

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор В.А. Шпенст

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ ЭНЕРГЕТИКИ

Уровень высшего образования: Бакалавриат

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная

Составитель: доц. Костин В.Н.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Оптимизационные задачи энергетики» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 144 от 28.02.2018 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Электроснабжение».

Составитель _____ к.т.н., доц. В.Н. Костин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 27.01.2022 г., протокол № 08/01.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., проф. В.А. Шпенст

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование у студентов базовых знаний, необходимых для решения оптимизационных задач в области электроэнергетики.

Основные задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с видами оптимизационных задач в электроэнергетике;
- получение навыков математической формализации задач;
- изучение методов решения оптимизационных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Оптимизационные задачи энергетики» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы подготовки по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электроснабжение», изучается в 6 семестре.

Дисциплина «Оптимизационные задачи энергетики» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Электроснабжение, Электроэнергетические системы и сети.

Особенностью дисциплины является использование математических методов поиска оптимальных решений в электроэнергетике.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Содержание компетенций	Коды компетенции	
Способность участвовать в проектировании систем электропривода, автоматизированных системы управления, систем электроснабжения.	ПКС-1	ПКС-1.2 Обосновывает выбор целесообразного решения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Семестр 6
Аудиторные занятия, в том числе	38	38
Лекции	19	19
Практические занятия (ПЗ)	19	19
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	70	70
Расчетно-графическая работа	12	12
Подготовка к практическим занятиям	58	58
Вид промежуточной аттестации - экзамен	Э (36)	Э (36)
Общая трудоемкость дисциплины	-	-
	ак. час.	144
	зач. ед.	4

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Виды занятий				
		Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1	Раздел 1. Основные понятия и определения.	12	2	-	-	10
2	Раздел 2. Линейные оптимизационные задачи.	18	4	4	-	10
3	Раздел 3. Транспортные задачи электроэнергетики.	28	4	4	-	20
4	Раздел 4. Нелинейные оптимизационные задачи.	16	2	4	-	10
5	Раздел 5. Оптимизационные задачи с целочисленными и дискретными переменными.	16	2	4		10
6	Раздел 6. Задачи при случайной исходной информации	9	2	3	-	4
7	Раздел 7. Многокритериальные оптимизационные задачи	6	2		-	4
8	Раздел 8. Задачи при недетерминированной информации	3	1		-	2
	Итого:	108	19	19		70

4.2.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Введение. Основные понятия и определения. Переменные. Целевая функция. Ограничения. Граничные условия. Критерии оптимизации. Математическая модель. Общая характеристика методов линейного, нелинейного, целочисленного и стохастического программирования. Понятие о многокритериальных задачах.	2
2	Раздел 2	Графическое решение задачи. Основная задача линейного программирования. Математическая модель. Методы решения задач линейного программирования. Графический метод решения. Симплекс-метод. Алгебраические преобразования систем линейных уравнений. Аналитический метод решения задачи линейного программирования (симплекс-метод). Отыскание допустимого и оптимального решения.	4

№ п/п	Наименование раздела	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
3	Раздел 3	<p>Формулировка транспортной задачи. Особенности линейной математической модели транспортной задачи. Получение допустимого решения. Метод потенциалов при решении транспортной задачи. Применение транспортной задачи для оптимизации схемы электрической сети.</p> <p>Задача с транзитом мощности. Блокировка передачи мощности по линии. Учет ограничений пропускной способности линий. Особенности решения транспортной задачи с промежуточной (транзитной) передачей мощности через узлы.</p>	4
4	Раздел 4	<p>Основная задача нелинейного программирования. Математическая модель. Графическая иллюстрация. Методы безусловной и условной оптимизации. Градиентные методы. Выбор оптимальной длины шага в градиентных методах. Метод скорейшего спуска. Метод покоординатного спуска. Учет ограничений. Метод проектирования градиента. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Применение методов нелинейного программирования в задачах электроэнергетики.</p>	2
5	Раздел 5	<p>Целочисленные задачи. Задачи целочисленного программирования. Математическая модель. Методы решения целочисленных задач. Дискретные задачи. Задачи дискретного программирования. Использование двоичных переменных. Математическая модель. Методы решения дискретных задач.</p>	2
6	Раздел 6	<p>Задачи со случайной исходной информацией. Некоторые понятия теории вероятностей. Стандартная случайная величина. Математическая модель задачи со случайной исходной информацией (стохастической задачи). Сведение стохастической задачи к детерминированному эквиваленту.</p>	2
7	Раздел 7	<p>Оптимизация по нескольким критериям. Определение коэффициентов веса критериев. Метод экспертных оценок. Решение многокритериальных задач с помощью обобщенной целевой функции.</p>	2
8	Раздел 8	<p>Задачи с недетерминированной исходной информацией. Основные понятия теории игр. Составление платежной матрицы. Стратегия минимума средних затрат. Миниминная стратегия. Минимаксная стратегия. Стратегия Гурвица. Выбор весового коэффициента. Анализ решений, полученных по различным стратегиям.</p>	1

