

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Инженерный институт



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
**Методы оптимизации Б2.ДВ.5**

Направление подготовки: 221400.62 - Управление качеством

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Лучкин Г.С.

**Рецензент(ы):**

Хамидуллина Г.Р.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Лучкин Г. С.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Инженерного института:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 86815615

Казань

2015

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Лучкин Г.С. кафедра биомедицинской инженерии и управления инновациями Инженерный институт ,  
GSLuchkin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Методы оптимизации" являются изучение теоретических основ оптимизации и понимание ее места в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин, знакомство с экономико-математическими моделями, а также развитие навыков самостоятельного решения проблем теории и методов решения экстремальных задач.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б2.ДВ.5 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 221400.62 Управление качеством и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Дисциплина "Методы оптимизации" изучается на третьем году обучения. Она основана на ряде курсов, изученных студентами по программе бакалавриата направления "Управление качеством", включая "Математика", "Экономика" и др.

В результате освоения дисциплины "Методы оптимизации" студенты смогут применить полученные теоретические и практические знания к решению различных прикладных проблем как при построении и обосновании различных методов оптимизации, так и при построении моделей математической экономики.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения
ок-10	способность анализировать социально-значимые проблемы и процессы
ок-11	способность использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования
ок-12	способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации
ок-13	способность работать с компьютером как средством управления информацией
ок-2	способность логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь на русском языке
ок-3	способность к кооперации с коллегами, к работе в коллективе
ок-4	способность находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ок-5	способность использовать нормативно-правовые документы в своей деятельности
ок-6	способность к саморазвитию, повышению своей квалификации
ок-7	способность критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков
ок-8	способность осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности
ок-9	способность использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач
ПК-19 (профессиональные компетенции)	использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования
ПК-20 (профессиональные компетенции)	использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

роль и место оптимизации в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин, теорию материал основных разделов выпуклого анализа, основные понятия и положения, лежащие в основе данной математической дисциплины.

2. должен уметь:

применять основные результаты теории и методов оптимизации к решению различных прикладных проблем как при построении и обосновании различных методов оптимизации, так и при построении моделей математической экономики.

3. должен владеть:

основным математическим аппаратом решения оптимизационных задач.

4. должен продемонстрировать способность и готовность:

- \* формулировать экономические задачи в виде оптимизационных математических моделей;
- \* теоретически обосновывать применение математических методов решения оптимизационных задач;
- \* ориентироваться в программном обеспечении, используемом для анализа и решения задач оптимизации, иметь навыки использования пакетов аналитических вычислений;
- \* осуществлять концептуальный анализ получаемых результатов, делать практические выводы.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин. Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая матричная транспортная задача, задача о диете (о смесях), задача о ранце (о загрузке судна), задача о назначениях, задача одномерного раскроя материалов.	5	1	1	2	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Линейное программирование. Задача линейного программирования (ЗЛП). Формы записи: общая, симметричная, каноническая ЗЛП. Условия разрешимости ЗЛП. Графическое решение двумерных ЗЛП. Принцип динамического программирования на примере решения задачи о ранце.	5	1	1	2	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	<p>Тема 3. Выпуклые множества (ВМ). Определения выпуклой комбинации двух векторов, отрезка прямой в конечномерном пространстве и выпуклого множества. Примеры. Операции в классе выпуклых множеств: пересечение, линейная комбинация, замыкание. Выпуклая оболочка множества. Крайние точки ВМ.</p> <p>Выпуклые конусы. Опорные решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Базисы и соответствующие им частные решения СЛАУ. Опорные планы и допустимые базисы. Теорема о связи опорного плана и вершины допустимого многогранного множества. невырожденные и вырожденные опорные планы.</p>	5	3	1	2	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Симплексный метод (СМ) решения ЗЛП. Симплексная таблица. Правила пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису. Признак неразрешимости ЗЛП. Признак оптимальности. Алгоритм СМ. Решение симметричной ЗЛП. Метод введения дополнительных переменных.	5	6	1	2	0	письменная работа домашнее задание
5.	Тема 5. Метод искусственного базиса (МИБ). Искусственные переменные. Вспомогательная ЗЛП. Связь исходной и вспомогательной ЗЛП. Признак неразрешимости ЗЛП используемый в МИБ. Двухфазный и однофазный варианты МИБ.	5	8,9	1	2	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Элементы теории двойственности в линейном программировании. Пара взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Двойственная задача для канонической ЗЛП. Свойства взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Теорема двойственности. Метод обратной матрицы (МОБ). Матрица обратная к базисной матрице. Формулы вычисления двойственных переменных, базисных координат опорного плана, коэффициентов разложения вектора по базису основанные на использовании матрицы обратной к базисной матрице. Алгоритм МОБ. Связь МОБ с симплексным методом.	5	10	1	2	0	домашнее задание



