

**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: Инжиниринг в системах электроснабжения

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Оптимизация структур и параметров систем электроснабжения**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

Г.В. Шведов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

Г.В.
Шведов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905bf

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 управлении проектами систем электроснабжения объектов
- ИД-2 Разрабатывает компромиссные варианты структурных схем системы электроснабжения объекта
- ИД-5 Участвует в управлении развитием систем электроснабжения объекта

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Выбор и обоснование нечётких целей функционирования СЭС, их математические модели (Контрольная работа)
2. Выбор лучшего варианта комплекса средств повышения надёжности СЭС по многокритериальной модели (Контрольная работа)
3. Обработка дополнительной информации методами математической статистики (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Свойства больших, сложных систем (Контрольная работа)

БРС дисциплины

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Свойства больших, сложных систем (Контрольная работа)
- КМ-2 Выбор и обоснование нечётких целей функционирования СЭС, их математические модели (Контрольная работа)
- КМ-3 Выбор лучшего варианта комплекса средств повышения надёжности СЭС по многокритериальной модели (Контрольная работа)
- КМ-4 Обработка дополнительной информации методами математической статистики (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:	6	8	12	14

Введение в проблему оптимизации параметров систем электроснабжения.				
Введение в проблему оптимизации параметров систем электроснабжения.	+			
Классификация оптимизационных задач и методы их решения.				
Классификация оптимизационных задач и методы их решения.		+		
Неопределенность информации при решении оптимизационных задач и ее учет.				
Неопределенность информации при решении оптимизационных задач и ее учет.			+	
Выбор оптимального решения, алгоритм многокритериального выбора.				
Выбор оптимального решения, алгоритм многокритериального выбора.			+	
Дополнительная информация и методы ее обработки.				
Дополнительная информация и методы ее обработки.				+
Вес КМ:	15	35	25	25

БРС курсовой работы/проекта

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

КМ-1 Разработка стратегий развития СЭС 10-110 кВ.

КМ-2 Проверка графика выполнения КР

КМ-3 Оценка качества содержания и оформления КР

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	4	8	15
Нормативные документы по проектированию СЭС 10-110 кВ.		+		+
Кодирование исходной информации по существующей СЭС района.		+		+
Разработка стратегии развития СЭС 10-110 кВ района с малой плотностью электрических нагрузок.			+	+
Определение коэффициента роста электрических нагрузок на перспективу 10 лет на основе экспертного опроса.				+
Выбор и обоснование частных критериев оценки рассматриваемых стратегий, разработка их математических моделей.				+
Расчеты значений частных критериев рассматриваемых стратегий и коэффициентов роста нагрузки				+

Объединение матриц частных критериев в матрицу единого оценочного функционала. Выбор лучшей стратегии по критерию Байеса и на основе аппарата ТНМ			+
Вес КМ:	20	30	50

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-2 _{ПК-1} Разрабатывает компромиссные варианты структурных схем системы электроснабжения объекта	Знать: алгоритм решения задач оптимизации по многокритериальной модели с применением теории нечетких множеств Уметь: применять методы получения и обработки дополнительной информации в условиях неопределённости информации	КМ-1 Свойства больших, сложных систем (Контрольная работа) КМ-3 Выбор лучшего варианта комплекса средств повышения надёжности СЭС по многокритериальной модели (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-5 _{ПК-1} Участвует в управлении развитием систем электроснабжения объекта	Знать: параметры и критерии оценки функционирования систем электроснабжения Уметь: применять методы оценки вариантов развития системы электроснабжения на основе многих критериев	КМ-2 Выбор и обоснование нечётких целей функционирования СЭС, их математические модели (Контрольная работа) КМ-4 Обработка дополнительной информации методами математической статистики (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Свойства больших, сложных систем

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: 1. Студентам раздаются в случайном порядке задачи для решения 2. Студенты за отведенное время решают полученные задачи. 3. При сдаче решенных задач студентам задаются дополнительные вопросы.

Краткое содержание задания:

Решить задачу

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: алгоритм решения задач оптимизации по многокритериальной модели с применением теории нечетких множеств	1. Методы расчёта электрических нагрузок на элементах СЭС

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-2. Выбор и обоснование нечётких целей функционирования СЭС, их математические модели

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: 1. Студентам раздаются в случайном порядке задачи для решения 2. Студенты за отведенное время решают полученные задачи. 3. При сдаче решенных задач студентам задаются дополнительные вопросы.

Краткое содержание задания:

Решить задачу

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: параметры и критерии оценки функционирования систем электроснабжения	1. Средства и мероприятия повышения надёжности СЭС

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-3. Выбор лучшего варианта комплекса средств повышения надёжности СЭС по многокритериальной модели

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: 1. Студентам раздаются в случайном порядке задачи для решения 2. Студенты за отведенное время решают полученные задачи. 3. При сдаче решенных задач студентам задаются дополнительные вопросы.

Краткое содержание задания:

Решить задачу

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять методы получения и обработки дополнительной информации в условиях неопределённости информации	1. Рассчитать значение потерь напряжения и электроэнергии ВЛ 0,4 кВ, глубину провала напряжения

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-4. Обработка дополнительной информации методами математической статистики

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: 1. Студентам раздаются в случайном порядке задачи для решения 2. Студенты за отведенное время решают полученные задачи. 3. При сдаче решенных задач студентам задаются дополнительные вопросы.