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Линейные оптимизационные задачи. Симплекс-метод.	4
2	Раздел 3	Транспортная задача электроэнергетики	4
3	Раздел 4	Нелинейные оптимизационные задачи. Метод Лагранжа.	4
4	Раздел 5	Оптимизационные задачи с целочисленными и дискретными переменными	4
5	Раздел 6	Задачи при случайной исходной информации	3
.		Итого:	19

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Расчетно-графическая работа

Тема расчетно-графической работы «Решение транспортных задач энергетики».

Каждый студент получает индивидуальное задание, в котором указывается расположение и мощности источника питания и потребителей электроэнергии. Заданы удельные стоимости на передачу единицы мощности по каждой из возможных к сооружению линий.

Требуется найти оптимальную схему электрической сети. Критерий оптимальности – минимальные затраты на электрическую сеть.

Основные этапы расчета:

- составить целевую функцию;
- составить систему ограничений (балансов мощности в узлах сети);
- построить транспортную матрицу;
- определить потенциалы строк и столбцов матрицы;
- проверить условие оптимальности;
- при невыполнении условия оптимальности провести цикл перевода свободной переменной в базис и повторить проверку.

Графическая часть работы выполняется на листах формата А4 и включает в себя:

- исходную транспортную матрицу;
- конечную транспортную матрицу;
- оптимальную электрическую сеть.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Тематика для самостоятельной подготовки

Раздел 1-2. Введение. Линейные оптимизационные задачи.

1. Критерии оптимизации. Математическая модель оптимизационной задачи.
2. Виды переменных.
3. Линейная математическая модель.
4. Графическое решение.
5. Симплекс-метод

Раздел 3. Транспортные задачи электроэнергетики.

1. Постановка транспортной задачи.
2. Математическая модель
3. Транспортная матрица
4. Получение допустимого решения
5. Метод потенциалов

Раздел 4. Нелинейные оптимизационные задачи

1. Математическая модель
2. Графическая иллюстрация нелинейной задачи
3. Градиентный метод
4. Метод скорейшего спуска
5. Метод Лагранжа

Раздел 5. Оптимизационные задачи с целочисленными и дискретными переменными

1. Постановка задачи с целочисленными переменными
2. Постановка задачи с дискретными переменными
3. Мат. модель дискретной задачи
4. Мат. модель целочисленной задачи
5. Методы решения

Раздел 6. Задачи при случайной исходной информации

1. Постановка задачи со случайной информацией
2. Математическая модель задачи
3. Примеры задач со случайной информацией
4. Сведение задачи к детерминированному эквиваленту
5. Методы решения задач со случайной информацией

Раздел 7. Многокритериальные оптимизационные задачи

1. Постановка многокритериальной задачи
2. Примеры многокритериальных задач
3. Мат. модель задачи
4. Коэффициенты веса.
5. Методы решения многокритериальных задач

Раздел 8. Задачи при недетерминированной информации

1. Постановка задачи с недетерминированной информацией
2. Примеры задач с недетерминированной информацией
3. Мат. модель задачи с недетерминированной информацией
4. Основы теории игр.
5. Методы решения задач с недетерминированной информацией

