

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

 Н.И. Никифорова

« 30 » мая 2022 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.В.10 «Оптимизация режимов работы электроэнергетических систем»

(наименование дисциплины (модуля))

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

«Инновационные технологии в электрохозяйстве

нефтехимических предприятий»

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

магистр

квалификация

очная, очно-заочное

форма обучения

Нижекамск, 2022 г.

Составитель ФОС:

Зав. кафедрой

Е.В. Тумаева

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ЭТЭОП,
протокол от 21.04.2022 г. № 8

Зав. кафедрой

Е.В. Тумаева

Эксперт:

Руководитель ООП Тумаева Е.В., зав. каф. ЭТЭОП НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Ф.И.О., должность, организация, подпись

По дисциплине: Б1.В.01. «Оптимизация режимов работы
электромеханических систем»

Направление подготовки: 13.04.02 «Электротехника и электротехника»

Профиль/программа: «Инновационные технологии в электротехнике
и электромеханике»

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная, очно-заочная

Факультет: управления и автоматизации

Кафедра: разработки рабочей программы: «Электротехника и
энергоснабжение предприятий»

очная: курс 1, семестр 1

очно-заочная: курс 2, семестр 4

| Наименование занятия | Очное | | Очно-заочное | |
|-------------------------------------|-------|------------------|--------------|------------------|
| | Часы | Зачетные единицы | Часы | Зачетные единицы |
| Лекции | 20 | 0,36 | 7 | 0,2 |
| Практические занятия | 20 | 0,36 | 14 | 0,4 |
| Лабораторные занятия | - | - | - | - |
| Контроль самостоятельной работы | 18 | 0,5 | 14 | 0,4 |
| Самостоятельная работа | 14 | 0,39 | 37 | 1,03 |
| Форма аттестации (часы на контроль) | Зачет | Зачет | Зачет | Зачет |
| Всего | 72 | 2 | 72 | 2 |

Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины

Компетенция:

ПК-4 – способен разрабатывать концепцию системы электроснабжения объекта капитального строительства.

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-4.1 Знает требования нормативных технических документов к устройству системы электроснабжения, правила разработки проектов системы электроснабжения, правила проведения обследования объекта, для которого предназначена система электроснабжения;

ПК-4.2 Умеет оценивать эффективность работы объекта, для которого предназначена система электроснабжения, и разрабатывать методы повышения энергоэффективности;

ПК-4.3 Владеет навыками проектирования системы электроснабжения объектов.

| <i>Индикаторы достижения компетенции</i> | <i>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</i> | | | | <i>Наименование оценочного средства</i> |
|---|---|--|------------------------------------|--|--|
| | <i>Лекции</i> | <i>Практические занятия, лабораторный практикум</i> | <i>Лабораторные занятия</i> | <i>Курсовой проект (работа)</i> | |
| ПК-4.1 | Тема 1-5 | Тема 2-5 | Не предусмотрены | Не предусмотрены | Коллоквиум Практическая работа Зачет |
| ПК-4.2 | Тема 1-5 | Тема 2-5 | Не предусмотрены | Не предусмотрены | Коллоквиум Практическая работа Зачет |
| ПК-4.3 | Тема 1-5 | Тема 2-5 | Не предусмотрены | Не предусмотрены | Коллоквиум Практическая работа Зачет |

Перечень оценочных средств по дисциплине «Оптимизация режимов работы электроэнергетических систем»

| Оценочные средства | Кол-во | Min, баллов | Max, баллов |
|---------------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| Практическая работа | 2 | 18 | 30 |
| Коллоквиум | 3 | 18 | 30 |
| Зачет | 1 | 24 | 40 |
| Итого: | | 60 | 100 |

