

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

*Миссия*  
« 10 »

С.Т. Князев



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1161162	Методы оптимизации

Екатеринбург

2022

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> Алгоритмы искусственного интеллекта	<b>Код ОП</b> 09.03.01
<b>Направление подготовки</b> Информатика и вычислительная техника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 09.03.01

Области образования, в рамках которых реализуется модуль образовательной программы по СУОС УрФУ :

<b>№ п/п</b>	<b>Перечень областей образования, для которых разработан СУОС УрФУ</b>	<b>Уровень подготовки</b>
1.	Инженерное дело, технологии и технические науки	бакалавриат

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Трофимов Сергей Павлович	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	Департамент информационных технологий и автоматики

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Методы оптимизации

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В модуле «Методы оптимизации» изучаются приемы формализации предметных областей и построения математических оптимальных моделей.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Методы оптимизации	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения
1	2	3
Методы оптимизации	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, в том числе в цифровой среде	УК-1. 3-8. Сделать обзор основных видов логики, законов логики, правил и методов анализа УК-1. 3-9. Демонстрировать понимание смысла построения логических формализованных систем, своеобразие системного подхода к изучению мышления по сравнению с другими науками УК-1. У-11. Анализировать, сопоставлять и систематизировать информацию, выводить умозаключения, опираясь на законы логики, и правильно формулировать суждения для решения поставленных задач УК-1. П-7. Иметь опыт разработки вариантов решения поставленных задач, совершая мыслительные процедуры и операции в

		соответствии с законами логики и правилами мышления УК-1. Д-6. Демонстрировать умения четко мыслить и эффективно принимать решения
--	--	---

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы оптимизации**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Трофимов Сергей Павлович	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	Департамент информационных технологий и автоматики

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания; Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общая постановка задачи оптимизации. Необходимые и достаточные условия экстремума функций	Классификация оптимизационных моделей. Задачи условной и безусловной оптимизации. Примеры математических моделей ЗЛП.  Понятия локального и глобального минимума  Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума.  Необходимые и достаточные условия условного экстремума при ограничениях типа равенств, неравенств и при смешанных ограничениях
P2	Численные методы поиска безусловного экстремума	Классификация методов.  Прямые методы поиска. Методы одномерной оптимизации. Методы многомерного поиска. Метод конфигураций. Метод Розенброка.  Методы с использованием производных. Градиентные методы. Метод наискорейшего спуска. Метод покоординатного спуска. Метод Ньютона-Рафсона.
P3	Задачи линейного программирования	Общая ЗЛП. Основные свойства ЗЛП.

		<p>Симплекс-метод Данцига. Теоремы обоснования и алгоритм симплекс-метода.</p> <p>Задача линейного целочисленного программирования. Метод ветвей и границ. Метод Гомори.</p> <p>Транспортная задача. Метод потенциалов.</p>
<b>P4</b>	Многокритериальная оптимизация для ЗЛП	Постановка и свойства многокритериальной задачи. Оптимальность по Парето. Метод ограничений при поиске компромиссных решений в задачах векторной оптимизации.
<b>P5</b>	Динамическое программирование	Постановка задачи и её свойства. Принцип оптимальности Беллмана. Основная рекуррентная формула. Задача о загрузке самолёта.
<b>P6</b>	Численные методы поиска условного экстремума	<p>Классификация методов. Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций. Метод барьеров.</p> <p>Методы возможных направлений. Метод Зойтендейка для случая линейных ограничений смешанного типа и нелинейных ограничений-неравенств. Метод проекции градиента.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	<p>Технология самостоятельной работы</p> <p>Технология анализа образовательных задач</p>	<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, в том числе в цифровой среде</p>	<p>УК-1. Д-6. Демонстрировать умения четко мыслить и эффективно принимать решения</p>

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

## **ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Методы оптимизации**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Шапкин, А. С.; Математические методы и модели исследования операций : учебник.; Дашков и К°, Москва; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452649> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Шолохович Ф.А. Высшая математика в кратком изложении. Екатеринбург: Уральское издательство, 2006. 320с.
2. Седжвик Р. Фундаментальные алгоритмы на C++. Части 1-4. СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2002.-688 с.
3. Аттетков А.В., Галкин С.В., Зарубин В.С. Методы оптимизации - М.; Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 432 с.
4. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах. – М.; Высшая школа, 2005. – 544 с.
5. Васин В.В., Еремин И.И. Операторы и итерационные процессы фейеровского типа (теория и приложения). Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 200 с.

