

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автономные энергетические системы. Водородная и электрохимическая энергетика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Использование методов системного анализа при проектировании
энергетических объектов**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

А.Б. Гаряев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ланская И.И.
	Идентификатор	R3db6324d-Lanskyall-6f410db9

И.И.
Ланская

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов Н.В.
	Идентификатор	Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6

Н.В.
Кулешов

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 выполнять разработку и модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники с учетом современных проблем теплоэнергетики, экологической безопасности и с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений

ИД-1 Выполняет анализ современных проблем теплоэнергетики и теплотехники

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов. (Контрольная работа)

2. Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов формирование критериев их оценки (Контрольная работа)

3. Прогноз результатов внедрения и реконструкции энергетических объектов. (Проверочная работа)

БРС дисциплины

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Прогноз результатов внедрения и реконструкции энергетических объектов. (Проверочная работа)

КМ-2 Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов формирование критериев их оценки (Контрольная работа)

КМ-3 Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов. (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	7	11	15
Методы анализа эффективности систем энергоснабжения и прогноз результатов их проектирования и реконструкции				
Методы анализа эффективности систем энергоснабжения и прогноз результатов их проектирования и реконструкции		+		+

Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов и систем энергообеспечения и формирование критериев их оценки			
Выявление приоритетов при проектировании энергетических объектов и систем энергообеспечения и формирование критериев их оценки		+	
Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов при наличии разнородных критериев и неопределенностей различных видов			
Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов при наличии разнородных критериев и неопределенностей различных видов	+		+
Вес КМ:	40	30	30

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-1 _{ПК-1} Выполняет анализ современных проблем теплоэнергетики и теплотехники	<p>Знать:</p> <p>Методы анализа эффективности энергетических объектов и систем энергообеспечения и причины проблемных ситуаций, возникающих при функционировании таких объектов</p> <p>Уметь:</p> <p>Выявлять приоритеты при проектировании энергетических объектов и систем энергособеспечения и выбирать критерии оценки их качества</p> <p>Обосновывать и принимать конкретные решения при проектировании систем энергоснабжения промышленных и социальных объектов на основе поиска</p>	<p>КМ-1 Прогноз результатов внедрения и реконструкции энергетических объектов. (Проверочная работа)</p> <p>КМ-2 Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов формирование критериев их оценки (Контрольная работа)</p> <p>КМ-3 Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов. (Контрольная работа)</p>

		оптимальных параметров проектируемых систем при наличии качественных критериев и с учетом неопределенностей различных видов	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Прогноз результатов внедрения и реконструкции энергетических объектов.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: На работу отводится 80 минут. На практическом занятии студентам раздаются варианты заданий. Студент должен выполнить поставленные задачи и представить решение в надлежащей форме.

Краткое содержание задания:

Проверочная работа содержит один теоретический вопрос и одно практическое задание.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Методы анализа эффективности энергетических объектов и систем энергообеспечения и причины проблемных ситуаций, возникающих при функционировании таких объектов	1. Модели систем и их применение для анализа состояния энергетического объекта 2. Модели входного и выходного взаимодействия системы и среды 3. Когнитивные карты и примеры их построения 4. Прогноз последствий внедрения или реконструкции энергетического объекта
Уметь: Обосновывать и принимать конкретные решения при проектировании систем энергоснабжения промышленных и социальных объектов на основе поиска оптимальных параметров проектируемых систем при наличии качественных критериев и с учетом неопределенностей различных видов	1. Разработать технологическую схему и составить когнитивную карту для оценки результатов замены электрического отопления на теплонасосную установку для индивидуального жилого здания площадью 250 м ² , расположенного в Ростовской области. Сделать выводы об основных преимуществах и недостатках проекта. Дать экспертную оценку целесообразности его осуществления. При необходимости дополнительные данные задать самостоятельно. 2. Разработать технологическую схему и составить когнитивную карту для оценки результатов включения солнечных коллекторов потребность в теплоснабжении цеха в летний период составляет 0,2 Гкал/час. Из них 60% - отопление, 40% - горячее водоснабжение. Площадь крыши - 1000 м ² , Цех расположено в г. Казани. Сделать выводы об основных преимуществах и недостатках проекта. Дать экспертную

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	оценку целесообразности его осуществления. При необходимости дополнительные данные задать самостоятельно.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно. Составлена адекватная технологическая схема. Когнитивная карта обладает достаточной полнотой. Выводы о положительных и отрицательных последствиях проекта и целесообразности его осуществления обоснованы.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено правильно. Составлена адекватная технологическая схема. Когнитивная карта не обладает достаточной полнотой. Выводы о положительных и отрицательных последствиях проекта и целесообразности его осуществления недостаточно обоснованы.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено. Технологическая схема составлена с ошибками. Когнитивная карта не обладает достаточной полнотой. Выводы о положительных и отрицательных последствиях проекта и целесообразности его осуществления недостаточно обоснованы.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено. Технологическая схема составлена неверно и не будет функционировать. Когнитивная карта не обладает достаточной полнотой. Выводы о положительных и отрицательных последствиях проекта и целесообразности его осуществления недостаточно обоснованы.