Шкала оценивания

| Цифровое выражение | Выражение в баллах: | Словесное выражение | Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля: | |
|--------------------|---------------------|----------------------------------|--|--|
| | | | экзамен / зачет с оценкой | зачет |
| 5 | 87 - 100 | Отлично (зачтено) | Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий | Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр |
| 4 | 74 - 86 | Хорошо (зачтено) | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. | |
| 3 | 60 - 73 | Удовлетворительно (зачтено) | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала. | |
| 2 | Ниже 60 | Неудовлетворительно (не зачтено) | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному | Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя. |

Краткая характеристика оценочных средств

| <i>№ п/п</i> | <i>Наименование оценочного средства</i> | <i>Краткая характеристика оценочного средства</i> | <i>Представление оценочного сред- ства в фонде</i> |
|------------------|---|---|---|
| 1 | Практическое занятие | В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться работать с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, составлять техническую документацию; выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления, определять характеристики различных веществ, объектов, явлений. Цель практических занятий заключается в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями. | Темы практических занятий; контрольные вопросы и задания по теме практического занятия |
| 2 | Коллоквиум | Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися. | Вопросы по темам/разделам дисциплины |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
Факультет: управления и автоматизации
Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий

Учебным планом по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» для обучающихся предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Оптимизация режимов работы электроэнергетических систем» в 1 семестре. Обучающимся предлагаются разноуровневые задачи и задания реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Практическое задание 1. «Решение линейных оптимизационных задач»

Цель задания. Закрепление теоретического материала по математической формализации линейных оптимизационных задач. Решение на персональных компьютерах (ПК) линейной задачи оптимального распределения ресурсов.

Задание:

Предприятие планирует выпускать продукцию, включающую три вида изделий ($i = 1, 2, 3$). Для изготовления каждого i -го изделия требуются три вида ресурсов: энергетические, финансовые и сырьевые ($j = 1, 2, 3$).

Наличие на предприятии каждого j -го ресурса ограничено величиной b_j ; норма расхода j -го ресурса на одно i -е изделие составляет a_{ji} ; прибыль от реализации одного i -го изделия составляет z_i .

Требуется определить, при каком количестве изделий каждого вида прибыль предприятия будет максимальной?

Исходные данные приведены в табл. 3.5.1.

Методические указания:

На основании исходных данных составляется математическая модель линейной задачи.

Ниже на примере линейной задачи достаточно подробно рассмотрены основные этапы ввода исходной информации и решения оптимизационных задач на ПК.

Таблица 3.5.1

| Параметр | Последняя цифра шифра студента | | | | | | | | | |
|----------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| b_1 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 90 | 80 | 70 | 100 | 80 |
| b_2 | 110 | 100 | 90 | 110 | 80 | 120 | 70 | 120 | 90 | 100 |
| b_3 | 140 | 130 | 120 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 140 | 120 |
| a_{11} | 2,5 | 3,5 | 3 | 4 | 3 | 3,5 | 3,5 | 3 | 4 | 3 |
| a_{12} | 2 | 2,5 | 3,5 | 5 | 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3,5 |
| a_{13} | 6 | 3 | 4 | 4,5 | 5 | 2,5 | 4,5 | 3,5 | 3,5 | 2,5 |
| a_{21} | 5 | 4 | 4 | 5 | 4,5 | 6 | 3 | 5,5 | 3 | 4 |
| a_{22} | 6 | 3 | 4,5 | 6 | 4 | 5 | 4 | 2 | 5 | 5 |
| a_{23} | 7 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5,5 | 5 | 6 | 4 | 3,5 |
| a_{31} | 6 | 7 | 5,5 | 5,5 | 5 | 6 | 4 | 6 | 4 | 3,5 |
| a_{32} | 5 | 6 | 5 | 6 | 4 | 5 | 5 | 2 | 5 | 4 |
| a_{33} | 7 | 5 | 6 | 5 | 8 | 4 | 6,5 | 7 | 4,5 | 3 |
| z_1 | 11 | 9 | 8 | 7 | 6 | 7 | 9 | 7 | 8 | 6 |
| z_2 | 9 | 8 | 7 | 8 | 5 | 9 | 8 | 6 | 9 | 7 |
| z_3 | 12 | 7 | 9 | 6 | 7 | 8 | 12 | 8 | 7 | 5 |

1. Размещение комментариев и исходной информации в рабочем поле

Процедура ввода исходных данных может быть достаточно разнообразной как по последовательности ввода, так и по выбору рабочих ячеек. Примем следующий порядок ввода: если в некоторую рабочую ячейку вводится цифровая или вычислительная информация, то в левую соседнюю ячейку вводится поясняющий текст (комментарий), не влияющий на решение задачи и служащий только для наглядности исходных данных.

