+				
Оценивание состояния ЭЭС								
Введение в оценивание состояния ЭЭС. Погрешности оценивания состояния ЭЭС. Используемые методы.					+	+		
Экономически целесообразная компенсация реактивной мощности в распределительных сетях								
Понятие об экономически целесообразной компенсации реактивной мощности в распределительных сетях.							+	
Применение накопителей электроэнергии в электрических сетях								
Типы накопителей электроэнергии. Схемы и математические модели элементов энергосистем с использованием индуктивных, батарейных и конденсаторных накопителей электроэнергии.								+
Проектирование распределительной сети 6-10 кВ транспортным методом.								
Понятие о транспортном методе. Использование транспортного метода в целочисленном программировании. Использование транспортного метода в электроэнергетике.	+							
Вес КМ:	16	12	12	12	12	12	12	12

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

2 семестр

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

	Срок КМ:	16	7
Проектирование распределительной сети 10 кВ транспортным методом.		+	
	Вес КМ:	90	10

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-2ПК-1 Разрабатывает компромиссные варианты структурных схем системы электроснабжения объекта	Знать: Современные методы расчетов установившихся режимов ЭЭС, методы поиска оптимальных решений в задачах электроэнергетики. Уметь: Применять методы и средства автоматизированных систем управления режимами СЭС. Планировать и ставить задачи для установления оптимальных режимов СЭС.	Кодирование информации в АСУ (Контрольная работа) Характеристик турбоагрегатов (Контрольная работа) Целевые функции, критерии оптимальности, ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации (Контрольная работа) Накопители электроэнергии (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-5ПК-1 Участвует в управлении развитием систем электроснабжения объекта	Уметь: Применять методы и алгоритмы, изученные в данной дисциплине, для поиска наилучших решений при оптимизации режимов и оценивании состояния СЭС.	Целевые функции, критерии оптимальности, ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации (Контрольная работа) Методы, применяемые при оценивании состояния ЭЭС (Контрольная работа) Два принципа линеаризации, которые применяются в оценивании состояния ЭЭС (Контрольная работа)

		Использовать технические средства для определения основных параметров электроэнергетических объектов и систем и происходящих в них процессов.	
ПК-1	ИД-6 _{ПК-1} Разрабатывает мероприятия по повышению энергоэффективности систем электроснабжения объектов	Уметь: Использовать в практической деятельности новые знания и умения, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий. Осуществлять поиск оптимального расположения компенсирующих устройств в распределительной электрической сети.	Проверка выполнения курсовой работы (Проблемная лекция) Основные методы расстановки батарей статических конденсаторов в распределительной электрической сети (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Проверка выполнения курсовой работы

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Проблемная лекция

Вес контрольного мероприятия в БРС: 16

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка выполнения курсовой работы на консультациях.

Краткое содержание задания:

Проектирование распределительной электрической сети 10 кВ транспортным методом.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Использовать в практической деятельности новые знания и умения, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий.	1. Доказать правильность выполнения курсовой работы.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Более 50 % правильные ответы на контрольные вопросы при защите курсовой работы.

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Менее 50 % правильных ответов на контрольные вопросы при защите курсовой работы.

КМ-2. Кодирование информации в АСУ

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 12

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется в конце занятия.

Краткое содержание задания:

Кодирование информации в АСУ?

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Применять методы и средства автоматизированных систем управления режимами СЭС.	1. Привести пример использования кода Шеннона. 2. Привести пример использования кода Хэмминга.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Полностью правильный ответ, возможны небольшие неточности.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Правильный ответ, имеются небольшие ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Не полностью представлен ответ, но суть ответа правильна.

КМ-3. Характеристик турбоагрегатов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 12

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется в конце занятия.

Краткое содержание задания:

Построить для турбоагрегата расходную характеристику, характеристику удельного расхода, характеристику относительного расхода, к.п.д. - все в одной системе координат.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Современные методы расчетов установившихся режимов ЭЭС, методы поиска оптимальных решений в задачах электроэнергетики.	1.Что такое Ропт?
---	-------------------

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Полностью правильный ответ, возможны небольшие неточности.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Правильный ответ, имеются небольшие ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Не полностью представлен ответ, но суть ответа правильна.

КМ-4. Целевые функции, критерии оптимальности, ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 12

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется в конце занятия.