6.1.1. Расчетно-графическая работа

Тема расчетно-графической работы «Решение транспортных задач энергетики». Рассмотрено 10 вариантов заданий, отличающиеся числовыми исходными данными.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

1. Для решения каких оптимизационных задач применим симплекс-метод?
2. В системе ограничений-равенств $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + x_3 = b_1$; $a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + x_4 = b_2$; $a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + x_5 = b_3$ разделить переменные на свободные и базисные.
3. Какое количество базисных и свободных переменных в каждом допустимом и оптимальном решении линейной задачи?
4. Чему равны свободные и базисные переменные в каждом допустимом и оптимальном решении линейной задачи?
5. Каково условие допустимого решения в симплекс-методе?
6. Как осуществляется выбор разрешающей строки при поиске допустимого решения линейной задачи?
7. Как осуществляется выбор разрешающего столбца при поиске допустимого решения линейной задачи?
8. Как осуществляется выбор разрешающего столбца при поиске минимума (максимума) целевой функции в линейной задаче?
9. Как осуществляется выбор разрешающей строки при поиске оптимального решения линейной задачи?
10. Каково условие оптимального решения при поиске минимума (максимума) целевой функции в линейной задаче?
11. К какому классу задач относится транспортная задача?
12. Для решения какой оптимизационной задачи применим вычислительный аппарат транспортной задачи?
13. Какие ограничения имеют место в транспортной задаче?
14. Какой основной метод используется для решения транспортной задачи?
15. Какова размерность транспортной матрицы в задаче без транзита мощности (n – количество источников, m – количество потребителей)?
16. Какова удельная стоимость передачи транзитной мощности через узел электрической сети?
17. Какова размерность транспортной матрицы в задаче с транзитом мощности (n – количество источников, m – количество потребителей)?