Один из вариантов ввода исходной информации для решения задачи приведен в табл. 3.5.2. В ячейки $B2...B12$, $D10...D12$, $F10...F12$ помещена цифровая информация, соответствующая тексту слева.

В ячейках $H2...H4$ помещены начальные значения искомых переменных x_1 , x_2 и x_3 , принятые равными нулю. В ячейку $H7$ введено выражение для вычисления целевой функции

$$=B2*H2+B3*H3+B4*H4,$$

начальное значение которой равно нулю при начальных нулевых значениях искомых переменных.

В ячейки $B14...B16$ помещены выражения для вычисления левых частей ограничений-неравенств:

$$= B10*H2+D10*H3+F10*H4;$$

$$= B11*H2+D11*H3+F11*H4;$$

$$= B12*H2+D12*H3+F12*H4,$$

значения, которых равны нулю при начальных нулевых значениях переменных.

Таблица 3.5.2

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|-------------------------|-----|--------|-----|--------|---|----------------------|---|
| 1 | Исходные данные: | | | | | | Переменные | |
| 2 | Прибыль $Z1=$ | 8 | | | | | $x1=$ | 0 |
| 3 | $Z2=$ | 11 | | | | | $x2=$ | 0 |
| 4 | $Z3=$ | 12 | | | | | $x3=$ | 0 |
| 5 | Ресурсы: | | | | | | | |
| 6 | по энергии = | 50 | | | | | | |
| 7 | по финансам = | 100 | | | | | Целевая функция $Z=$ | 0 |
| 8 | по сырью = | 150 | | | | | | |
| 9 | Нормы расхода: | | | | | | | |
| 10 | по энергии $a11=$ | 2 | $a12=$ | 2 | $a13=$ | 3 | | |
| 11 | по финансам $a21=$ | 6 | $a22=$ | 5,5 | $a23=$ | 4 | | |
| 12 | по сырью $a31=$ | 4 | $a32=$ | 6 | $a33=$ | 8 | | |
| 13 | Левые части ограничений | | | | | | | |
| 14 | $a11x1+a12x2+a13x3=$ | 0 | | | | | | |
| 15 | $a21x1+a22x2+a23x3=$ | 0 | | | | | | |
| 16 | $a31x1+a32x2+a33x3=$ | 0 | | | | | | |

2. Команда «Сервис» и ввод информации в диалоговое окно «Поиск решения».

В главном меню активизируется команда «Сервис». Из содержания команды «Сервис» активизируется команда «Поиск решения»; на рабочем поле появляется диалоговое окно «Поиск решения» (табл. 3.5.3).

Таблица 3.5.3

| Поиск решения | |
|---|--|
| Установить целевую ячейку | <input type="text" value="H7"/> <input type="button" value="Выполнить"/> |
| Равной: <input checked="" type="radio"/> максимальному значению | <input type="button" value="Заккрыть"/> |
| <input type="radio"/> минимальному значению | |
| <input type="radio"/> значению <input type="text"/> | |
| Изменяя ячейки | <input type="button" value="Предположить"/> <input type="button" value="Параметры"/> |
| <input type="text" value="H2:H4"/> | |
| Ограничения | <input type="button" value="Добавить"/> |
| <input type="text" value="B14 <= B6"/> | <input type="button" value="Изменить"/> |
| <input type="text" value="B15 <= B7"/> | <input type="button" value="Восстановить"/> |
| <input type="text" value="B16 <= B8"/> | <input type="button" value="Удалить"/> |
| <input type="text" value="H2:H4 >= 0"/> | <input type="button" value="Справка"/> |

В этом диалоговом окне устанавливается адрес ячейки с выражением целевой функции $H7$. В перечне «Равной» отмечается кнопка «максимальному значению», поскольку требуется найти максимум целевой функции.