N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Транспортная задача (ТЗ). Замкнутая транспортная модель. Свойства ТЗ. Разрешимость ТЗ. Метод "северо-западного угла" для нахождения начального опорного плана перевозок. Двойственная задача к ТЗ. Нахождение потенциалов соответствующих данному базису. Метод потенциалов. Метод минимальной цены для нахождения начального опорного плана перевозок. Решение незамкнутых ТЗ. Введение фиктивных пунктов отправления (назначения). Фиктивные переменные.	5	12	2	4	0	домашнее задание
8.	Тема 8. Безусловная оптимизация. Выпуклые функции. Определения выпуклой, строго выпуклой, вогнутой и строго вогнутой функций. Примеры. Операции в классе выпуклых функций: линейная комбинация выпуклых функций, функция максимума, суперпозиция выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Условия экстремума.	5	13	2	4	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Покоординатный метод (ПМ). Методы последовательных приближений. Общая схема ПМ. Графическая интерпретация ПМ. Циклический покоординатный спуск. Случайный покоординатный спуск. Покоординатный спуск с выбором "быстрой" переменной.	5	14	2	4	0	домашнее задание
10.	Тема 10. Выпуклое программирование. Задача выпуклого программирования (ЗВП). Формы записи. Условия разрешимости ЗВП. Графическое решение. Теоремы Куна-Таккера. Функция Лагранжа ЗВП. Седловая точка функции Лагранжа. Условие Слейтера. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа ЗВП. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.	5	15	2	4	0	домашнее задание
11.	Тема 11. Метод проекции градиента (МПГ). Проекция точки на множество. Правило нахождения проекции. Общая схема МПГ. Способы нахождения шагового множителя в МПГ. Графическая интерпретация МПГ.	5	17	2	4	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. Метод условного градиента (МУГ). Вспомогательная задача и ее свойства. Нахождение условно-релаксационного направления. При-знак оптимальности. Нахождение шагового множителя. Общая схема МУГ. Графическая интерпретация МУГ. Метод штрафных функций (МШФ). Определение и свойства функций штрафа. Примеры функций штрафа. Штрафной множитель. Алгоритм МШФ.	5	17	2	4	0	письменная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	зачет
	Итого			18	36	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин.**

**Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая матричная транспортная задача, задача о диете (о смесях), задача о ранце (о загрузке судна), задача о назначениях, задача одномерного раскрытия материалов.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая матричная транспортная задача, задача о диете (о смесях), задача о ранце (о загрузке судна), задача о назначениях, задача одномерного раскрытия материалов.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Концептуальная и математическая формулировка задачи объемного планирования многопродуктового производства, классической матричной транспортной задачи, задачи о диете (о смесях), задачи о ранце (о загрузке судна), задачи о назначениях, задачи одномерного раскрытия материалов.

**Тема 2. Линейное программирование. Задача линейного программирования (ЗЛП).**

**Формы записи: общая, симметричная, каноническая ЗЛП. Условия разрешимости ЗЛП. Графическое решение двумерных ЗЛП. Принцип динамического программирования на примере решения задачи о ранце.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Задача линейного программирования (ЗЛП). Формы записи: общая, симметричная, каноническая ЗЛП. Условия разрешимости ЗЛП.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Формулировка ЗЛП, преобразование ЗЛП из одной формы записи в другую.

