

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 02.09.2021 10:00:46  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждения высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра информационной безопасности

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 25 » 09 2018 г.



## МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Методические указания по выполнению самостоятельной  
работы  
для студентов направления подготовки бакалавриата  
10.03.01 «Информационная безопасность»

Курск 2018

УДК 519.6

Составитель: В.П. Добрица

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Информационные системы и технологии» Ю.А. Халин

**Методы оптимизации** [Текст]: методические указания по выполнению самостоятельной работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.П. Добрица. – Курск, 2018. – 20 с.: табл. 5. – Библиогр.: с. 18.

Содержатся сведения о темах для самостоятельного изучения по дисциплине «Методы оптимизации», необходимые для успешного освоения дисциплины. Указывается порядок выполнения самостоятельной работы всех предусмотренных учебным планом видов, приводятся рекомендации по оформлению результатов работы.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальности.

Предназначены для студентов направления подготовки бакалавриата 10.03.01 «Информационная безопасность».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 25.01.18. Формат 60x84 1/16.  
Усл.печ. л. 1,34. Уч.-изд. л. 1,21. Тираж 100 экз. Заказ 114. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## Содержание

1 Введение.....	4
2 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы.....	6
3 Запланированные виды самостоятельной работы по дисциплине.....	7
4 Оценивание знаний, умений, навыков.....	12
5 Рекомендации по выполнению самостоятельной работы.....	14
6 Контрольные вопросы для самоконтроля.....	15
7 Библиографический список.....	19

## 1 Введение

Самостоятельная работа - это индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя, но по его заданиям и под его контролем.

Самостоятельная работа студентов включает:

- изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы;
- отработку изучаемого материала по печатным и электронным источникам, конспектам лекций;
- подготовку к выполнению лабораторных работ;
- выполнение отчетов по лабораторным работам и подготовку к их защите;
- индивидуальные задания (решение задач, подготовка сообщений, докладов, исследовательские работы и т.п.);
- работу над творческими заданиями;
- подготовку кратких сообщений, докладов, рефератов, самостоятельное составление задач по изучаемой теме (по указанию преподавателя).

Назначение самостоятельной работы студентов.

- **Овладение знаниями**, что достигается:

чтением текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составлением плана текста, графическим структурированием текста, конспектированием текста, выписками из текста, работой со словарями и справочниками, поиском информации в сети Интернет и т.п.;

- **закрепление знаний**, что достигается:

работой с конспектом лекций, обработкой текста, повторной работой над учебным материалом (учебником, первоисточником, дополнительной литературой), составлением плана, составлением таблиц для систематизации учебного материала, ответами на контрольные вопросы, заполнением рабочей тетради, аналитической обработкой текста (аннотирование, рецензирование,

реферирование, конспект-анализ и др), составлением библиографии и т.п.;

- *формирование навыков и умений*, что достигается:

решением задач и упражнений по образцу, решением вариативных задач, выполнением схем, выполнением расчетов, решением ситуационных задач, подготовкой к дискуссиям, проектированием и моделированием разных видов и компонентов профессиональной деятельности, математическим описанием опытно экспериментальной работой и т.п.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от поставленной цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Текущий контроль качества выполнения самостоятельной работы может осуществляться с помощью:

- контрольного опроса;
- собеседования;
- автоматизированного программированного контроля (машинного контроля, тестирования с применением ЭВМ).

Контроль выполнения индивидуальных заданий осуществляется поэтапно в соответствии с разработанным преподавателем графиком.

## 2 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплины пользоваться учебно-методическими пособиями и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, периодической, справочной литературой в соответствии с Учебным планом (УП) и Рабочей программой данной дисциплины (РПД);

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет;

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств;

- путем разработки:

- заданий для самостоятельной работы;

- вопросов к экзамену;

- тестов;

- методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.;

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

### 3 Запланированные виды самостоятельной работы по дисциплине

В соответствии с учебным планом, на самостоятельную работу студентов в рамках дисциплины «Методы вычислений» отводится 54 часа. Распределение часов самостоятельной работы по темам (видам деятельности) приведено в рабочей программе дисциплины (Таблица 4.3).

В таблице 1 ниже приведены соответствующие сведения, взятые из Рабочей программы дисциплины.