18. Выберите выражение целевой функции в транспортной задаче с транзитом мощности.
19. Каково условие допустимого решения в транспортной задаче?
20. Каково условие оптимального решения в транспортной задаче?
21. Назовите один из методов решения нелинейных оптимизационных задач.
22. Какая задача энергетики решается методом нелинейного программирования?
23. Что показывает градиент функции?
24. Чему равен градиент функции в точке ее экстремума?
25. Для решения каких задач применяются градиентные методы?
26. Для решения каких задач применяется метод Лагранжа?
27. Что представляют собой множители Лагранжа?
28. К какому классу задач относится задача минимизации потерь мощности при размещении компенсирующих устройств в схеме электроснабжения?
29. Заданы целевая функция $Z = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2$ и ограничение $x_1 + x_2 = 3$. Какова запись функции Лагранжа?
30. Заданы целевая функция $Z = x_1^2 + x_2^2 - x_1x_2$ и ограничения $x_1 + x_2 = 9$ и $x_1 - x_2 = 4$. Какова запись функции Лагранжа?
31. К какому классу задач относится задача выбора оптимального узла схемы электроснабжения для размещения компенсирующего устройства?
32. Из n возможных вариантов в оптимальное решение входит m вариантов. Какое ограничение справедливо для этой дискретной задачи?
33. Какие переменные непременно входят в дискретную оптимизационную задачу?
34. Можно ли решить линейную стохастическую задачу методами, применимыми для детерминированных задач?
35. Как осуществляется сведение стохастической задачи к детерминированному эквиваленту?
36. Назвать метод определения весовых коэффициентов целевых функций в многокритериальной задаче.
37. Что такое нормированное значение i -й целевой функции в многокритериальной задаче?
38. Что такое обобщенная целевая функция многокритериальной задачи?
39. Записать обобщенную функцию для трехкритериальной оптимизационной задачи:
 $Z_1 \rightarrow \max, Z_2 \rightarrow \min, Z_3 \rightarrow \min$.
40. Записать обобщенную функцию для трехкритериальной оптимизационной задачи:
 $Z_1 \rightarrow \min, Z_2 \rightarrow \max, Z_3 \rightarrow \max$.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
Вариант 1		
1	Для решения каких оптимизационных задач применим симплекс-метод?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оптимизационных задач со случайной исходной информацией. 2. Нелинейных оптимизационных задач. 3. Линейных оптимизационных задач. 4. Оптимизационных задач с дискретными переменными.
2	Какие ограничения имеют место в транспортной задаче?	<ol style="list-style-type: none"> 1. По потерям мощности. 2. Выполнению балансов мощности в узлах. 3. Качеству электроэнергии. 4. Надежности.
3	Какая задача энергетики решается методом нелинейного программирования?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оптимизация схемы электрической сети. 2. Транспортная задача. 3. Минимизации потерь мощности при расстановке компенсирующих устройств. 4. Выбор оптимального узла для размещения компенсирующего устройства.
4	Решена оптимизационная задача с непрерывными переменными. Дополнительное введение ограничения x_i – целое:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Улучшит решение. 2. Ухудшит решение. 3. Не изменит решение. 4. Изменит свободные и базисные переменные.
5	К какому классу задач относится задача выбора оптимального узла в схеме электроснабжения для размещения компенсирующего устройства?	<ol style="list-style-type: none"> 1. К классу линейных задач. 2. Нелинейных задач. 3. Стохастических задач. 4. Дискретных задач.
6	В системе ограничений-равенств $a_{11}x_1+a_{12}x_2+x_3=b_1$; $a_{21}x_1+a_{22}x_2+x_4=b_2$; $a_{31}x_1+a_{32}x_2+x_5=b_3$ разделить переменные на свободные и базисные.	<ol style="list-style-type: none"> 1. x_1, x_2, x_3 – базисные; x_4, x_5 – свободные. 2. x_1, x_2, x_3 – свободные; x_4, x_5 – базисные. 3. b_1, b_2, b_3 – базисные; x_1, x_2 – свободные. 4. x_3, x_4, x_5 – базисные; x_1, x_2 – свободные.
7	Каково условие допустимого решения в транспортной задаче?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для всех базисных переменных сумма потенциалов больше удельной стоимости передачи мощности. 2. Выполнение балансов мощности во всех узлах схемы. 3. Для всех свободных переменных сумма потенциалов больше удельной стоимости передачи мощности. 4. Равенство нулю свободных переменных, неотрицательность базисных переменных.
8	Назовите один из методов решения нелинейных оптимизационных задач.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод потенциалов. 2. Распределительный метод. 3. Симплекс-метод. 4. Метод множителей Лагранжа.
9	Записать обобщенную функцию для трехкритериальной оптимизационной задачи: $Z_1 \rightarrow \max$, $Z_2 \rightarrow \min$, $Z_3 \rightarrow \min$.	<ol style="list-style-type: none"> 1. $Z=\alpha_1Z_1/Z_{1\text{норм}} + \alpha_2Z_2/Z_{2\text{норм}}+\alpha_3Z_3/Z_{3\text{норм}}$. 2. $Z=\alpha_1Z_1\text{норм} - \alpha_2Z_2\text{норм}-\alpha_3Z_3\text{норм}$. 3. $Z=\alpha_1Z_1/Z_{1\text{норм}} - \alpha_2Z_2/Z_{2\text{норм}} - \alpha_3Z_3/Z_{3\text{норм}}$. 4. $Z=Z_1/Z_{1\text{норм}} - Z_2/Z_{2\text{норм}} - Z_3/Z_{3\text{норм}}$.