В окно «Изменяя ячейки» вводятся адреса ячеек с искомыми переменными $H2$, $H3$ и $H4$. Массив адресов ячеек вводится, как правило, через знак «точка с запятой». С целью сокращения процедуры ввода массив адресов ячеек, идущих по порядку, вводится адресами начальной и конечной ячеек через знак «двоеточие» $H2:H4$ (табл. 3.5.3).

При вводе данных в диалоговые окна у адресов ячеек автоматически появляется знак \$. Например, в табл. 3.5.3 адрес целевой ячейки будет выглядеть как $\$H\7 . Пусть этот факт не смущает пользователя, и он продолжает ввод исходных данных.

Для ввода ограничений в диалоговом окне «Поиск решения» активируется клавиша «Добавить», после чего открывается диалоговое окно «Добавление ограничения» (табл. 3.5.4). В окно «Ссылка на ячейку» вводится адрес

ячейки, содержащей левую часть ограничения. В среднем окне после активирования клавиши « » и выбирается вид ограничения (\leq , \geq , $=$ и др.). В окне «Ограничение» вводится число или адрес ячейки, содержащей правую часть ограничения. Табл. 3.5.4 иллюстрирует ввод ограничения по энергетическим ресурсам $B14 \leq B6$.

Таблица 3.5.4

| Добавление ограничения | | | |
|------------------------|--------|----------|-------------|
| Ссылка на ячейку | | | Ограничение |
| B14 | \leq | | B6 |
| | = | | |
| | \geq | | |
| | цел | | |
| | двоич | | |
| OK | Отмена | Добавить | Справка |

После ввода очередного ограничения активируется клавиша «Добавить» и вводится следующее ограничение. После ввода всех ограничений активируется клавиша «ОК», в результате чего автоматически осуществляется переход к диалоговому окну «Поиск решения» (табл. 3.5.3). В окне «Ограничения» (табл. 3.5.3) будут находиться все ограничения решаемой задачи. Граничные условия неотрицательности переменных учитываются в виде ограничения $H2:H4 \geq 0$.

3. Ввод информации в диалоговое окно «Параметры поиска решения»

После ввода исходных данных в диалоговом окне «Поиск решения» активируется клавиша «Параметры», в результате чего раскрывается диалоговое окно «Параметры поиска решения». В этом окне отмечается значком «V» позиция «Линейная модель», что обеспечивает решение задачи симплекс - методом. Все остальные позиции и команды этого окна можно использовать без изменения, поскольку они подходят для решения большинства оптимизационных задач.

В окне «Параметры поиска решения» активизируется клавиша «ОК», и на рабочем поле появляется уже знакомое диалоговое окно «Поиск решения».

4. Получение решения

В диалоговом окне «Поиск решения» активируется клавиша «Выполнить». Компьютер проводит вычисления. На рабочем поле появляются результаты вычислений (табл. 3.5.5):

- значения искомых переменных x_1 , x_2 и x_3 в ячейках $H2$, $H3$ и $H4$;
- максимальное значение целевой функции в ячейке $H7$;
- левые части ограничений в ячейках $B14$, $B15$ и $B16$.

Здесь же на рабочем поле появляется диалоговое окно «Результаты поиска решения». После активирования клавиши «ОК» этого окна на рабочем поле остаются результаты решения (табл. 3.5.5).