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

<http://e.lanbook.com/>

<http://www.tandfonline.com>

<http://onlinelibrary.wiley.com/>

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

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека. Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>, свободный.
2. Список библиотек, доступных в Интернет и входящих в проект «Либне». Режим доступа: <http://www.valley.ru/-nicr/listrum.htm>, свободный.
3. Российская национальная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru>, свободный.
4. Библиотека нормативно-технической литературы. Режим доступа: <http://www.tehлит.ru>, свободный.
5. Электронная библиотека нормативно-технической документации. Режим доступа: <http://www.technormativ.ru>, свободный.
6. Библиотека В. Г. Белинского. Режим доступа: <http://book.uraic.ru>, свободный.



7. Электронный каталог Зональной научной библиотеки УрФУ. Режим доступа <http://opac.urfu.ru/>, свободный.
8. Электронно-библиотечная система «Лань». Режим доступа <https://e.lanbook.com/>
9. CONSENSUS: корпоративная сеть библиотек Урала. Режим доступа: <http://consensus.urfu.ru>.
10. Научная электронная библиотека Elibrary. Режим доступа: <http://elibrary.ru>
11. Информационные технологии и сервисы. Онлайн-курс. Режим доступа: <https://openedu.ru/course/urfu/ITS/>
12. <http://eor.edu.ru/>
13. <https://www.computerra.ru/>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Методы оптимизации

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Не требуется

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
Методы оптимизации**

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Трофимов Сергей Павлович	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	Департамент информационных технологий и автоматики

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Методы оптимизации

1.	• Объем дисциплины в зачетных единицах	• 3	
2.	• Виды аудиторных занятий	Лекции Практические занятия	
3.	• Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	• Текущая аттестация	Домашняя работа	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Методы оптимизации

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1.1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, в том числе в цифровой среде	<p>УК-1. 3-8. Сделать обзор основных видов логики, законов логики, правил и методов анализа</p> <p>УК-1. 3-9. Демонстрировать понимание смысла построения логических формализованных систем, своеобразие системного подхода к изучению мышления по сравнению с другими науками</p> <p>УК-1. У-11. Анализировать, сопоставлять и систематизировать информацию, выводить умозаключения, опираясь на законы логики, и правильно формулировать суждения для решения поставленных задач</p> <p>УК-1. П-7. Иметь опыт разработки вариантов решения поставленных задач, совершая мыслительные процедуры и операции в соответствии с законами логики и правилами мышления</p> <p>УК-1. Д-6. Демонстрировать умения четко мыслить и эффективно принимать решения</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Практические занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Зачет</p>

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа</i>	6,8	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>выполнение практических работ</i>	6,1-16	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		

#### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – не предусмотрено</b>		

**Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено**

#### **4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

##### **Критерии оценивания учебных достижений обучающихся**

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

##### **Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>	<b>Качественная характеристика уровня</b>	
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)

2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### 5.1.2. Практические занятия

Примерный перечень тем

1. Порядки малости/роста бесконечных величин, скорости сходимости и порядки сложностей методов
2. Практическая реализация критериев оптимальности
3. Методы одномерной оптимизации и критерии останова
4. Методы оптимизации функций многих переменных
5. Линейное программирование. Симплекс-метод.

### 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

#### Базовый

##### 5.2.1. Домашняя работа

Имеется функция нескольких переменных

$$F(x_1, x_2, x_3) = 3x_1^2 + x_2^2 + Vx_3^2 - x_1x_2 + x_1x_3 + 5x_1 - 2x_2 + Vx_3$$

1. Найти точки локального экстремума, используя критерии оптимальности 1-го и 2-го порядка.

2. Найти те же экстремумы в Excel с помощью сервисной функции «Поиск решения». Сделать вывод.
3. Проверить оптимальность найденного решения путем малых возмущений этого решения.
4. Задана начальная точка  $x^0 = (2, 1, -1)$ . С помощью градиента найдите точку  $x^1$ , в которой значение функции  $F$  уменьшится.
5. Является ли функция  $F$  в окрестности точки  $x^0 = (2, 1, -1)$  выпуклой или вогнутой функцией?