Краткое содержание задания:

Решить задачу

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять методы оценки вариантов развития системы электроснабжения на основе многих критериев	1.Выбрать лучший вариант развития СЭС с учётом неопределённости части информации

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

Для курсового проекта/работы

2 семестр

I. Описание КП/КР

Курсовая работа посвящена выбору оптимального варианта развития системы электроснабжения 10-110кВ по многокритериальной модели. При написании курсовой работы предполагается применение ПВК "ТЭРС 10-110кВ", предназначенный для расчета технико-экономических показателей СЭС. В рамках выполнения курсовой работы предполагается, что студенты будут решать одну и ту же задачу при различных исходных данных.

II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

Выбор оптимального варианта развития системы электроснабжения 10-110кВ по многокритериальной модели.

Тематика КП/КР:

Выбор оптимального варианта развития СЭС 10-110кВ по многокритериальной модели

КМ-1. Разработка стратегий развития СЭС 10-110 кВ.

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-2. Проверка графика выполнения КР

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-3. Оценка качества содержания и оформления КР

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Иерархичность построения СЭС, задачи оптимизации различных уровней иерархии.
2. Надежность электроснабжения потребителей районов с малой плотностью нагрузок (нормы надежности, оценка уровня надежности существующей СЭС, средства повышения надежности и организационные мероприятия).

Процедура проведения

1. Выдача билетов по дисциплине случайным образом.
2. Подготовка студентов по полученным билетам.
3. Устный ответ.
4. Ответы на дополнительные вопросы.

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

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

Вопросы, задания

1. Порядок решения оптимизационной задачи с помощью аппарата нечетких множеств.
2. Объяснить тенденцию усложнения задач оптимизации и перечислить предпосылки такого усложнения.
3. Неопределенность информации об электрических нагрузках.
4. Определение экономического радиуса ВЛ 20кВ.
5. Определение экономической плотности тока для ВЛ 10кВ.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Назвать критерий выбора лучшего варианта при многокритериальной оптимизации параметров СЭС

Ответы:

- а) критерий Хирша
- б) критерий Стюдента
- в) критерий минимума дисконтированных затрат

Верный ответ: а

2. Что отражает понятие “неопределенность” среды или какого либо показателя

Ответы:

- а) ничего не известно о неопределенном факторе
- б) известны границы неопределенности от min до max
- в) частично известны значения неопределенного фактора

Верный ответ: б

3. Какие существуют методы снятия неопределенности среды или какого-либо фактора?

Ответы:

- а) экспертные опросы и их обработка
- б) сбор дополнительной информации и её статистическая обработка

в) данные из статей, учебников и докладов конференций

Верный ответ: а

4. Что является обоснованием и выбором частных критериев оценки при многокритериальной модели оптимизации?

Ответы:

а) технико-экономический показатель

б) частные критерии - “мерила” степени достижения целей функционирования системы

в) показатель качества электроэнергии

Верный ответ: б

5. Из приведенных вариантов ответов выбрать способы свертки частных критериев в единый оценочный функционал F ?

Ответы:

а) аддитивный $F = \sum_{i=1}^n \alpha_i f_i^{i_i}$

б) мультипликативный $F = \prod_{i=1}^n \alpha_i f_i^{i_i}$

в) частично мультипликативный и частично аддитивный

Верный ответ: б

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

Вопросы, задания

1. Особенности распределительных сетей районов (0.38, 6, 10, 35, 110 кВ)

2. Область применения аппарата нечетких множеств.

3. Система электроснабжения - большая сложная человеко-машинная система, открытая для воздействия.

4. Сопоставить математические аппараты: нечетких множеств и теории вероятностей.

5. Свойство больших сложных энергетических систем.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как Вы понимаете речевой оборот “ситуация принятия решения”?

Ответы:

а) это совокупность матриц стратегий, частных критериев и неопределенной среды

б) наличие в доступе значений частного критерия и рассматриваемых стратегий

в) значения двух частных критериев на год реконструкции СЭС

Верный ответ: а

2. Каковы предпосылки перехода к многокритериальной модели оптимизации?

Ответы:

а) множество целей функционирования целей СЭС

б) неопределенности части исходной информации

в) наличие множества рассматриваемых стратегий

3. Каковы характерные черты больших сложных систем?

Ответы:

а) иерархичность построения и управления, управляемость, динамика развития, множество целей функционирования, неопределенность состояния среды

б) множество целей функционирования

в) динамика развития СЭС

г) неопределенность части исходной информации

Верный ответ: а

4. Какое выражение соответствует дисконтированным затратам на СЭС?

Ответы:

а)

$$3 = \sum_t^T \sum_{i=1}^n K_{it} \alpha + \sum_t^T \sum_{i=n}^n U_{it} \alpha$$

б)

$$3 = \sum_{i=1}^n K_{it} \alpha + \sum_{i=1}^n U_i \alpha$$

в)

$$3 = (K + U) \alpha$$

г)

$$3 = \left(\sum K + \sum U \right) \alpha$$

Верный ответ: а

5. Какой показатель выбирается в качестве критерия оценки уровня надежности у потребителей?

Ответы:

а) ω, λ, t, τ

б) T перерыва за год (час)

в) $W_{\text{нед, нед}}$ недоотпуск электроэнергии из-за вероятных отказов элементов СЭС

Верный ответ: б

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Для курсового проекта/работы:

2 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

1. Студент сдает работу на проверку. 2. Студент делает доклад по результатам выполнения контрольной работы. 3. Студент отвечает на дополнительные вопросы по выполненной работе.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Выставляется оценка на основании семестровой составляющей (по БАРС) и зачетной составляющей (оценка за защиту КП).