Таблица 1 – Самостоятельная работа студентов в соответствии с рабочей программой дисциплины

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Постановка оптимизационных задач	1 неделя	2
1	Задачи линейного программирования	2 неделя	6
2	Элементы теории выпуклых множеств.	3 неделя	4
3	Решение ЗЛП симплекс таблицами.	4-7 недели	8
4	Устойчивость решения двойственной задачи линейного программирования.	8-10 недели	10
5	Транспортная задача и методы ее решения.	11-12 недели	8
6	Целочисленное программирование.	13 неделя	4
7	Задачи нелинейного программирования.	14 неделя	4
8	Метод множителей Лагранжа. Вариация функции и функционала. Интегральные функционалы. Интегрант.	15-18 недели	8
Итого			54

Текущий контроль знаний, основанный на выяснении качества самостоятельной работы студентов при работе с конспектом лекций и учебной основной и дополнительной литературой, производится в соответствии с Рабочей программой дисциплины (Таблица 7.3) и предусматривает контрольный опрос (КО) и собеседование (С).

В таблице ниже приведены соответствующие сведения, взятые из Рабочей программы дисциплины.

Таблица 2 – Формы текущего контроля в соответствии с рабочей программой дисциплины

№ п.п.	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Технологии формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				Наименование	№№ вопросов	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение и предмет курса «методы оптимизации».	ОПК-2	Лекция, СРС	КО С	1-4	Согласно таблице 7,2
2	Задачи линейного программирования	ОПК-2 ПК-11	Лекция, СРС Практические занятия	КО Работа 1	5-8	Согласно таблице 7,2
3	Элементы теории выпуклых множеств	ОПК-2	Лекция, СРС Практические занятия	КО Работа 2	14-20	Согласно таблице 7,2
4	Методы решения задач линейного программирования.	ОПК-2 ПК-11	Лекция, СРС Практические занятия	КО Работы 3, 4	14-20 29-33	Согласно таблице 7,2
5	Двойственные задачи линейного	ОПК-2 ПК-11	Лекция, СРС Практические	КО Работа 5	21-28	Согласно таблице 7,2



	программирования		ские занятия			
6	Транспортная задача	ОПК-2 ПК-11	Лекция, СРС Практические занятия	КО Работа 6	34-47	Согласно таблице 7,2
7	Задачи целочисленного о линейного программирования	ОПК-2 ПК-11	Лекция, СРС Практические занятия	КО Работа 7	48-51	Согласно таблице 7,2
8	Выпуклое и нелинейное программирования	ОПК-2 ПК-11	Лекция, СРС Практические занятия	КО Работы 8,9	52-70	Согласно таблице 7,2

Лекционные занятия проводятся в соответствии с Рабочей программой дисциплины (Таблица 4.1.1) и включают следующие темы.

Таблица 3 – Краткое содержание лекционного курса

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1.	Введение и предмет курса «методы оптимизации».	Общая постановка задачи оптимизации. Задача оптимизации Герона. Задача оптимизации Евклида. Задачи оптимизации в практической деятельности.
2.	Задачи линейного программирования	Линейные задачи оптимизации. Постановка задачи оптимизации ресурсов. Постановка задачи о смесях (рационе). Постановка транспортной задачи линейного программирования. Общая постановка задачи линейного программирования.
3.	Элементы теории выпуклых множеств	Элементы теории выпуклых множеств. Открытые и замкнутые множества. Многогранная область множества допустимых решений задач линейного программирования. Свойства множества решений задачи ЛП. Геометрический метод решения задачи ЛП. Алгоритм решения задач ЛП графическим методом.