Таблица 3.5.5

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|-------------------------|-----|--------|-----|--------|---|----------------------|----------|
| 1 | Исходные данные: | | | | | | Переменные | |
| 2 | Прибыль $Z1=$ | 8 | | | | | $x1=$ | 0 |
| 3 | $Z2=$ | 11 | | | | | $x2=$ | 11,76471 |
| 4 | $Z3=$ | 12 | | | | | $x3=$ | 8,823529 |
| 5 | Ресурсы: | | | | | | | |
| 6 | по энергии = | 50 | | | | | | |
| 7 | по финансам = | 100 | | | | | Целевая функция $Z=$ | 235,2941 |
| 8 | по сырью = | 150 | | | | | | |
| 9 | Нормы расхода: | | | | | | | |
| 10 | по энергии $a11=$ | 2 | $a12=$ | 2 | $a13=$ | 3 | | |
| 11 | по финансам $a21=$ | 6 | $a22=$ | 5,5 | $a23=$ | 4 | | |
| 12 | по сырью $a31=$ | 4 | $a32=$ | 6 | $a33=$ | 8 | | |
| 13 | Левые части ограничений | | | | | | | |
| 14 | $a11x1+a12x2+a13x3=$ | 50 | | | | | | |
| 15 | $a21x1+a22x2+a23x3=$ | 100 | | | | | | |
| 16 | $a31x1+a32x2+a33x3=$ | 141 | | | | | | |

Содержание отчета

Отчет по заданию должен содержать:

- цель занятия;
- формулировку задачи;
- исходные данные;
- математическую модель задачи;
- результаты решения задачи на ПК (распечатку табл. 3.5.5).

Практическое задание 2. «Решение нелинейных оптимизационных задач»

Цель задания. Закрепление теоретического материала по математической формализации нелинейных оптимизационных задач. Решение на ПК задачи оптимального размещения мощности компенсирующих устройств в схеме электроснабжения.

Задание: В схеме электроснабжения (рис. 3.5.1) следует распределить между узлами 1, 2 и 3 суммарную мощность компенсирующих устройств, равную Q_k . Критерий оптимальности – минимум потерь активной мощности в схеме. Напряжение сети U , активные сопротивления линий R_i , реактивные нагрузки узлов Q_i и суммарная мощность компенсирующих устройств Q_k заданы в табл. 3.5.6.

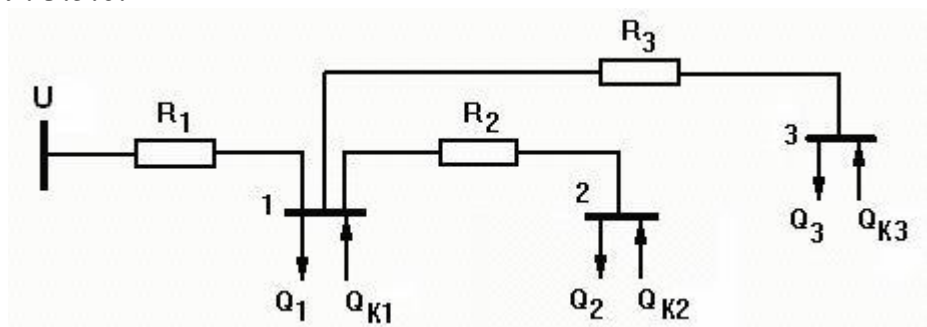


Рис.3.5.1. Схема электроснабжения

Таблица 3.5.6

| Параметр | Последняя цифра шифра студента | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| U , кВ | 10 | 6 | 10 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 6 | 10 |
| R_1 , Ом | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,7 |
| R_2 , Ом | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 0,8 | 0,4 | 0,5 |
| R_3 , Ом | 0,7 | 0,8 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,5 |
| Q_1 , квар | 500 | 300 | 500 | 500 | 600 | 400 | 500 | 600 | 700 | 600 |
| Q_2 , квар | 400 | 400 | 400 | 500 | 500 | 500 | 400 | 500 | 300 | 700 |
| Q_3 , квар | 600 | 700 | 500 | 500 | 700 | 300 | 400 | 400 | 500 | 700 |
| Q_k , квар | 1100 | 1000 | 1200 | 1300 | 1400 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 |

Методические указания:

Искомые мощности компенсирующих устройств в узлах 1, 2 и 3 обозначим как Q_{k1} , Q_{k2} и Q_{k3} (рис. 3.5.1).