Краткое содержание задания:

Написать, какие целевые функции, критерии оптимальности, ограничения применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Современные методы расчетов установившихся режимов ЭЭС, методы поиска оптимальных решений в задачах электроэнергетики.	1.Что такое допущения для критерий оптимальности?
Уметь: Использовать технические средства для определения основных параметров электроэнергетических объектов и систем и происходящих в них процессов.	1.Для всех критерий оптимальности написать допущения.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Полностью правильный ответ, возможны небольшие неточности.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Правильный ответ, имеются небольшие ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Не полностью представлен ответ, но суть ответа правильна.

КМ-5. Методы, применяемые при оценивании состояния ЭЭС

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 12

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется в конце занятия.

Краткое содержание задания:

Все методы, применяемые при оценивании состояния ЭЭС.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Применять методы и алгоритмы, изученные в данной дисциплине, для поиска наилучших решений при оптимизации режимов и оценивании состояния СЭС.	1.Краткая характеристика каждого метода, основная его формула (формулы), достоинства и недостатки каждого метода.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Полностью правильный ответ, возможны небольшие неточности.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Правильный ответ, имеются небольшие ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Не полностью представлен ответ, но суть ответа правильна.

КМ-6. Два принципа линеаризации, которые применяются в оценивании состояния ЭЭС

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 12

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется в конце занятия.

Краткое содержание задания:

Записать уравнения для двух принципов линеаризации, которые применяются в оценивании состояния ЭЭС.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Применять методы и алгоритмы, изученные в данной дисциплине, для поиска наилучших решений при оптимизации режимов и оценивании состояния СЭС.	1.Расписать подробно вывод линеаризованных уравнений.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Полностью правильный ответ, возможны небольшие неточности.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Правильный ответ, имеются небольшие ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Не полностью представлен ответ, но суть ответа правильна.

КМ-7. Основные методы расстановки батарей статических конденсаторов в распределительной электрической сети

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 12

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется в конце занятия.

Краткое содержание задания:

Описать основные методы расстановки батарей статических конденсаторов в распределительной электрической сети.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Осуществлять поиск оптимального расположения компенсирующих устройств в распределительной электрической сети.	1. В чем отличия этих принципов расстановки?
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Полностью правильный ответ, возможны небольшие неточности.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Правильный ответ, имеются небольшие ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Не полностью представлен ответ, но суть ответа правильна.

КМ-8. Накопители электроэнергии

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 12

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется в конце занятия.

Краткое содержание задания:

Описать все накопители электроэнергии.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Планировать и ставить задачи для установления оптимальных режимов СЭС.	1. В чем отличия индуктивного накопителя электроэнергии от батарейного и конденсаторного?
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Полностью правильный ответ, возможны небольшие неточности.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Правильный ответ, имеются небольшие ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Не полностью представлен ответ, но суть ответа правильна.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Особенности режимов работы накопителей электроэнергии в составе ЭЭС.
2. Введение в оценивание состояния ЭЭС. Погрешности при оценивании состояния ЭЭС.

Процедура проведения

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам, ответы на которые защищаются при собеседовании с преподавателем. Время на подготовку ответа на два вопроса 45 минут.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} Разрабатывает компромиссные варианты структурных схем системы электроснабжения объекта

Вопросы, задания

1. Понятие оптимизации режимов ЭЭС. Характеристики агрегатов и электростанций.
2. Расходные характеристики, характеристики удельного расхода и относительного прироста расхода топлива ТЭС. Определение $P_{опт}$.
3. Графический способ оптимального распределения нагрузки между агрегатами ТЭС.
4. Расчет потерь активной мощности в электрических сетях.
5. Допущения, с помощью которых комплексная оптимизация приводится к отдельной оптимизации.
6. Оптимальное распределение активных мощностей в ЭЭС, содержащих ГЭС. Ограничения.
7. Алгоритм оптимального распределения активной нагрузки между ТЭС с учетом потерь активной мощности в сетях.
8. Алгоритм оптимального распределения активной нагрузки между ТЭС и ГЭС.
9. Алгоритм оптимизации режима ЭЭС по методу последовательного нагружения ТЭС.
10. Оптимизация режима ЭЭС по реактивной мощности. Допущения, ограничения.
11. Комплексная оптимизация режима ЭЭС по P и Q .
12. Целевые функции, критерии оптимальности и допущения при оптимизации режима ЭЭС по P , по Q и в комплексной оптимизации.
13. Целевые функции, ограничения и критерии окончания итерационного процесса в методах расчета установившегося режима и оптимизации режима ЭЭС.
14. Понятие режима ЭЭС.
15. Метод Зейделя. Выбор балансирующего узла.
16. Метод Ньютона-Рафсона. Система линеаризованных уравнений.
17. Модификации метода Ньютона.
18. Исходные данные по узлам и ветвям в расчетах установившегося режима. Уравнения потоков мощности в ЛЭП и трансформаторах.
19. Погрешности задания исходных данных по ЛЭП и трансформаторам.
20. Накопители энергии. Типы. Сопоставление.
21. Математическая модель и схема замещения индуктивного накопителя электроэнергии.
22. Математическая модель и схема замещения батарейного накопителя электроэнергии.

