ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Северо-Кавказский филиал
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики»

Кафедра общенаучной подготовки

Основы теории и методы оптимизации

Методические указания по практическим занятиям

для студентов очной и заочной форм обучения
Направление подготовки – **09.03.01 «**Информатика и вычислительная техника»
Профиль «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»

Ростов-на-Дону
2019

УДК 51.38
ББК 22.18
Е 91

Ефимов С.В. Методические указания по практическим занятиям по дисциплине «Основы теории и методы оптимизации». – Ростов н/Д: Полиграфический центр СКФ МТУСИ. – 2019. – 14 с.: ил.

Рассматриваются основные понятия и практические задачи по дисциплине. Представлен подробный анализ каждого практического занятия по дисциплине. Предназначено для направления подготовки 09.03.01 ИВТ всех форм обучения.

Составители: Ефимов С.В. к.ф.-м.н., доцент
Рецензент: Костецкая Г.С. к.ф.-м.н., доцент каф. ОНП

Рассмотрены и одобрены
на заседании кафедры Общенаучной подготовки
Протокол от 20.06.2016 г. № 10

Издательство СКФ МТУСИ

Сдано в набор 20.06.16. Изд. № 275 . Подписано в печать 18.12.17 . Зак. № 288
Печ. листов 3,63 . Учетно-изд. л. 2,9 Печать оперативная. Тир.10 экз.
Отпечатано в Полиграфическом центре СКФ МТУСИ, Серафимовича, 62.

Очная форма обучения

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Поиск опорных решений СЛУ с помощью МЖИ. Применение метода ложного базиса.

1. Цель занятия:
Выработать умения и навыки работы с симплексными таблицами, научить находить опорные решения систем линейных уравнений (СЛУ) с помощью модифицированных жордановых исключений (МЖИ), научить применять метод ложного базиса для поиска первоначального опорного решения.

2. Краткие теоретические сведения:
Справочный материал и разобранные примеры можно найти в следующих источниках: **[1]** с.31–35, **[2]** с.34–46.

3.Задание:
Найти опорные решения СЛУ с помощью МЖИ:

а) $\begin{cases} x_1 \quad + x_3 = 4 \\ \quad x_2 - 2x_3 = 5 \end{cases}$, б) $\begin{cases} 2x_1 \quad - 4x_3 + x_4 = 2 \\ \quad x_2 + 2x_3 - 8x_4 = 3 \end{cases}$, в) $\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 = 1 \\ \quad 3x_2 + x_3 + x_4 = 4 \end{cases}$,

г) $\begin{cases} x_1 - x_2 + 4x_3 = 3 \\ x_1 + x_2 - 2x_3 = -1 \\ 2x_1 \quad + 2x_3 = 2 \end{cases}$, д) $\begin{cases} x_1 + x_2 - 2x_3 - x_4 = 2 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 + x_4 = 0 \end{cases}$, е) $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 + 2x_4 = 2 \\ x_1 + 2x_2 - x_3 - x_4 = 1 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 1 \end{cases}$.

4. Порядок выполнения задания:
4.1. Записать определение опорного решения СЛУ.
4.2. Записать правила МЖИ.
4.3. Записать идею метода ложного базиса.
4.4. Решить примеры, см. п.3.

5. Контрольные вопросы:
5.1. Что называется опорным решением СЛУ?
5.2. Какой принцип построения симплексной таблицы?
5.3. В чем состоят модифицированные жордановы исключения?
5.4. В чем состоит метод ложного базиса?
5.5. Какова геометрическая интерпретация опорных решений СЛУ?

6. Отчет:
Конспект практического занятия №1.

7. Список литературы:
[1] Исследование операций в экономике. Под редакцией Кремера Н.Ш. – М.: ЮНИТИ, 2013.
[2] Шапкин А.С., Мазаева Н.П. Математические методы и модели исследования операций. – М.: Дашков и К, 2004.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Поиск неотрицательных опорных решений СЛУ. Поиск вершин многогранника в арифметическом n-мерном пространстве методом дополнительных переменных.

1. Цель занятия:
Выработать умения и навыки применения принципа минимального симплексного отношения, научить находить неотрицательные опорные решения СЛУ путем неполного перебора (избегая все остальные опорные решения), научить применять метод дополнительных переменных для поиска вершин многогранника в арифметическом n-мерном пространстве.