**КМ-2. Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов
формирование критериев их оценки**

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: На работу отводится 60 минут. На практическом занятии студентам раздаются варианты заданий. Студент должен решить задачи и представить решение в надлежащей форме.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа содержит две практические задачи.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
---	------------------------------

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
<p>Уметь: Выявлять приоритеты при проектировании энергетических объектов и систем энергособеспечения и выбирать критерии оценки их качества</p>	<p>1. Определить вектор приоритетов для 4-х вариантов распределения ресурсов на предприятии: A, B, C, D, если результаты попарного сравнения имеют вид: $A/B \sim 1/3$; $A/C \sim 1/4$; $A/D \sim 1/7$; $B/C \sim 1/2$; $B/D \sim 1/3$; $C/D \sim 1/2$.</p> <p>2. Определить математическую корректность экспертного задания вектора приоритетов для 4-х вариантов распределения ресурсов на предприятии: A, B, C, D, если результаты попарного сравнения имеют вид: $A/B \sim 1/4$; $A/C \sim 1/2$; $A/D \sim 1/8$; $B/C \sim 1/3$; $B/D \sim 1/4$; $C/D \sim 1/4$.</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно. Задачи решены правильно, указан ход решения, размерности, формулы и ответы в числах (допускается небольшое отклонение чисел от правильных);

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если задачи решены (доведены до ответа), указан логичный ход решения, размерности, формулы и ответы в числах. Одна задача решена правильно, но при решении второй задачи допущены некоторые ошибки;

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задачи решены (доведены до ответа), указан логичный ход решения, размерности, формулы и ответы в числах, но в их решениях допущены некоторые ошибки;

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено. Задачи не решены (не доведены до ответа), либо решены неправильно.

КМ-3. Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: На работу отводится 60 минут. На практическом занятии студентам раздаются варианты заданий. Студент должен решить задачи и представить решение в надлежащей форме.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа содержит две практические задачи.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
<p>Уметь: Обосновывать и принимать конкретные решения при проектировании систем энергоснабжения промышленных и социальных объектов на основе поиска оптимальных параметров проектируемых систем при наличии качественных критериев и с учетом неопределенностей различных видов</p>	<p>1.Найти оптимальное значение расхода отходящих нагретых газов G через теплоутилизационную установку. Целевая функция, характеризующая работу установки имеет вид: $Z= 1/S(2,4Q - 7,2N)$ Где S - капитальные затраты на установку Q - возвращаемый тепловой поток N - электрическая мощность на прокачивание теплоносителей. Эти параметры зависят от расхода следующим образом: $S = 2G0,7+3; Q=0,6G0,8;$ $N=0,05G^2+0,2.$ Максимальное значение расхода – 10 кг/с.</p> <p>2.Осуществить выбор наилучшего варианта проекта энергетического объекта методом наибольшего приближения к желаемому результату, если рассматриваются следующие критерии выбора. Капитальные затраты на проект и его эксплуатацию S. Расход топлива на выработку электроэнергии V. Срок службы T. Весовые коэффициенты для каждого из критериев составляют соответственно 0,4; 0,35; 0,25. Значения показателей для вариантов проекта составляют соответственно: Вариант 1: $S=240$ млн. руб. $V= 0,380$ кг у.т./кВтч; $T= 28$ лет. Вариант 2: $S= 320$ млн. руб. $V=0,330$ кг у.т./кВтч; $T=32$ года. Вариант 3: $S= 280$ млн. руб. $V=0,350$ кг у.т./кВтч; $T=30$ лет. Желаемое реально достигнутое значение показателей для аналогичных проектов составляет: $S= 200$ млн. руб.; $V=0,280$ кг у.т./кВтч; $T=35$ лет.</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если задачи решены правильно, указан ход решения, размерности, формулы и ответы в числах (допускается небольшое отклонение чисел от правильных);

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если задачи решены (доведены до ответа), указан логичный ход решения, размерности, формулы и ответы в числах. Одна задача решена правильно, но при решении второй задачи допущены некоторые ошибки;

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задачи решены (доведены до ответа), указан логичный ход решения, размерности, формулы и ответы в числах, но в их решениях допущены некоторые ошибки;

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено. Технологическая схема составлена неверно и не будет функционировать. Когнитивная карта не обладает достаточной полнотой. Выводы о положительных и отрицательных последствиях проекта и целесообразности его осуществления недостаточно обоснованы.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Процедура проведения

Зачет выставляется студентам, которые не имеют задолженностей по мероприятиям текущего контроля в балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Выполняет анализ современных проблем теплоэнергетики и теплотехники

Вопросы, задания

- 1.Метод попарного сравнения вариантов
- 2.Когнитивные карты
- 3.Модель черного ящика
- 4.Модели входного взаимодействия системы и среды
- 5.Метод выбора целевой функции
- 6.Понятие оптимизации
- 7.Метод покоординатного поиска
- 8.Метод наискорейшего поиска
- 9.Метод пассивного поиска
- 10.Методы формирования целевой функции

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Чем отличаются модели входного взаимодействия системы и среды и модель черного ящика?