4.	Методы решения задач линейного программирования.	Симплекс-метод решения ЗЛП. Критерий оптимальности линейной функции оптимизации при нахождении максимума. Критерий оптимальности линейной функции оптимизации при нахождении минимума. Алгоритм перевода базисного решения в область допустимых решений. Решение задачи ЛП симплекс-таблицами. Решение задачи о ресурсах с помощью симплекс-таблиц. Решение задачи ЛП с недопустимым первым решением. Метод искусственного базиса. Описание алгоритма метода искусственного базиса.
5.	Двойственные задачи линейного программирования	Двойственные ЗЛП. Двухэтапный симплекс-метод. Двойственная задача для задачи о ресурсах. Свойства двойственных задач ЛП. Первая теорема двойственности ЗЛП. Вторая теорема двойственности ЗЛП. Соответствие между переменными прямой и двойственной ЗЛП. Двойственный симплекс-метод. Описание двойственного симплекс-метода. Двухэтапный симплекс-метод. Несимметрическая двойственная задача. Понятие об устойчивости двойственных оценок.
6.	Транспортная задача	Закрытая транспортная задача. Общая постановка закрытой ТЗ. Метод «северо-западного угла» определения базисного плана перевозок. Метод «наименьших затрат» определения базисного плана перевозок. Критерий оптимальности базисного распределения поставок. Распределительный метод решения ТЗ. Алгоритм распределительного метода решения ТЗ. Открытые транспортные задачи. Метод потенциалов проверки оптимальности распределения ТЗ. Алгоритм решения ТЗ по методу потенциалов. Решение ТЗ методом дифференцируемых рент Применения транспортной модели к экономическим задачам. Транспортная задача с ограничениями.
7.	Задачи целочисленного линейного программирования	Задача о назначениях. Венгерский метод решения задачи о назначениях при максимизации функции цели. Венгерский метод решения задачи о назначениях при минимизации функции цели. Задачи целочисленного линейного программирования. Метод «отсечения» решения

		ЗЦЛП. Метод Гомори решения ЗЦЛП. Понятие о методе «ветвей и границ». Его использование в задачах ЦЛП.
8.	Выпуклое и нелинейное программирование	Выпуклое программирование. Классические методы решения задач оптимизации. Геометрический метод решения задач выпуклого программирования. Решение задач ВП методом кусочно-линейной аппроксимации. Задача параметрического программирования. Общая задача параметрического программирования. Нахождение решения ЗПП, целевая функция которой содержит параметр. Задачи динамического программирования. Управляемый процесс. Управление. Метод рекуррентных соотношений. Принцип оптимальности. Задача о загрузке. Её математическая модель. Поэтапное решение задачи о загрузке. Общая постановка задачи нелинейного программирования, её математическая модель. Применение метода множителей Лагранжа в случае, когда условия связи представляют собой неравенства. Вариация функции, допустимая вариация. Вариация функционала. Дифференциал Гато. Экстремум функционала. Строгий экстремум функционала. Интегральные функционалы. Интегрант. Необходимое условие экстремума функционала.

Основная литература для освоения дисциплины включает источники [1-2], дополнительная литература включает источники [3-7].

Практические занятия, предусмотренные Рабочей программой дисциплины, описаны в таблице 4.

Таблица 4– Практические занятия

	Наименование практического (семинарского) занятия	Объем, час.
1	2	3
1	Элементы теории выпуклых множеств.	2
2	Постановка задач линейного программирования.	2
3	Симплекс метод решения ЗЛП.	2

4	Метод искусственного базиса решения ЗЛП.	2
5	Двойственная задача для ЗЛП.	2
6	Транспортная задача.	2
7	Задачи целочисленного ЛП.	2
8	Параметрическое и динамическое программирование.	2
9	Задачи нелинейного программирования.	2
Итого		18

Рекомендации по выполнению практических заданий приведены в соответствующих методических указаниях к лабораторным работам [1-3]. Методические указания содержат полные требования к видам и объему самостоятельной работы при подготовке, выполнении, оформлении отчетов и защите лабораторных работ.

#### 4 Оценивание знаний, умений, навыков

Оценивание знаний, умений, навыков регулируются Положением П 02.016–2015 «О балльно-рейтинговой системе оценки качества освоения образовательных программ».

Порядок начисления баллов для текущего контроля результатов аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студентов по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы приведен в РПД (Таблица 7.4).

Таблица 5 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Выполнение лабораторной работы №1 «Теорема деления с остатком. Делимость и её свойства»	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»