2. Краткие теоретические сведения:
Справочный материал и разобранные примеры можно найти в следующих источниках: **[1]** с.31–50, **[2]** с.58–62.

3.Задание:
3.1. Найти неотрицательные опорные решения СЛУ:

а) $\begin{cases} x_1 \quad + 2x_3 = \ \ 4 \\ \quad x_2 \ - x_3 = -1 \end{cases}$, б) $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 3 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 + 3x_4 = 4 \end{cases}$, в) $\begin{cases} 3x_1 + x_2 + 5x_3 - 2x_4 = 3 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 - x_4 = 1 \\ 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4 = 2 \end{cases}$.

3.2. Найти вершины многогранников:

а) $\begin{cases} 3x_1 + x_2 - 2x_3 + x_4 = 3 \\ x_1 - 2x_2 + 3x_3 - x_4 = 1 \\ \overline{x} \geq \overline{0} \end{cases}$, б) $\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 8 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 4 \\ \overline{x} \geq \overline{0} \end{cases}$, в) $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 5 \\ x_1 - x_2 + x_3 - x_4 = 1 \\ \overline{x} \geq \overline{0} \end{cases}$,

г) $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 + 3x_4 \leq 7 \\ 2x_1 - x_2 + x_3 + 2x_4 = 4 \\ 3x_1 - x_2 + 2x_3 - x_4 \geq 3 \\ \overline{x} \geq \overline{0} \end{cases}$.

4. Порядок выполнения задания:
4.1. Записать определение неотрицательного опорного решения СЛУ.
4.2. Записать принцип минимального симплексного отношения.
4.3. Записать идею метода дополнительных переменных.
4.4. Решить примеры, см. п.3.

5. Контрольные вопросы:
5.1. Что называется неотрицательным опорным решением СЛУ?
5.2. Что называется симплексным отношением?
5.3. Что гарантирует применение принципа минимального симплексного отношения?
5.4. Как найти вершины канонического многогранника?
5.5. В чем состоит метод дополнительных переменных?
5.6. Какова геометрическая интерпретация метода дополнительных переменных?

6. Отчет:
Конспект практического занятия №2.

7. Список литературы:

[1] Исследование операций в экономике. Под редакцией Кремера Н.Ш. – М.: ЮНИТИ, 2013.
[2] Шапкин А.С., Мазаева Н.П. Математические методы и модели исследования операций. – М.: Дашков и К, 2004.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

Контрольная работа №1 по теме «Опорные решения СЛУ и вершины многогранника».

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

Решение канонической ЗЛП симплекс-методом.

1. Цель занятия:
Выработать умения и навыки решения канонической задачи линейного программирования (ЗЛП) симплекс-методом, научить пониманию симплекс-метода как целенаправленного перебора вершин многогранника допустимых решений.

2. Краткие теоретические сведения:
Справочный материал и разобранные примеры можно найти в следующих источниках: **[1]** с.50–56, 66–85, **[2]** с.57–62, **[3]** с.56–59, 62–68.

3.Задание:
Решить задачи линейного программирования:

а) $f(\overline{x}) = x_1 - x_2 + 2x_3 \to \max$ при $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 3 \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 = 5 \end{cases}$, $\overline{x} \geq \overline{0}$,

б) $f(\overline{x}) = 4x_1 + x_2 - x_3 \to \max$ при $\begin{cases} x_1 - x_2 + 5x_3 + x_4 = 6 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 = 1 \end{cases}$, $\overline{x} \geq \overline{0}$,

в) $f(\overline{x}) = 3x_1 + 2x_2 + x_3 \to \max$ при $\begin{cases} x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 4 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 = 3 \\ 2x_1 + 2x_2 + 5x_3 + x_4 = 7 \end{cases}$, $\overline{x} \geq \overline{0}$,

г) $f(\overline{x}) = 2x_1 + x_2 + x_3 \to \min$ при $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 = 4 \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 7 \end{cases}$, $\overline{x} \geq \overline{0}$,

д) $f(\overline{x}) = x_1 - x_2 + 4x_3 \to \min$ при $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 5 \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 5x_4 = 7 \end{cases}$, $\overline{x} \geq \overline{0}$,

е) $f(\overline{x}) = 5x_1 + 3x_2 + x_3 \to \min$ при $\begin{cases} x_1 - x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 5 \\ x_1 + x_2 - 2x_3 + x_4 = 1 \\ 2x_1 + x_3 + 3x_4 = 6 \end{cases}$, $\overline{x} \geq \overline{0}$.