10	Характерным отличием оптимизационной задачи от других задач является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие множества допустимых решений. 2. Наличие единственного решения. 3. Достоверность исходной информации. 4. Заданный диапазон изменения переменных.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11	Какое количество базисных и свободных переменных в каждом допустимом и оптимальном решении линейной задачи?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Количество базисных переменных равно количеству ограничений-равенств, остальные переменные свободные. 2. Количество свободных переменных равно количеству ограничений-равенств, остальные переменные базисные. 3. Количество базисных переменных равно количеству коэффициентов целевой функции, остальные переменные свободные. 4. Количество свободных переменных равно количеству коэффициентов целевой функции, остальные переменные базисные.
12	К какому классу задач относится транспортная задача?	<ol style="list-style-type: none"> 1. К линейным задачам. 2. Нелинейным задачам. 3. Дискретным задачам. 4. Целочисленным задачам.
13	Что представляют собой множители Лагранжа?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вероятностные характеристики исходной информации. 2. Искомые переменные. 3. Заданные величины. 4. Являются базисными переменными.
14	Какие переменные непременно входят в дискретную оптимизационную задачу?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Случайные. 2. Двоичные. 3. Целочисленные. 4. Непрерывные.
15	Термин «случайная информация» означает:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Однозначно определенная информация. 2. Неопределенная информация. 3. Любая информация. 4. Однозначно определенная информация.
16	Каково условие допустимого решения в симплекс-методе?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Максимальное значение целевой функции. 2. Неотрицательность свободных членов в ограничениях-равенствах. 3. Неотрицательность коэффициентов целевой функции. 4. Минимальное значение целевой функции.
17	Выберите нелинейную целевую функцию:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $Z = x_1 + x_2 + \dots + x_n \rightarrow \text{extr.}$ 2. $Z = z_1x_1x_2 + z_2x_2x_3 + \dots + z_{n-1}x_{n-1}x_n \rightarrow \text{extr.}$ 3. $Z = -x_1 - x_2 - \dots - x_n \rightarrow \text{extr.}$ 4. $Z = z_1x_1 + z_2x_2 + \dots + z_nx_n \rightarrow \text{extr}$
18	Для решения каких задач применяются градиентные методы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для решения стохастических оптимизационных задач. 2. Нелинейных оптимизационных задач. 3. Линейных оптимизационных задач. 4. Дискретных оптимизационных задач.
19	Назвать метод определения весовых коэффициентов целевых функций в многокритериальной задаче.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Лагранжа. 2. Метод экспертных оценок. 3. Метод потенциалов. 4. Метод линейного программирования.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20	Каково условие оптимального решения в транспортной задаче?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выполнение балансов мощности во всех узлах схемы. 2. Для всех базисных переменных сумма потенциалов меньше удельной стоимости передачи мощности. 3. Для всех свободных переменных сумма потенциалов меньше удельной стоимости передачи мощности. 4. Равенство нулю свободных переменных, неотрицательность базисных переменных.
Вариант 2		
1	Чему равны свободные и базисные переменные в каждом допустимом и оптимальном решении линейной задачи?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Свободные переменные равны свободным членам ограничений-равенств, базисные переменные равны нулю. 2. Базисные переменные равны коэффициентам целевой функции, свободные переменные равны нулю. 3. Базисные переменные равны свободным членам ограничений-равенств, свободные переменные равны коэффициентам целевой функции. 4. Базисные переменные равны свободным членам ограничений-равенств, свободные переменные равны нулю.
2	Какой основной метод используется для решения транспортной задачи?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Лагранжа. 2. Градиентный метод. 3. Метод потенциалов. 4. Метод Ньютона.
3	Для решения каких задач применяется метод Лагранжа?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нелинейных оптимизационных задач. 2. Линейных оптимизационных задач. 3. Дискретных оптимизационных задач. 4. Целочисленных оптимизационных задач.
4	Выберите линейную целевую функцию:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $Z = z_1x_1^2 + z_2x_2^2 + \dots + z_nx_n^2 \rightarrow \text{extr.}$ 2. $Z = z_1x_1x_2 + z_2x_2x_3 + \dots + z_{n-1}x_{n-1}x_n \rightarrow \text{extr.}$ 3. $Z = z_1/x_1 + z_2/x_2 + \dots + z_n/x_n \rightarrow \text{extr.}$ 4. $Z = z_1x_1 + z_2x_2 + \dots + z_nx_n \rightarrow \text{extr.}$
5	Из трех возможных вариантов в оптимальное решение входит один вариант. Какое ограничение справедливо для этой дискретной задачи?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 1.$ 2. $\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 \geq 1.$ 3. $\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 \leq 1.$ 4. $\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 \neq 1.$