**Тема 3. Выпуклые множества (ВМ). Определения выпуклой комбинации двух векторов, отрезка прямой в конечномерном пространстве и выпуклого множества. Примеры. Операции в классе выпуклых множеств: пересечение, линейная комбинация, замыкание. Выпуклая оболочка множества. Крайние точки ВМ. Выпуклые конусы. Опорные решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Базисы и соответствующие им частные решения СЛАУ. Опорные планы и допустимые базисы. Теорема о связи опорного плана и вершины допустимого многогранного множества. Невырожденные и вырожденные опорные планы.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Определения выпуклой комбинации двух векторов, отрезка прямой в конечномерном пространстве и выпуклого множества. Примеры. Операции в классе выпуклых множеств: пересечение, линейная комбинация, замыкание. Выпуклая оболочка множества. Крайние точки ВМ. Выпуклые конусы.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Установление наличия (или отсутствия) выпуклости множеств. Геометрическая иллюстрация полученных результатов.

**Тема 4. Симплексный метод (СМ) решения ЗЛП. Симплексная таблица. Правила пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису. Признак неразрешимости ЗЛП. Признак оптимальности. Алгоритм СМ. Решение симметричной ЗЛП. Метод введения дополнительных переменных.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Симплексная таблица. Правила пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису. Признак неразрешимости ЗЛП. Признак оптимальности. Алгоритм СМ.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Решение ЗЛП с помощью СМ.

**Тема 5. Метод искусственного базиса (МИБ). Искусственные переменные. Вспомогательная ЗЛП. Связь исходной и вспомогательной ЗЛП. Признак неразрешимости ЗЛП используемый в МИБ. Двухфазный и однофазный варианты МИБ.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Искусственные переменные. Вспомогательная ЗЛП. Связь исходной и вспомогательной ЗЛП. Признак неразрешимости ЗЛП используемый в МИБ. Двухфазный и однофазный варианты МИБ.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Решение практических примеров.

**Тема 6. Элементы теории двойственности в линейном программировании. Пара взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Двойственная задача для канонической ЗЛП. Свойства взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Теорема двойственности. Метод обратной матрицы (МОБ). Матрица обратная к базисной матрице. Формулы вычисления двойственных переменных, базисных координат опорного плана, коэффициентов разложения вектора по базису основанные на использовании матрицы обратной к базисной матрице. Алгоритм МОБ. Связь МОБ с симплексным методом.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Пара взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Двойственная задача для канонической ЗЛП. Свойства взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Теорема двойственности.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Формулировка двойственных задач при симметричной и канонической форме исходных задач. Геометрическая иллюстрация свойств взаимосопряженных симметричных ЗЛП.

**Тема 7. Транспортная задача (ТЗ). Замкнутая транспортная модель. Свойства ТЗ. Разрешимость ТЗ. Метод "северо-западного угла" для нахождения начального опорного плана перевозок. Двойственная задача к ТЗ. Нахождение потенциалов соответствующих данному базису. Метод потенциалов. Метод минимальной цены для нахождения начального опорного плана перевозок. Решение незамкнутых ТЗ. Введение фиктивных пунктов отправления (назначения). Фиктивные переменные.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Замкнутая транспортная модель. Свойства ТЗ. Разрешимость ТЗ. Метод "северо-западного угла" для нахождения начального опорного плана перевозок. Двойственная задача к ТЗ. Нахождение потенциалов соответствующих данному базису. Метод потенциалов. Метод минимальной цены для нахождения начального опорного плана перевозок. Решение незамкнутых ТЗ. Введение фиктивных пунктов отправления (назначения). Фиктивные переменные.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Численное решение ТЗ.