Потери активной мощности (целевая функция) при установке в схеме компенсирующих устройств составят

$$\Delta P = a_1(Q_1 + Q_2 + Q_3 - Q_{k1} - Q_{k2} - Q_{k3})^2 + a_2(Q_2 - Q_{k2})^2 + a_3(Q_3 - Q_{k3})^2,$$

где $a_i = R_i/U^2$, $i = 1, 2, 3$.

Ограничение по суммарной мощности компенсирующих устройств будет иметь вид

$$Q_{k1} - Q_{k2} - Q_{k3} = Q_k.$$

Граничными условиями будут условия неотрицательности переменных

$$Q_{ki} \geq 0, \quad i = 1, 2, 3.$$

Ввод исходных данных и получение результатов решения задач нелинейного программирования принципиально не отличаются от таковых при решении линейных задач.

Рабочее поле ввода исходной информации показано в табл. 3.5.7. В ячейках B2...B12 находится числовая исходная информация. Искомые значения переменных Q_{k1} , Q_{k2} и Q_{k3} находятся в ячейках F2, F3 и F4. Начальные значения этих переменных принимаются равными нулю. В ячейке F9 находится выражение для вычисления целевой функции

$$= B10*(B2+B3+B4-F2-F3-F4)^2 + B11*(B3-F3)^2 + B12*(B4-F4)^2.$$

При нулевых начальных значениях переменных значение целевой функции составляет 11210 Вт.

В главном меню активизируется команда «Сервис». Из содержания команды «Сервис» активизируется команда «Поиск решения»; на рабочем поле появляется диалоговое окно «Поиск решения» (табл. 3.5.8), в котором:

- устанавливается адрес ячейки целевой функции F9;
- отмечается, что ищется минимальное значение целевой функции;
- указываются адреса ячеек с искомыми переменными F2:F4;
- через команду «Добавить» и диалоговое окно «Добавление ограничений» вводятся ограничения;
- через команду «Параметры» в диалоговом окне «Параметры поиска решения» снимается значок «V» с позиции «Линейная модель», поскольку решается нелинейная задача;
- через команду «Выполнить» ПК проводит вычисления.

Результаты решения нелинейной задачи будут представлены на рабочем поле (табл. 3.5.9).

Таблица 3.5.7

| | A | B | C | D | E | F |
|----|-------------------------|-------|---|---|-----------------------------|-------|
| 1 | Исходные данные: | | | | Переменные | |
| 2 | Q1= | 600 | | | Qk1= | 0 |
| 3 | Q2= | 500 | | | Qk2= | 0 |
| 4 | Q3= | 400 | | | Qk2= | 0 |
| 5 | R1= | 0,4 | | | | |
| 6 | R2= | 0,5 | | | | |
| 7 | R3= | 0,6 | | | | |
| 8 | U= | 10 | | | | |
| 9 | Qk= | 1000 | | | Целевая функция $\Delta P=$ | 11210 |
| 10 | $a1=R1/U^2=$ | 0,004 | | | | |
| 11 | $a2=R2/U^2=$ | 0,005 | | | | |
| 12 | $a3=R2/U^2=$ | 0,006 | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | Левые части ограничений | | | | | |
| 15 | $Qk1+Qk2+Qk3$ | 0 | | | | |