6	Выберите выражение целевой функции в транспортной задаче с транзитом мощности.	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\sum_{i=1, i \neq j}^{n+m} x_{ij} - x_{jj} = B_j.$ 2. $Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m z_{ij}x_{ij} \rightarrow \min.$ 3. $\sum_{j=1}^m x_{ij} = A_i.$ 4. $Z = \sum_{i=1}^{n+m} \sum_{j=1}^{n+m} z_{ij}x_{ij} \rightarrow \min, i \neq j.$
7	Каково условие оптимального решения в симплекс-методе при поиске минимума целевой функции?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Положительность свободных членов в системе ограничений-равенств. 2. Все коэффициенты целевой функции $Z_i \leq 0.$ 3. Максимальное значение целевой функции. 4. Все коэффициенты целевой функции $Z_i \geq 0.$
8	Что показывает градиент функции?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Достигнут максимум функции. 2. Достигнут экстремум функции. 3. Достигнут минимум функции. 4. Направление наибольшего изменения функции.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9	Можно ли решить линейную стохастическую задачу методами, применимыми для детерминированных задач?	1. Можно, но после сведения задачи к ее детерминированному эквиваленту. 2. Нельзя. 3. Это зависит от функции распределения случайных величин. 4. Можно, но только в случае, когда случайными величинами являются коэффициенты целевой функции.
10	Переменная, принимающая любые значения на числовой оси, называется:	1. Дискретной. 2. Целочисленной. 3. Двоичной. 4. Непрерывной.
11	Чему равен градиент функции в точке ее экстремума?	1. Единице. 2. Нулю. 3. Бесконечности. 4. Неопределен.
12	Для решения какой оптимизационной задачи применим вычислительный аппарат транспортной задачи?	1. Для выбора оптимального количества цеховых трансформаторов. 2. Минимизации потерь мощности в схеме электроснабжения. 3. Оптимального размещения компенсирующих устройств в схеме электроснабжения. 4. Выбора оптимальной схемы электрической сети.
13	Что такое обобщенная целевая функция многокритериальной задачи?	1. Алгебраическая сумма целевых функций. 2. Алгебраическая сумма произведений целевых функций на их весовые коэффициенты. 3. Алгебраическая сумма произведений относительных значений целевых функций на их весовые коэффициенты. 4. Среднее значение всех целевых функций.
14	Критерием оптимальности называется:	1. Экстремум (минимум или максимум) целевой функции. 2. Показатель, по величине которого оценивается, является ли допустимое решение оптимальным. 3. Совокупность ограничений, накладываемых на решение оптимизационной задачи. 4. Диапазон изменения переменных оптимизационной задачи.
15	Термин «свободная переменная» означает, что эта переменная:	1. Равна свободному члену ограничения-равенства. 2. Дискретная. 3. Целочисленная. 4. Равна нулю.
16	К какому классу задач относится задача минимизации потерь мощности при размещении компенсирующих устройств в схеме электроснабжения?	1. К классу линейных задач. 2. Нелинейных задач. 3. Стохастических задач. 4. Целочисленных задач.
17	Как осуществляется сведение стохастической задачи к детерминированному эквиваленту?	1. Вероятностные коэффициенты в математической модели заменяются величиной вероятности их появления. 2. Вероятностные коэффициенты в математической модели заменяются их стандартными отклонениями. 3. Вероятностные коэффициенты в математической модели заменяются их математическими ожиданиями. 4. Вероятностные коэффициенты в математической модели заменяются их функциями распределения.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
18	Термин «детерминированная информация» означает:	1. Случайная информация; 2. Неопределенная информация; 3. Однозначно определенная информация. 4. Любая информация.
18	Термин «базисная переменная» означает, что эта переменная:	1. Равна нулю. 2. Равна свободному члену ограничения-равенства. 3. Дискретная. 4. Целочисленная.
20	Транспортная задача является:	1. Нелинейной задачей. 2. Стохастической задачей. 3. Целочисленной задачей. 4. Линейной задачей.
Вариант 3		
1	Если целевая функция в оптимизационной задаче имеет вид $Z = z_1x_1 + z_2x_2 + \dots + z_nx_n \rightarrow \text{extr}$, то эта задача будет:	1. Нелинейной. 2. Транспортной. 3. Стохастической. 4. Линейной.
2	Заданы целевая функция $Z = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2$ и ограничение $x_1 + x_2 = 3$. Какова запись функции Лагранжа?	1. $L = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2 + \lambda/(x_1 + x_2)$. 2. $L = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2 + \lambda(x_1 + x_2 - 3)$. 3. $L = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2 + \lambda(x_1 + x_2 + 3)$. 4. $L = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2 + \lambda(x_1 + x_2 - 3)$.
3	Идея симплекс-метода заключается в следующем:	1. Простом переборе решений. 2. Последовательном переборе решений, когда на каждом шаге решение улучшается. 3. Замене целевой функции и ограничений функцией Лагранжа. 4. Приравнивании к нулю частных производных целевой функции.