**Тема 8. Безусловная оптимизация. Выпуклые функции. Определения выпуклой, строго выпуклой, вогнутой и строго вогнутой функций. Примеры. Операции в классе выпуклых функций: линейная комбинация выпуклых функций, функция максимума, суперпозиция выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Условия экстремума.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Выпуклые функции. Определения выпуклой, строго выпуклой, вогнутой и строго вогнутой функций. Примеры. Операции в классе выпуклых функций: линейная комбинация выпуклых функций, функция максимума, суперпозиция выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Условия экстремума.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Установление свойств выпуклости функций. Проверка критерию оптимальности для конкретных задач. Геометрическая иллюстрация (для двумерных случаев).

**Тема 9. Покоординатный метод (ПМ). Методы последовательных приближений. Общая схема ПМ. Графическая интерпретация ПМ. Циклический покоординатный спуск. Случайный покоординатный спуск. Покоординатный спуск с выбором "быстрой" переменной.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Методы последовательных приближений. Общая схема ПМ. Графическая интерпретация ПМ. Циклический покоординатный спуск. Случайный покоординатный спуск. Покоординатный спуск с выбором "быстрой" переменной.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Построение нескольких точек итерационной последовательности с помощью ПМ. Геометрическая иллюстрация.

**Тема 10. Выпуклое программирование. Задача выпуклого программирования (ЗВП). Формы записи. Условия разрешимости ЗВП. Графическое решение. Теоремы Куна-Таккера. Функция Лагранжа ЗВП. Седловая точка функции Лагранжа. Условие Слейтера. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа ЗВП. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Задача выпуклого программирования (ЗВП). Формы записи. Условия разрешимости ЗВП. Графическое решение.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Выполнение практических заданий.

**Тема 11. Метод проекции градиента (МПГ). Проекция точки на множество. Правило нахождения проекции. Общая схема МПГ. Способы нахождения шагового множителя в МПГ. Графическая интерпретация МПГ.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Проекция точки на множество. Правило нахождения проекции. Общая схема МПГ. Способы нахождения шагового множителя в МПГ. Графическая интерпретация МПГ.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Построение нескольких точек итерационной последовательности с помощью МПГ. Геометрическая иллюстрация.