4. Порядок выполнения задания:
4.1. Записать определение канонической ЗЛП.
4.2. Записать определение допустимого решения ЗЛП.
4.3. Записать определение оптимального решения ЗЛП.
4.4. Построить симплексную таблицу, адаптированную для решения канонической ЗЛП.
4.5. Записать критерий оптимальной симплексной таблицы.
4.6. Решить примеры, см. п.3.

5. Контрольные вопросы:
5.1. Что называется канонической ЗЛП?
5.2. Какой критерий оптимального решения задачи на максимум?
5.3. Какой критерий оптимального решения задачи на минимум?
5.4. Как выбирать генеральный элемент МЖИ для решения задачи на максимум?
5.5. Как выбирать генеральный элемент МЖИ для решения задачи на минимум?

6. Отчет:
Конспект практического занятия №4.

7. Список литературы:
[1] Исследование операций в экономике. Под редакцией Кремера Н.Ш. – М.: ЮНИТИ, 2013.
[2] Шапкин А.С., Мазаева Н.П. Математические методы и модели исследования операций. – М.: Дашков и К, 2004.
[3] Кузнецов Б.Т. Математические методы и модели исследования операций. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

Решение произвольных ЗЛП симплекс-методом.

1. Цель занятия:
Выработать умения и навыки приведения произвольной ЗЛП к каноническому виду, закрепить понимание симплекс-метода как целенаправленного перебора вершин многогранника допустимых решений.

2. Краткие теоретические сведения:
Справочный материал и разобранные примеры можно найти в следующих источниках: **[1]** с.66–85, **[2]** с.62–64, **[3]** с.59–62, 68–74.

3. Задание:
Решить примеры: **[1]** №№5.12–5.25 (выборочно, по рекомендации преподавателя).

4. Порядок выполнения задания:
4.1. Записать определение произвольной ЗЛП.
4.2. Записать определение допустимого решения ЗЛП.
4.3. Записать определение оптимального решения ЗЛП.
4.4. Построить симплексную таблицу, адаптированную для решения данной ЗЛП.
4.5. Записать критерий оптимальной симплексной таблицы.
4.6. Решить примеры, см. п.3.

5. Контрольные вопросы:
5.1. Что называется задачей линейного программирования?
5.2. Каким методом произвольная ЗЛП приводится к каноническому виду?
5.3. Какой признак оптимальной симплексной таблицы задачи на максимум?
5.4. Какой признак оптимальной симплексной таблицы задачи на минимум?

6. Отчет:
Конспект практического занятия №5.

7. Список литературы:
[1] Исследование операций в экономике. Под редакцией Кремера Н.Ш. – М.: ЮНИТИ, 2013.
[2] Шапкин А.С., Мазаева Н.П. Математические методы и модели исследования операций. – М.: Дашков и К, 2004.
[3] Кузнецов Б.Т. Математические методы и модели исследования операций. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

Контрольная работа №2 по теме «Задачи линейного программирования».

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7

Решение ЗЛП двойственным методом.

1. Цель занятия:
Выработать умения и навыки составлять и решать стандартную двойственную пару ЗЛП, научить пониманию двойственности как фундаментального свойства в теории ЗЛП.

2. Краткие теоретические сведения:
Справочный материал и разобранные примеры можно найти в следующих источниках: **[1]** с.100–108, **[2]** с.91–118, **[3]** с.94–99, **[4]** с.287–288.