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Зачет

1. Классификация задач и методов оптимизации. Привести примеры для каждого критерия и каждого класса.
2. Бесконечно малая величина (БМВ) и бесконечно большая величина (ББВ). Старший моном БМВ. Построение log-графика для БМВ. Асимптотический способ определения порядка малости коэффициента пропорциональности БМВ. Log-алгоритм определения нецелой кратности корня функции. Порядок точности численных методов. Обобщенные ряды Тейлора. Ряды Пуизё. Разложение недифференцируемой функции в обобщенный ряд Тейлора.
3. ФНП. Линии уровня. Построение линий уровня для квадратичной формы двух переменных методом выделения полных квадратов. Виды линий уровня.
4. ФНП. Понятие градиента. Взаимосвязь между линиями уровня и градиентами. Геометрические свойства градиента. Гессиан или матрица вторых частных производных.
5. Численные формулы вычисления градиента и гессиана. Абсолютная погрешность формул дифференцирования. Оптимальный шаг дифференцирования.
6. Необходимое условие дифференцирования 1-го порядка. Стационарные точки. Знакоопределенность матрицы. Достаточное условие дифференцирования 2-го порядка.
7. Гессиан. Геометрическая интерпретация матрицы как линейного преобразования пространства. Образ единичной сферы. Связь между образом единичной сферы и единичной линией уровня квадратичной формы. Геометрическая интерпретация числовых характеристик матрицы.
8. Формула Тейлора для функции нескольких переменных.
9. Нахождение точек глобальных экстремумов с помощью условий экстремума.
10. Методы одномерной оптимизации. Критерии останова. Метод деления пополам. Метод золотого сечения. Метод ломаных. Метод Ньютона.
11. Численные методы решения задачи безусловной оптимизации. Липшицевы функции. Выпуклые функции. Критерии выпуклости функций. Метод конфигураций (Хука-Дживса)
12. Метод деформируемого многогранника (Нелдера-Мида). Метод наискорейшего градиентного спуска. Метод сопряженных направлений (Флетчера – Ривса). Метод Ньютона.
13. Задача условной оптимизации. Множество допустимых точек. Активные и неактивные ограничения в допустимой точке. Необходимое условие условной оптимальности первого порядка.



14. Функция Лагранжа для задачи условной оптимизации. Теорема Куна – Таккера (дифференциальная форма необходимого условия минимума). Множители Лагранжа. Условие дополняющей нежесткости. Седловые точки функции Лагранжа.
15. Задача условной оптимизации. Теорема чувствительности оптимального значения.
16. Метод проекции градиента для задачи условной оптимизации. Скорость сходимости. Условия сходимости.
17. Метод условного градиента для задачи условной оптимизации. Скорость сходимости. Условия сходимости.
18. Метод возможных направлений для задачи условной оптимизации. Скорость сходимости. Условия сходимости.
19. Задача линейного программирования(ЛП). Допустимое и оптимальное множество, оптимальное значение. Крайние случаи. Допустимые, разрешимые, неограниченные задачи ЛП. Эквивалентные формы записи задачи ЛП. Каноническая форма. Линии уровня линейной функции. Геометрический способ решения ЗЛП.
20. Неравенства - следствия 1-го и 2-го рода. Лемма Минковского - Фаркаша (формулировка). Двойственная задача ЛП. Теорема о слабой двойственности. Теорема о двойственности (с доказательством). Различные способы построения двойственной задачи ЛП: с помощью леммы Минковского - Фаркаша, с использованием общей схемы построения.
21. Экономическая интерпретация задачи ЛП. Теорема о чувствительности оптимального значения к возмущениям правых частей. Общая формулировка теоремы о чувствительности.
22. Модель оптимизации дохода. Модель оптимизации прибыли.
23. Постановка транспортной задачи, как задачи ЛП. Несбалансированная Т-задача. Метод северо - западного угла нахождения начального решения.
24. Двойственная Т-задача. Проверка оптимальности решения Т-задачи с помощью соотношения двойственности. 15. Метод потенциалов решения Т-задачи.
25. Идея методов отсечения. Понятие правильного отсечения. Метод Гомори решения полностью целочисленной задачи ЛП (с доказательством ).
26. Идея метода ветвей и границ. Метод ветвей и границ для целочисленной задачи ЛП. Идея метода ветвей и границ. Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ. Задание множества циклов. Вычисление нижних оценок. Разбиение на подмножества.
27. Идея метода ветвей и границ.