Ответы:

- А) В модели присутствуют элементы состава среды, через которые в систему поступают ресурсы
- Б) Модель является частным случаем модели черного ящика
- В) Различия в моделях нет.
- Г) В модели присутствуют элементы состава рассматриваемой системы, в которые поступают ресурсы из среды.

Верный ответ: А) Г)

2. Для чего используется метод попарного сравнения вариантов?

Ответы:

- А) Для количественной оценки предпочтительности вариантов проектных решений
- Б) Для количественной оценки показателей качества проектируемых объектов
- В) Для перехода от качественных экспертных оценок к количественным.
- Г) Здесь нет правильного ответа

Верный ответ: А) Б) В)

3. Требуется ли осуществлять математическую проверку корректности метода попарного сравнения вариантов проектных решений?

Ответы:

- А) Да, требуется
- Б) Нет не требуется
- В) Не требуется в определенных случаях

Верный ответ: А)

4. Что такое когнитивные карты?

Ответы:

- А) Графические модели, позволяющие прогнозировать возможные последствия принятия решений
- Б) Графические модели, позволяющие установить количественные значения вероятности тех или иных последствий принимаемых решений
- В) модели, позволяющие уточнить структуру рассматриваемой системы
- Г) Здесь нет правильного ответа

Верный ответ: А)

5. Какие из методов решения задач оптимизации позволяют найти оптимум в случае «овражных» целевых функций?

Ответы:

- А) Метод покоординатного поиска
- Б) Метод наискорейшего спуска
- В) Метод пассивного поиска
- Г) Все вышеперечисленные методы

Верный ответ: Б) В)

6. Какой из методов решения задач оптимизации наиболее предпочтителен при наличии большого числа независимых переменных?

Ответы:

- А) Метод покоординатного поиска
- Б) Метод наискорейшего спуска
- В) Метод пассивного поиска
- Г) Все вышеперечисленные методы

Верный ответ: Б)

7. Как решить задачу оптимизации при сложной зависимости аргументов и целевой функции на границах рассматриваемой области?

Ответы:

- А) Использовать специальные математические методы
- Б) Использовать метод покоординатного поиска
- В) использовать метод наискорейшего поиска
- Г) заменить имеющуюся область определения целевой функции на область с более простым видом границ и использовать метод пассивного поиска

Верный ответ: Г)

8. Каким недостатком обладает метод выбора целевой функции путем наибольшего приближения к желаемому результату?

Ответы:

- А) У метода нет существенных недостатков
- Б) Трудность задания реально достижимых значений характеристик желаемого результата
- В) Сложность вычислительной процедуры

Верный ответ: Б)

9. Укажите последствия перехода от системы теплоснабжения с электрообогревом для индивидуального жилого здания на систему с тепловым насосом.

Ответы:

- А) Большая надежность
- Б) Большая экономичность
- В) Меньшие капитальные затраты
- Г) Меньший срок ввода в эксплуатацию

Верный ответ: Б)

10. Укажите последствия частичного перехода к теплоснабжению цеха предприятия от солнечных коллекторов, расположенных на его крыше

Ответы:

- А) Усложнение системы автоматики
- Б) Потребность в дополнительном обслуживании
- В) Уменьшение надежности системы теплоснабжения
- Г) дополнительные затраты электроэнергии

Верный ответ: А) Б) Г)

11. Укажите последствия перехода от системы охлаждения оборудования из естественного водоема к системе оборотного водоснабжения

Ответы:

- А) Улучшение экологических показателей
- Б) Потребность в дополнительной территории
- В) Необходимость постоянной подпитки
- Г) дополнительные затраты электроэнергии

Верный ответ: А) Б) В) Г)

12. Для чего можно использовать модель выходного взаимодействия системы и среды?

Ответы:

- А) Для определения надежности передачи вырабатываемых системой продуктов в среду.
- Б) Для определения надежности использования вырабатываемых системой продуктов на нужды самой системы.
- В) Здесь нет правильного ответа
- Г) Для определения надежности сбыта продуктов в будущем

Верный ответ: А) Б) Г)

13. Что такое оптимизация?

Ответы:

- А) Метод выбора наилучшего решения на основе экспертных оценок
- Б) Математическая процедура, позволяющая выбирать наилучшее решение с учетом неопределенностей различного вида
- В) Метод критериального выбора решения, осуществляемый путем минимизации или максимизации целевой функции.

Верный ответ: В)

14. Назовите виды оптимизации энергетических объектов и оборудования

Ответы:

- А) Структурная оптимизация.
- Б) Оптимизация режимных параметров.
- В) Оптимизация конструктивных параметров
- Г) Общая оптимизация

Верный ответ: А) Б) В)

15. Назовите возможные методы формирования целевой функции

Ответы:

- А) Выбор главного критерия при ограничении остальных
- Б) Метод корректирующего множителя
- В) Метод максимальной близости к желаемому результату
- Г) Метод наименьших квадратов

Верный ответ: А) В)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" проставляется студентам, имеющим положительные оценки (5,4,3) по всем результатам текущего контроля в семестре

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" проставляется студентам, имеющим неудовлетворительные оценки (2,0) по результатам текущего контроля в семестре

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».