4	Переменная, которая может принимать только значения целых чисел, называется:	1. Целочисленной. 2. Дискретной. 3. Непрерывной. 4. Двоичной.
5	Какие переменные непременно входят в дискретную оптимизационную задачу?	1. Случайные. 2. Двоичные. 3. Целочисленные. 4. Непрерывные.
6	Целевая функция в оптимизационной задаче имеет вид: $Z = z_1x_1x_2 + z_2x_2x_3 + \dots + z_{n-1}x_{n-1}x_n \rightarrow \text{extr}$. Оптимизационная задача будет:	1. Транспортной. 2. Нелинейной. 3. Линейной. 4. Стохастической.
7	Переменная, которая может принимать только определенные значения, называется:	1. Дискретной. 2. Непрерывной. 3. Целочисленной. 4. Двоичной.
8	В системе ограничений-равенств $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + x_3 = b_1$; $a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + x_4 = b_2$; $a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + x_5 = b_3$ разделить переменные на свободные и базисные:	1. x_1, x_2, x_3 – базисные; x_4, x_5 – свободные. 2. x_1, x_2, x_3 – свободные; x_4, x_5 – базисные. 3. x_3, x_4, x_5 – базисные; x_1, x_2 – свободные. 4. b_1, b_2, b_3 – базисные; x_1, x_2 – свободные.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9	Заданы целевая функция $Z = x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2$ и ограничения $x_1 + x_2 = 9$ и $x_1 - x_2 = 4$. Какова запись функции Лагранжа?	Заданы целевая функция $Z = x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2$ и ограничения $x_1 + x_2 = 9$ и $x_1 - x_2 = 4$. Какова запись функции Лагранжа?
10	Двоичная переменная может принимать:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Значения только целых чисел. 2. Только определенные значения. 3. Только два значения 0 и 1. 4. Любые значения на числовой оси.
11	Из приведенных выражений: <ol style="list-style-type: none"> 1. $5x_1 - 4x_2 + 2x_3 = 8$; 2. $5x_1 x_4 - 4x_2 + 2x_3 = 8$; 3. $x_1^2 - 4x_2 + 2x_3 = 8$; 4. $1/x_1 - 4x_2 + 2x_3 = 8$ выбрать линейную зависимость:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 2. 3. 3. 4. 4. 3.
12	Математическое ожидание случайной величины S вычисляется по формуле:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $M[S] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i^2$. 2. $M[S] = n \sum_{i=1}^n S_i$. 3. $M[S] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$. 4. $M[S] = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n S_i^2}$
13	Критерием оптимальности называется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Экстремум (минимум или максимум) целевой функции. 2. Показатель, по величине которого оценивается, является ли допустимое решение оптимальным. 3. Совокупность ограничений, накладываемых на решение оптимизационной задачи. 4. Диапазон изменения переменных оптимизационной задачи.
14	Что показывает градиент функции?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Достигнут максимум функции. 2. Достигнут экстремум функции. 3. Достигнут минимум функции. 4. Направление наибольшего изменения функции.
15	Для решения какой оптимизационной задачи применим вычислительный аппарат транспортной задачи?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для выбора оптимального количества цеховых трансформаторов. 2. Минимизации потерь мощности в схеме электроснабжения. 3. Оптимального размещения компенсирующих устройств в схеме электроснабжения. 4. Выбора оптимальной схемы электрической сети.
16	Для решения каких оптимизационных задач применим симплекс-метод?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оптимизационных задач со случайной исходной информацией. 2. Нелинейных оптимизационных задач. 3. Линейных оптимизационных задач. 4. Оптимизационных задач с дискретными переменными.
17	Заданы целевая функция $Z = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1 x_2$ и ограничение $x_1 + x_2 = 3$. Какова запись функции Лагранжа?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $L = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1 x_2 + \lambda(x_1 + x_2)$. 2. $L = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1 x_2 + \lambda(x_1 + x_2 - 3)$. 3. $L = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1 x_2 + \lambda(x_1 + x_2 + 3)$. 4. $L = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1 x_2 + \lambda(x_1 + x_2 = 3)$.
18	Для ограничения неравенства $3x_1 - 4x_2 + x_3 > 8$; выбрать эквивалентное ограни-	<ol style="list-style-type: none"> 1. $3x_1 - 4x_2 + x_3 = 8$. 2. $3x_1 - 4x_2 + x_3 - x_4 = 8$. 3. $3x_1 - 4x_2 + x_3 + x_4 = 8$. 4. $3x_1 - 4x_2 + x_3 - 8 = 0$.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	чение-равенство:	
19	Термин «базисная переменная» означает, что эта переменная:	1. Равна нулю. 2. Равна свободному члену ограничения-равенства. 3. Дискретная. 4. Целочисленная.
20	Транспортная задача является:	1. Нелинейной задачей. 2. Стохастической задачей. 3. Целочисленной задачей. 4. Линейной задачей.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Костин, В. Н. Оптимизационные задачи электроэнергетики: учеб. пособие / В.Н. Костин. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2006. – 128 с.