23. Особенности режимов работы накопителей электроэнергии в составе ЭЭС.
24. Решение задач линейного программирования транспортным методом (методом "транспортная задача"). Определение начального базиса. Использование метода потенциалов для поиска экстремума целевой функции.
25. Алгоритм транспортного метода для проектирования распределительных электрических сетей.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Метод "каких" потенциалов использован для поиска оптимального графа сети?

Ответы:

1. 1. Экономических.
2. Электрических.
3. Технических.
4. Любых.

Верный ответ: 1

2. Почему реактор в индуктивном накопителе электроэнергии включен последовательно в цепь двух преобразователей?

Ответы:

1. Чтобы было удобнее им управлять.
2. Чтобы было сопротивление в цепи между преобразователями.
3. Так удобнее его устанавливать.

Верный ответ: 2

2. Компетенция/Индикатор: ИД-5ПК-1 Участвует в управлении развитием систем электроснабжения объекта

Вопросы, задания

1. Что такое АСДУ энергосистем? Основные составляющие АСДУ.
2. Преимущества в создании ЕЭС России.
3. Понятие информации в АСУ.
4. Кодирование информации в АСУ. Код Шеннона.
5. Повышение помехоустойчивости передаваемой информации. Коды Хэмминга.
6. Передача дискретной информации в АСУ. Модуляция сигнала.
7. Введение в оценивание состояния ЭЭС. Погрешности при оценивании состояния ЭЭС.
8. Определение наблюдаемости ЭЭС в статистическом оценивании состояния.
9. Определение наблюдаемости ЭЭС по данным измерений.
10. Метод Ньютона для оценивания состояния ЭЭС с блочной диагонализацией.
11. Метод Ньютона для оценивания состояния ЭЭС.
12. Сопоставление метода сопряженных градиентов и метода Ньютона для оценивания состояния ЭЭС.
13. Метод сопряженных градиентов для оценивания состояния ЭЭС.
14. Метод максимального правдоподобия в оценивании состояния ЭЭС.
15. Методы построения целевой функции для оценивания состояния ЭЭС.
16. Алгоритм метода обобщенной нормальной оценки.
17. Два принципа линеаризации в оценивании состояния ЭЭС.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Почему 2-й принцип линеаризации нелинейных уравнений состояния ЭЭС не используется при оценивании состояния?

Ответы:

1. Слишком простой.
2. Трудно представить линеаризацию параметров режима в виде полинома 1-й степени от модуля и фазы напряжения.
3. При наличии ошибок в измерениях параметров режима дает худшую их оценку.

Верный ответ: 3

3. Компетенция/Индикатор: ИД-6ПК-1 Разрабатывает мероприятия по повышению энергоэффективности систем электроснабжения объектов

Вопросы, задания

1. Понятие об экономически целесообразной компенсации реактивной мощности в распределительных сетях.
2. Выбор мощности компенсирующих устройств в радиальных распределительных сетях.
3. Выбор мощности компенсирующих устройств в магистральных распределительных сетях.
4. Выбор мощности компенсирующих устройств в радиально-магистральных распределительных сетях.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что связывает все способы выбора компенсирующих устройств в распределительных сетях?

Ответы:

1. 1. Баланс реактивной мощности в сети.
2. 2. Напряжение на шинах НН подстанций.
3. 3. Тип компенсирующих устройств.
4. 4. Понятие оптимальной расстановки компенсирующих устройств в сети.

Верный ответ: 1,4

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: В ответах на вопросы имеются неточности.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: В ответах на вопросы имеются небольшие ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: В ответах на вопросы имеются ошибки, но суть вопросов понятна.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ" на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Для курсового проекта/работы:

2 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Курсовая работа защищается индивидуально каждым студентом в устной форме.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Курсовая работа выполнена полностью.

Защита ее показала знание темы и содержания курсовой работы.

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Курсовая работа не выполнена или студент не разбирается в ней.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ" на основании семестровой и зачетной составляющих.