Таблица 3.5.8

Поиск решения

Установить целевую ячейку

Равной: ☐ максимальному значению
☒ минимальному значению
☐ значению

Изменяя ячейки

Ограничения

Таблица 3.5.9

| | A | B | C | D | E | F |
|----|-------------------------|-------|---|---|-----------------------------|------|
| 1 | Исходные данные: | | | | Переменные | |
| 2 | Q1= | 600 | | | Qk1= | 100 |
| 3 | Q2= | 500 | | | Qk2= | 500 |
| 4 | Q3= | 400 | | | Qk2= | 400 |
| 5 | R1= | 0,4 | | | | |
| 6 | R2= | 0,5 | | | | |
| 7 | R3= | 0,6 | | | | |
| 8 | U= | 10 | | | | |
| 9 | Qk= | 1000 | | | Целевая функция $\Delta P=$ | 1000 |
| 10 | $a1=R1/U^2=$ | 0,004 | | | | |
| 11 | $a2=R2/U^2=$ | 0,005 | | | | |
| 12 | $a3=R2/U^2=$ | 0,006 | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | Левые части ограничений | | | | | |
| 15 | $Qk1+Qk2+Qk3$ | 1000 | | | | |

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать: цель занятия;

- формулировку задачи;

- исходные данные;
- математическую модель задачи;
- результаты решения задачи на ПК (распечатку табл. 3.5.9).

Критерии оценки практических занятий

В 1 семестре обучающийся выполняет 2 практических задания.

Максимальный балл за практические задания составляет 30, минимальный балл – 18:

- *практическое задание 1 – max 15 баллов; min – 9 баллов;*
- *практическое задание 2 – max 15 баллов; min – 9 баллов.*

Итоговый рейтинг по практическим занятиям проставляется как среднее арифметическое полученных баллов за выполнение 2 практических заданий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
Факультет: управления и автоматизации
Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий

Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование)

Профиль/программа: «Инновационные технологии в электрохозяйстве нефтехимических предприятий»
(наименование)

Коллоквиум

по дисциплине «Оптимизация режимов работы электроэнергетических систем»

Ответить на вопросы открытого типа и выполнить предложенные задания.

Коллоквиум № 1

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?

Коллоквиум № 2

1. К какому классу задач относится транспортная задача?
2. Для решения какой оптимизационной задачи применим вычислительный аппарат транспортной задачи?
3. Какие ограничения имеют место в транспортной задаче?

4. Какой основной метод используется для решения транспортной задачи?
5. Какова размерность транспортной матрицы в задаче без транзита мощности (n - количество источников, m - количество потребителей)?
6. Какова удельная стоимость передачи транзитной мощности через узел электрической сети?
7. Какова размерность транспортной матрицы в задаче с транзитом мощности (n - количество источников, m - количество потребителей)?
8. Выберите выражение целевой функции в транспортной задаче с транзитом мощности.
9. Каково условие допустимого решения в транспортной задаче?
10. Каково условие оптимального решения в транспортной задаче?

Коллоквиум № 3

1. Назовите один из методов решения нелинейных оптимизационных задач.
2. Какая задача энергетики решается методом нелинейного программирования?
3. Что показывает градиент функции?
4. Чему равен градиент функции в точке ее экстремума?
5. Для решения каких задач применяются градиентные методы?
6. Для решения каких задач применяется метод Лагранжа?
7. Что представляют собой множители Лагранжа?
8. К какому классу задач относится задача минимизации потерь мощности при размещении компенсирующих устройств в схеме электроснабжения?
9. Заданы целевая функция $Z = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2$ и ограничение $x_1 + x_2 = 3$. Какова запись функции Лагранжа?
10. Заданы целевая функция $Z = x_1^2 + x_2^2 - 2x_1x_2$ и ограничения $x_1 + x_2 = 9$ и $x_1 - x_2 = 4$. Какова запись функции Лагранжа?

В 1 семестре обучающийся выполняет 3 коллоквиума.