Выполнение лабораторной работы №2 «Каноническое представление целых чисел. НОД. Взаимно простые числа. НОК»	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Выполнение лабораторной работы №3 «Сравнения и их свойства»	2	Выполнил, но «не защитил»	6	Выполнил и «защитил»
Выполнение лабораторной работы №4 «Системы сравнений первой степени. Сравнения второй степени»	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Выполнение лабораторной работы №5 «Непрерывные дроби»	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Выполнение лабораторной работы №6 «Группы, кольца, поля. Элементы теории многочленов»	2	Выполнил, но «не защитил»	6	Выполнил и «защитил»
Выполнение лабораторной работы №7 «Эллиптические кривые над полем. Точки эллиптической кривой и их свойства»	2	Выполнил, но «не защитил»	6	Выполнил и «защитил»
Выполнение лабораторной работы №8 «Эллиптические кривые над конечными полями»	2	Выполнил, но «не защитил»	6	Выполнил и «защитил»
Выполнение лабораторной работы №9 «Действия над точками эллиптической кривой»	2	Выполнил, но «не защитил»	6	Выполнил и «защитил»
Всего	18		48	
Посещаемость			16	
Сдача зачета			36	
ИТОГО	18		100	

## **5 Рекомендации по выполнению самостоятельной работы**

### **Изучение теоретических основ дисциплин**

Изучение теоретической части дисциплин способствует углублению и закреплению знаний, полученных на аудиторных занятиях, а также развивает у студентов творческие навыки, инициативу и умение рационально организовать свое время.

Самостоятельная работа при изучении дисциплины включает:

- работу над конспектом лекций;
- изучение рекомендованной литературы;
- поиск и ознакомление с информацией в сети Интернет;
- подготовку к различным формам контроля (контрольный опрос, собеседование, тесты);
- подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины, в том числе заданным преподавателем по результатам контроля знаний.

Материал, законспектированный в течение лекций, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников и литературы.

При освоении дисциплины сначала необходимо по каждой теме изучить рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. После этого следует разобраться с обоснованием утверждений. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем.

По требованию преподавателя конспект лекций предоставляется ему для проверки. Замеченные недостатки и внесенные замечания и предложения следует отработать в приемлемые сроки.

## **Практические задания**

При подготовке и защите практических заданий необходимо обращать особое внимание на полноту и грамотность выполнения отчета по работе, наличие в них кратких обоснований принимаемых решений и выводов по результатам работы. При несоответствии отчета этим требованиям преподаватель может возвращать его на доработку. При опросе студентов основное внимание обращается на усвоение ими основных теоретических положений, на которых базируется данная работа, и понимание того, как эти положения применяются на практике. Для освоения дисциплины в полном объеме студенту необходимо посещать все аудиторные занятия и самостоятельно прорабатывать полученный материал.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов осуществляется перед выполнением практических заданий, в процессе защиты отчета по работе, а так же на зачете.

При самостоятельном изучении дисциплины, подготовке к аудиторным занятиям и выполнении домашних заданий студенты должны использовать рекомендованную учебную литературу и учебно-методические указания. Источники информации доступны на сайте кафедры.

Самостоятельная работа осуществляется при подготовке к работе в соответствии с заданными темами, подготовке ответов к вопросам для самоконтроля и контрольным вопросам.

Отчет по практическим заданиям выполняется индивидуально или один на бригаду по решению преподавателя.

Отчет должен содержать все предусмотренные методическими указаниями разделы, включая задания и краткое изложение необходимого теоретического материала.

## **6 Контрольные вопросы для самоконтроля**

1. Общая постановка задачи оптимизации.
2. Задача оптимизации Герона.
3. Задача оптимизации Евклида.
4. Линейные задачи оптимизации.

5. Постановка задачи оптимизации ресурсов.
6. Постановка задачи о смесях (рационе).
7. Постановка транспортной задачи линейного программирования.
8. Общая постановка задачи линейного программирования.
9. Элементы теории выпуклых множеств.
10. Открытые и замкнутые множества.
11. Многогранная область множества допустимых решений задач линейного программирования.
12. Свойства множества решений задачи ЛП.
13. Геометрический метод решения задачи ЛП. Алгоритм решения задач ЛП графическим методом.
14. Симплекс-метод решения ЗЛП.
15. Критерий оптимальности линейной функции оптимизации при нахождении максимума.
16. Критерий оптимальности линейной функции оптимизации при нахождении минимума.
17. Алгоритм перевода базисного решения в область допустимых решений.
18. Решение задачи ЛП симплекс-таблицами.
19. Решение задачи о ресурсах с помощью симплекс-таблиц.
20. Решение задачи ЛП с недопустимым первым решением.
21. Двойственные ЗЛП.
22. Двойственная задача для задачи о ресурсах.
23. Свойства двойственных задач ЛП.
24. Первая теорема двойственности ЗЛП.
25. Вторая теорема двойственности ЗЛП.
26. Соответствие между переменными прямой и двойственной ЗЛП.
27. Двойственный симплекс-метод.
28. Описание двойственного симплекс-метода.
29. Метод искусственного базиса.