3. Задание:
3.1. Решить двойственным методом следующие ЗЛП:

а) $f(\overline{y}) = y_1 + 5y_2 \to \min$ при $\begin{cases} 3y_1 + y_2 \geq 4 \\ 5y_1 + 2y_2 \geq 7 \end{cases}$, $\overline{y} \geq \overline{0}$,

б) $f(\overline{y}) = 4y_1 + y_2 + 2y_3 \to \min$ при $\begin{cases} y_1 - y_2 + 5y_3 \geq 5 \\ y_1 + y_2 + 2y_3 \geq 4 \end{cases}$, $\overline{y} \geq \overline{0}$,

в) $f(\overline{y}) = 3y_1 + 2y_2 \to \min$ при $\begin{cases} y_1 + 3y_2 \geq 4 \\ y_1 + 5y_2 \geq 6 \\ 2y_1 + y_2 \geq 3 \end{cases}$, $\overline{y} \geq \overline{0}$,

г) $f(\overline{y}) = 2y_1 + y_2 + y_3 \to \min$ при $\begin{cases} 2y_1 + y_2 + 3y_3 \geq 6 \\ y_1 + 5y_2 - 2y_3 \geq 4 \\ y_1 + 2y_2 + 4y_3 \geq 7 \end{cases}$, $\overline{y} \geq \overline{0}$.

3.2. Построить двойственные задачи для следующих ЗЛП:

а) $f(\overline{x}) = 3x_1 + 2x_2 + x_3 + 5x_4 \to \max$ при $\begin{cases} 5x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 \leq 4 \\ 5x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 \geq 3 \\ x_1, x_3 \geq 0 \end{cases}$,

б) $f(\overline{x}) = 5x_1 + 3x_2 + x_4 \to \min$ при $\begin{cases} 8x_1 - x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 5 \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 = 1 \\ x_1 + 4x_2 - x_3 + 7x_4 \geq 3 \\ x_1 \geq 0 \\ x_2, x_3 \leq 0 \end{cases}$.

4. Порядок выполнения задания:
4.1. Записать определение стандартной двойственной пары ЗЛП.
4.2. Записать первую теорему двойственности.
4.3. Записать связь оптимальных симплексных таблиц стандартной двойственной пары ЗЛП.
4.4. Записать принцип построения произвольных двойственных пар ЗЛП.
4.5. Решить примеры, см. п.3.

5. Контрольные вопросы:
5.1. Что называется стандартной двойственной парой ЗЛП?
5.2. Какой физический смысл стандартной двойственной пары ЗЛП?
5.3. Как связаны оптимальные решения стандартной двойственной пары ЗЛП?
5.4. Как связаны коэффициенты двойственной пары ЗЛП?
5.5. Как связана направленность целевых функций двойственной пары ЗЛП?
5.6. Как связаны неравенства в двойственной паре ЗЛП?

6. Отчет:
Конспект практического занятия №7.

7. Список литературы:

[1] Исследование операций в экономике. Под редакцией Кремера Н.Ш. – М.: ЮНИТИ, 2013.
[2] Шапкин А.С., Мазаева Н.П. Математические методы и модели исследования операций. – М.: Дашков и К, 2004.
[3] Кузнецов Б.Т. Математические методы и модели исследования операций. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.
[4] Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2-х ч. Ч.I: Учеб. пособие для втузов. – М.: Высш. шк., 1997.

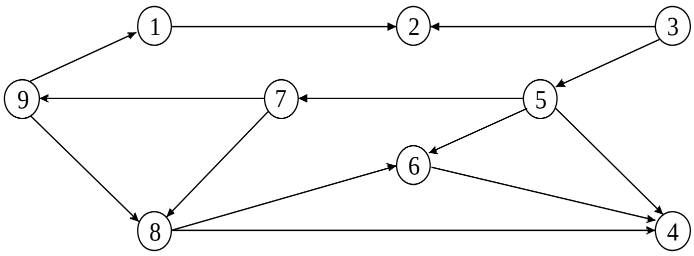
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

Упорядоченная перенумерация вершин орграфа. Поиск максимального потока сети путем ее постепенного насыщения.

1. Цель занятия:
Выработать умения и навыки решения типовых задач с графами и потоками в сетях.

2. Краткие теоретические сведения:
Справочный материал и разобранные примеры можно найти в следующем источнике: **[1]** с.208–223.