Максимальный балл за коллоквиумы составляет 30, минимальный балл –18:

- коллоквиум 1 – *max 10 баллов; min – 6 баллов;*
- коллоквиум 2 – *max 10 баллов; min – 6 баллов;*
- коллоквиум 3 – *max 10 баллов; min – 6 баллов.*

Итоговый рейтинг по практическим занятиям проставляется как среднее арифметическое полученных баллов за выполнение 3 коллоквиумов.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
Факультет: управления и автоматизации
Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий

Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование)

Профиль/программа: «Инновационные технологии в электрохозяйстве нефтехимических предприятий»
(наименование)

Вопросы к зачету
по дисциплине «Оптимизация режимов работы электроэнергетических систем»

Вопросы по теме № 1

«Введение. Основные понятия и определения»

1. Поясните понятия: оптимизация, оптимальное решение, оптимизационная задача.
2. Что такое критерий оптимальности? Приведите примеры критериев оптимальности.
3. Назовите основные этапы решения оптимизационной задачи.
4. Какие виды исходной информации имеют место при решении оптимизационных задач?
5. Что такое математическая модель оптимизационной задачи и каковы составляющие этой модели?
6. Что представляет собой целевая функция?
7. Что представляют собой ограничения?
8. Что представляют собой граничные условия?
9. Как осуществляется перевод ограничений-неравенств в равенства?
10. Каковы основные методы решения оптимизационных задач?

Вопросы по теме № 2

«Линейные оптимизационные задачи»

1. Запишите в общем виде математическую модель линейной оптимизационной задачи.
2. Запишите в табличном виде математическую модель линейной оптимизационной задачи.
3. Дайте определения допустимого и оптимального решения задачи.
4. Поясните понятия: базисные переменные, свободные переменные.
5. Поясните понятия: разрешающая строка, разрешающий столбец, разрешающий коэффициент.
6. Как осуществляется пересчет коэффициентов разрешающей строки и разрешающего столбца при переводе одной из базисных переменных в разряд свободных, а одной из свободных переменных в разряд базисных?

7. Как осуществляется пересчет остальных коэффициентов при переводе одной из базисных переменных в разряд свободных, а одной из свободных переменных в разряд базисных?
8. Какой основной метод решения линейных задач?
9. Каковы основные этапы симплекс-метода?
10. Каково условие допустимого решения в симплекс-методе?
11. Каково условие оптимального решения в симплекс-методе?

Вопросы по теме № 3

«Транспортные задачи электроэнергетики»

1. Дайте определение транспортной задачи.
2. Запишите в общем виде математическую модель транспортной задачи.
3. Какие ограничения имеют место в транспортной задаче?
4. Поясните понятие транзит мощности.
5. Как получить допустимое решение в транспортной задаче?
6. Какой основной метод решения транспортных задач?
7. Можно ли решить транспортную задачу симплекс-методом?
8. Поясните понятие «цикл пересчета транспортной матрицы».
9. По какому выражению определяются потенциалы строк и столбцов?
10. Каково условие оптимального решения в транспортной задаче?

Вопросы по теме № 4

«Нелинейные оптимизационные задачи»

1. Запишите в общем виде математическую модель нелинейной оптимизационной задачи.
2. Назовите основные методы решения нелинейных оптимизационных задач.
3. Поясните понятия: безусловный и условный экстремум.
4. Назовите методы решения нелинейных задач.
5. Поясните суть градиентных методов решения нелинейных задач.
6. Поясните суть метода неопределенных множителей Лагранжа.
7. Запишите в общем виде функцию Лагранжа для нелинейной функции и двух ограничений.
8. Поясните термин «компенсирующее устройство».
9. Приведите условие оптимального распределения компенсирующих устройств в радиальной схеме.
10. Приведите условие оптимального распределения компенсирующих устройств в магистральной схеме.

Вопросы по теме № 5

«Оптимизационные задачи с целочисленными и дискретными переменными»

1. Поясните термины: целочисленная, двоичная, дискретная переменные.
2. Приведите примеры целочисленных оптимизационных задач.
3. Приведите характерное для целочисленных задач ограничение.
4. Приведите примеры дискретных оптимизационных задач.
- Приведите характерные для дискретных задач ограничения.

Максимальный балл за зачет с оценкой составляет 40, минимальный балл – 24.