URL: http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E%2D1%8F731%2F%D0%9A%20723%2D808454<.> (дата обращения 14.09.2020).

2. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel: СПб.: ВHV – СПб,

2006. – 84 с.

URL: https://www.studmed.ru/kurickiy-bya-poisk-optimalnyh-resheniy-sredstvami-excel-70_d3307a_7e1e3.html (дата обращения 14.09.2020).

7.1.2. Дополнительная литература

3. Шикин Е.В. Математические методы и модели в управлении, изд. КДУ. – 2009

URL: <https://may.alleng.org/d/manag/man175.htm> (дата обращения 14.09.2020).

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

Оптимизационные задачи энергетики. Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *В.Н. Костин*. СПб, 2019 – 26 с.

URL: http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E2%D1%8F731%2F%D0%9A%20723%2D808454<.> (дата обращения 14.09.2020).

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

Электронная библиотека

<http://www.twirpx.com/>

Система Online Electric

<http://www.online-electric.ru/>

Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

<http://www.rsl.ru/>

Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

Свободная энциклопедия Википедия: <https://ru.wikipedia.org>

Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий

Аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы. Для наиболее наглядного и эффективного представления теоретического материала при чтении лекций используются презентации, реализованные в программной среде *Microsoft Office Power Point*.

Лекционные аудитории рассчитаны на одну группу студентов и включают в себя:

- посадочное место (стол и стул) преподавателя;
- не менее 24 посадочных мест для студентов;
- настенную доску;
- переносную настольную трибуну;
- стационарную или переносную мультимедийную аппаратуру.

8.1.2. Аудитории для проведения практических занятий.

Аудитории для практических занятий рассчитаны на одну группу студентов и включают в себя:

- посадочное место (стол и стул) преподавателя;
- не менее 24 посадочных мест для студентов;
- настенную доску;

- переносную настольную трибуну.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012, Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAW Graphics Suite X5.

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7.

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компью-

тер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).