3. Задание:
3.1. Пронумеровать дуги орграфа, построить матрицу смежности вершин и матрицу инцидентности вершин и дуг:



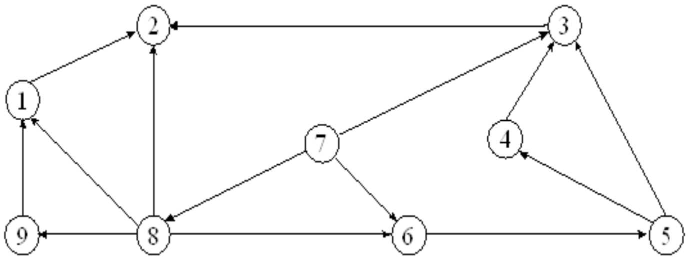
3.2. Восстановить орграф по его матрице смежности вершин:

Вершины Вершины	1	2	3	4	5
1		–1		+1	+1
2	+1		+1		–1
3		–1	±1	–1	
4	–1		+1		+1
5	–1	+1		–1	

3.3. Восстановить орграф по матрице инцидентности его вершин и дуг:

Дуги Вершины	1	2	3	4	5	6	7	8
1		–1			+1	–1		
2			–1	+1			+1	–1
3	–1						–1	
4		+1	+1					
5	+1			–1	–1	+1		+1

3.4. Упорядочить вершины орграфа. Перестроить орграф, разбив вершины на группы:



3.5. Восстановить сеть по матрице пропускных способностей. Найти максимальный поток сети путем ее постепенного насыщения и указать реализацию максимального потока. Проверить оптимальность решения по теореме Форда-Фалкерсона:

Вершины \ Вершины	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Источник **1**		6	3	1			
2	2		7	3	1		
3	5	7			1		
4	4	8				7	
5		4	1			4	4
6				2	6		3
Сток **7**					6	5	

4. Порядок выполнения задания:

4.1. Записать определения графа и орграфа.
4.2. Записать определение матрицы смежности вершин орграфа.
4.3. Записать определение матрицы инцидентности вершин и дуг орграфа.
4.4. Записать определения сети и потока сети.
4.5. Записать определение матрицы пропускных способностей сети.
4.6. Сформулировать теорему Форда-Фалкерсона.
4.6. Решить примеры, см. п.3.

5. Контрольные вопросы:

5.1. В чем различие графа и орграфа?
5.2. Что означает упорядоченная номерация вершин орграфа? Когда она возможна?
5.3. Что означает пробный поток сети?
5.4. Каким условиям удовлетворяет максимальный поток сети?

6. Отчет:

Конспект практического занятия №8.

7. Список литературы:

[1] Кузнецов Б.Т. Математические методы и модели исследования операций. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9

Контрольная работа №3 по теме «Двойственный метод. Оптимизация на графах».

<u>Заочная форма обучения</u>

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Поиск опорных решений СЛУ с помощью МЖИ. Применение метода ложного базиса. Поиск неотрицательных опорных решений СЛУ. Поиск вершин многогранника в арифметическом n-мерном пространстве методом дополнительных переменных.

1. Цель занятия:
Выработать умения и навыки работы с симплексными таблицами, научить находить опорные решения систем линейных уравнений (СЛУ) с помощью модифицированных жордановых исключений (МЖИ), научить применять метод ложного базиса для поиска первоначального опорного решения. Выработать умения и навыки применения принципа минимального симплексного отношения, научить находить неотрицательные опорные решения СЛУ путем неполного перебора (избегая все остальные опорные решения), научить применять метод дополнительных переменных для поиска вершин многогранника в арифметическом n-мерном пространстве.

2. Краткие теоретические сведения:
Справочный материал и разобранные примеры можно найти в следующих источниках: **[1]** с.31–50, **[2]** с.34–46, 58–62.

3.Задание:
3.1. Найти опорные решения СЛУ с помощью МЖИ:

а) $\begin{cases} 2x_1 \quad\; - 4x_3 + x_4 = 2 \\ \quad x_2 + 2x_3 - 8x_4 = 3 \end{cases}$, б) $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 + 2x_4 = 2 \\ x_1 + 2x_2 - x_3 - x_4 = 1 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 1 \end{cases}$.

3.2. Найти неотрицательные опорные решения СЛУ:

а) $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 3 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 + 3x_4 = 4 \end{cases}$, б) $\begin{cases} 3x_1 + x_2 + 5x_3 - 2x_4 = 3 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 - x_4 = 1 \\ 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4 = 2 \end{cases}$.