30. Описание алгоритма метода искусственного базиса.
31. Двухэтапный симплекс-метод.
32. Несимметрическая двойственная задача.
33. Понятие об устойчивости двойственных оценок.
34. Закрытая транспортная задача. Общая постановка закрытой ТЗ.
35. Метод «северо-западного угла» определения базисного плана перевозок.
36. Метод «наименьших затрат» определения базисного плана перевозок.
37. Критерий оптимальности базисного распределения поставок.
38. Распределительный метод решения ТЗ. Алгоритм распределительного метода решения ТЗ.
39. Открытые транспортные задачи.
40. Метод потенциалов проверки оптимальности распределения ТЗ.
41. Алгоритм решения ТЗ по методу потенциалов.
42. Решение ТЗ методом дифференцируемых рент.
43. Применение транспортной модели к экономическим задачам.
44. Транспортная задача с ограничениями.
45. Задача о назначениях.
46. Венгерский метод решения задачи о назначениях при максимизации функции цели.
47. Венгерский метод решения задачи о назначениях при минимизации функции цели.
48. Задачи целочисленного линейного программирования.
49. Метод «отсечения» решения ЗЦЛП.
50. Метод Гомори решения ЗЦЛП.
51. Понятие о методе «ветвей и границ». Его использование в задачах ЦЛП.

52. Выпуклое программирование. Классические методы решения задач оптимизации.

53. Геометрический метод решения задач выпуклого программирования.

54. Решение задач ВП методом кусочно-линейной аппроксимации.

55. Задача параметрического программирования.

56. Общая задача параметрического программирования.

57. Нахождение решения ЗПП, целевая функция которой содержит параметр.

58. Задачи динамического программирования.

59. Управляемый процесс. Управление.

60. Метод рекуррентных соотношений.

61. Принцип оптимальности.

62. Задача о загрузке. Её математическая модель.

63. Поэтапное решение задачи о загрузке.

64. Общая постановка задачи нелинейного программирования, её математическая модель.

65. Применение метода множителей Лагранжа в случае, когда условия связи представляют собой неравенства.

66. Вариация функции, допустимая вариация. Вариация функционала.

67. Дифференциал Гато.

68. Экстремум функционала. Строгий экстремум функционала.

69. Интегральные функционалы. Интегрант.

70. Необходимое условие экстремума функционала.

## **7 Библиографический список**

### **Основная учебная литература**

1. Аттетков, А. В. Введение в методы оптимизации [Текст]: учебное пособие / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. - М.: Финансы и статистика, 2008. - 272 с.
2. Гончаров, В. А. Методы оптимизации [Текст]: учебное пособие / В. А. Гончаров. - М.: Юрайт, 2010. - 191 с.

### **Дополнительная литература**

3. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Текст]: учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2005. - 544 с.
4. Алексеев, В. М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи [Текст]: задачник / В. М. Алексеев, Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров; Московский государственный университет им. Ломоносова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Физматлит, 2005. - 256 с.
5. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Текст]: учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - М.: Высшая школа, 2002. - 544 с.
6. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Текст]: учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2005. - 544 с.
7. Черноруцкий, И. Г. Методы оптимизации в теории управления [Текст]: учебное пособие / И. Г. Черноруцкий. - СПб.: Питер, 2004. - 256 с.

### **Перечень методических указаний**

1. Решение задач линейного программирования в Excel [Текст]: методические указания по выполнению лабораторной работы / Курский государственный технический университет, Кафедра программного обеспечения вычислительной техники; сост. А. В. Малышев. - Курск: КурскГТУ, 2009. - 19 с.

2. Решение задач линейного программирования в Excel [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторной работы / Курский государственный технический университет, Кафедра программного обеспечения вычислительной техники; сост. А. В. Малышев. - Курск: КурскГТУ, 2009. - 19 с.

3. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Методы оптимизации» для студентов специальности 140211.65 «Электроснабжение» / ЮЗГУ; сост.: А. Н. Горлов, В. И. Бирюлин. - Курск: ЮЗГУ, 2012. - 39 с.: ил. - Библиогр.: с. 9.