3.3. Найти вершины многогранников:

а) $\begin{cases} 3x_1 + x_2 - 2x_3 + x_4 = 3 \\ x_1 - 2x_2 + 3x_3 - x_4 = 1 \\ \overline{x} \geq \overline{0} \end{cases}$, б) $\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 8 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 4 \\ \overline{x} \geq \overline{0} \end{cases}$, г) $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 + 3x_4 \leq 7 \\ 2x_1 - x_2 + x_3 + 2x_4 = 4 \\ 3x_1 - x_2 + 2x_3 - x_4 \geq 3 \\ \overline{x} \geq \overline{0} \end{cases}$.

4. Порядок выполнения задания:
4.1. Записать определение опорного решения СЛУ.
4.2. Записать правила МЖИ.
4.3. Записать идею метода ложного базиса.
4.4. Записать определение неотрицательного опорного решения СЛУ.
4.5. Записать принцип минимального симплексного отношения.
4.6. Записать идею метода дополнительных переменных.
4.7. Решить примеры, см. п.3.

5. Контрольные вопросы:
5.1. Что называется опорным решением СЛУ?
5.2. Какой принцип построения симплексной таблицы?
5.3. В чем состоят модифицированные жордановы исключения?
5.4. В чем состоит метод ложного базиса?

5.5. Какова геометрическая интерпретация опорных решений СЛУ?
5.6. Что называется неотрицательным опорным решением СЛУ?
5.7. Что называется симплексным отношением?
5.8. Что гарантирует применение принципа минимального симплексного отношения?
5.9. Как найти вершины канонического многогранника?
5.10. В чем состоит метод дополнительных переменных?
5.11. Какова геометрическая интерпретация метода дополнительных переменных?

6. Отчет:
Конспект практического занятия №1.

7. Список литературы:
[1] Исследование операций в экономике. Под редакцией Кремера Н.Ш. – М.: ЮНИТИ, 2013.
[2] Шапкин А.С., Мазаева Н.П. Математические методы и модели исследования операций. – М.: Дашков и К, 2004.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Решение ЗЛП симплекс-методом.

1. Цель занятия:
Выработать умения и навыки решения задачи линейного программирования (ЗЛП) симплекс-методом, научить пониманию симплекс-метода как целенаправленного перебора вершин многогранника допустимых решений.

2. Краткие теоретические сведения:
Справочный материал и разобранные примеры можно найти в следующих источниках: **[1]** с.50–56, 66–85, **[2]** с.57–62, 62–64, **[3]** с.56–74.

3.Задание:
3.1. Решить канонические задачи линейного программирования:

а) $f(\overline{x}) = x_1 - x_2 + 2x_3 \to \max$ при $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 3 \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 = 5 \end{cases}$, $\overline{x} \geq \overline{0}$,

б) $f(\overline{x}) = 3x_1 + 2x_2 + x_3 \to \max$ при $\begin{cases} x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 4 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 = 3 \\ 2x_1 + 2x_2 + 5x_3 + x_4 = 7 \end{cases}$, $\overline{x} \geq \overline{0}$,

в) $f(\overline{x}) = x_1 - x_2 + 4x_3 \to \min$ при $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 5 \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 5x_4 = 7 \end{cases}$, $\overline{x} \geq \overline{0}$.

3.2. Решить примеры: **[1]** №№5.12–5.25 (выборочно, по рекомендации преподавателя).

4. Порядок выполнения задания:
4.1. Записать определение ЗЛП.
4.2. Записать определение допустимого решения ЗЛП.
4.3. Записать определение оптимального решения ЗЛП.
4.4. Построить симплексную таблицу, адаптированную для решения ЗЛП.
4.5. Записать критерий оптимальной симплексной таблицы.
4.6. Решить примеры, см. п.3.

5. Контрольные вопросы:
5.1. Что называется задачей линейного программирования?
5.2. Что называется канонической задачей линейного программирования?
5.3. Каким методом произвольная ЗЛП приводится к каноническому виду?
5.4. Как выбирать генеральный элемент МЖИ для решения задачи на максимум?
5.5. Как выбирать генеральный элемент МЖИ для решения задачи на минимум?
5.6. Какой признак оптимальной симплексной таблицы задачи на максимум?
5.7. Какой признак оптимальной симплексной таблицы задачи на минимум?

6. Отчет:
Конспект практического занятия №2.

7. Список литературы:
[1] Исследование операций в экономике. Под редакцией Кремера Н.Ш. – М.: ЮНИТИ, 2013.
[2] Шапкин А.С., Мазаева Н.П. Математические методы и модели исследования операций. – М.: Дашков и К, 2004.
[3] Кузнецов Б.Т. Математические методы и модели исследования операций. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.

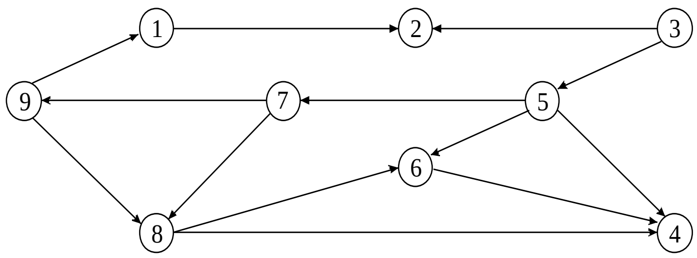
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

Оптимизация на графах: упорядоченная перенумерация вершин орграфа, поиск максимального потока сети путем ее постепенного насыщения и проверка по теореме Форда-Фалкерсона.

1. Цель занятия:
Выработать умения и навыки решения типовых задач с графами и потоками в сетях.

2. Краткие теоретические сведения:
Справочный материал и разобранные примеры можно найти в следующем источнике: **[1]** с.208–223.

3. Задание:
3.1. Пронумеровать дуги орграфа, построить матрицу смежности вершин и матрицу инцидентности вершин и дуг:



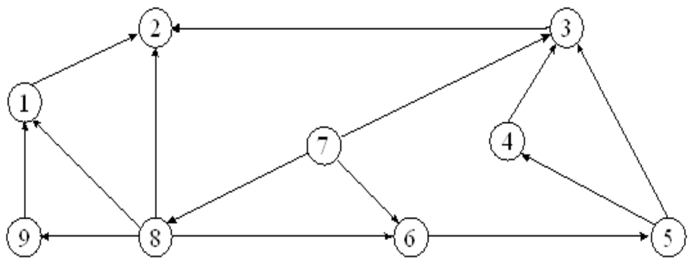
3.2. Восстановить орграф по его матрице смежности вершин:

Вершины / Вершины	1	2	3	4	5
1		–1		+1	+1
2	+1		+1		–1
3		–1	±1	–1	
4	–1		+1		+1
5	–1	+1		–1	

3.3. Восстановить орграф по матрице инцидентности его вершин и дуг:

Дуги / Вершины	1	2	3	4	5	6	7	8
1		–1			+1	–1		
2			–1	+1			+1	–1
3	–1						–1	
4		+1	+1					
5	+1			–1	–1	+1		+1

3.4. Упорядочить вершины орграфа. Перестроить орграф, разбив вершины на группы:



3.5. Восстановить сеть по матрице пропускных способностей. Найти максимальный поток сети путем ее постепенного насыщения и указать реализацию максимального потока. Проверить оптимальность решения по теореме Форда-Фалкерсона:

Вершины \ Вершины	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Источник **1**		6	3	1			
2	2		7	3	1		
3	5	7			1		
4	4	8				7	
5		4	1			4	4
6				2	6		3
Сток **7**					6	5	

4. Порядок выполнения задания:

4.1. Записать определения графа и орграфа.
4.2. Записать определение матрицы смежности вершин орграфа.
4.3. Записать определение матрицы инцидентности вершин и дуг орграфа.
4.4. Записать определения сети и потока сети.
4.5. Записать определение матрицы пропускных способностей сети.
4.6. Сформулировать теорему Форда-Фалкерсона.
4.6. Решить примеры, см. п.3.

5. Контрольные вопросы:

5.1. В чем различие графа и орграфа?
5.2. Что означает упорядоченная номерация вершин орграфа? Когда она возможна?
5.3. Что означает пробный поток сети?
5.4. Каким условиям удовлетворяет максимальный поток сети?

6. Отчет:

Конспект практического занятия №3.

7. Список литературы:

[1] Кузнецов Б.Т. Математические методы и модели исследования операций. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.