**Тема 12. Метод условного градиента (МУГ). Вспомогательная задача и ее свойства. Нахождение условно-релаксационного направления. При-знак оптимальности. Нахождение шагового множителя. Общая схема МУГ. Графическая интерпретация МУГ. Метод штрафных функций (МШФ). Определение и свойства функций штрафа. Примеры функций штрафа. Штрафной множитель. Алгоритм МШФ.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Вспомогательная задача и ее свойства. Нахождение условно-релаксационного направления. При-знак оптимальности. Нахождение шагового множителя. Общая схема МУГ. Графическая интерпретация МУГ.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Построение нескольких точек итерационной последовательности с помощью МУГ. Геометрическая иллюстрация.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин. Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая матричная транспортная задача, задача о диете (о смесях), задача о ранце (о загрузке судна), задача о назначениях, задача одномерного раскрытия материалов.	5	1	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Линейное программирование. Задача линейного программирования (ЗЛП). Формы записи: общая, симметричная, каноническая ЗЛП. Условия разрешимости ЗЛП. Графическое решение двумерных ЗЛП. Принцип динамического программирования на примере решения задачи о ранце.	5	1	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
3.	Тема 3. Выпуклые множества (ВМ). Определения выпуклой комбинации двух векторов, отрезка прямой в конечномерном пространстве и выпуклого множества. Примеры. Операции в классе выпуклых множеств: пересечение, линейная комбинация, замыкание. Выпуклая оболочка множества. Крайние точки ВМ. Выпуклые конусы. Опорные решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Базисы и соответствующие им частные решения СЛАУ. Опорные планы и допустимые базисы. Теорема о связи опорного плана и вершины допустимого многогранного множества. Невырожденные и вырожденные опорные планы.	5	3	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Симплексный метод (СМ) решения ЗЛП. Симплексная таблица. Правила пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису. Признак неразрешимости ЗЛП. Признак оптимальности. Алгоритм СМ. Решение симметричной ЗЛП. Метод введения дополнительных переменных.	5	6	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к письменной работе	1	письменная работа
5.	Тема 5. Метод искусственного базиса (МИБ). Искусственные переменные. Вспомогательная ЗЛП. Связь исходной и вспомогательной ЗЛП. Признак неразрешимости ЗЛП используемый в МИБ. Двухфазный и однофазный варианты МИБ.	5	8,9	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Элементы теории двойственности в линейном программировании. Пара взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Двойственная задача для канонической ЗЛП. Свойства взаимосопряженных симметричных ЗЛП. Теорема двойственности. Метод обратной матрицы (МОБ). Матрица обратная к базисной матрице. Формулы вычисления двойственных переменных, базисных координат опорного плана, коэффициентов разложения вектора по базису основанные на использовании матрицы обратной к базисной матрице. Алгоритм МОБ. Связь МОБ с симплексным методом.	5	10	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	<p>Тема 7. Транспортная задача (ТЗ). Замкнутая транспортная модель. Свойства ТЗ. Разрешимость ТЗ. Метод "северо-западного угла" для нахождения начального опорного плана перевозок. Двойственная задача к ТЗ. Нахождение потенциалов соответствующих данному базису. Метод потенциалов. Метод минимальной цены для нахождения начального опорного плана перевозок. Решение незамкнутых ТЗ. Введение фиктивных пунктов отправления (назначения). Фиктивные переменные.</p>	5	12	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
8.	<p>Тема 8. Безусловная оптимизация. Выпуклые функции. Определения выпуклой, строго выпуклой, вогнутой и строго вогнутой функций. Примеры. Операции в классе выпуклых функций: линейная комбинация выпуклых функций, функция максимума, суперпозиция выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Условия экстремума.</p>	5	13	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
9.	Тема 9. Покоординатный метод (ПМ). Методы последовательных приближений. Общая схема ПМ. Графическая интерпретация ПМ. Циклический покоординатный спуск. Случайный покоординатный спуск. Покоординатный спуск с выбором "быстрой" переменной.	5	14	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
10.	Тема 10. Выпуклое программирование. Задача выпуклого программирования (ЗВП). Формы записи. Условия разрешимости ЗВП. Графическое решение. Теоремы Куна-Таккера. Функция Лагранжа ЗВП. Седловая точка функции Лагранжа. Условие Слейтера. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа ЗВП. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.	5	15	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
11.	Тема 11. Метод проекции градиента (МПГ). Проекция точки на множество. Правило нахождения проекции. Общая схема МПГ. Способы нахождения шагового множителя в МПГ. Графическая интерпретация МПГ.	5	17	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
12.	Тема 12. Метод условного градиента (МУГ). Вспомогательная задача и ее свойства. Нахождение условно-релаксационного направления. При-знак оптимальности. Нахождение шагового множителя. Общая схема МУГ. Графическая интерпретация МУГ. Метод штрафных функций (МШФ). Определение и свойства функций штрафа. Примеры функций штрафа. Штрафной множитель. Алгоритм МШФ.	5	17	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
	Итого				54	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В соответствии с требованиями ФГОС удельный вес занятий, проводимых в активных и интерактивных формах, составляет не менее 40% аудиторных занятий. В процессе изучения дисциплины "Методы оптимизации" студенты используют анимированные иллюстрации (выполненные средствами Wolfram Research Mathematica и Macromedia Flash), а также интерактивные обучающие системы, разработанные в поддержку изучения разделов "Симплексный метод" (система выполнена как веб-приложение с JavaScript-сценариями) и "Градиентные методы" (веб-приложение с встроенным Flash-объектом), опубликованные в разделе "Обучающие системы" сайта кафедры экономической кибернетики КФУ (<http://kek.ksu.ru>). Рекомендуется проводить лекционные занятия в классе, где рабочее место преподавателя оборудовано компьютером с доступом к Интернет, а также имеется мультимедийный проектор и экран. Практические занятия рекомендуется проводить в компьютерных классах с использованием пакета Wolfram Research Mathematica.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин.**  
**Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая матричная транспортная задача, задача о диете (о смесях), задача о ранце (о загрузке судна), задача о назначениях, задача одномерного раскроя материалов.**

домашнее задание , примерные вопросы:

опрос по теме Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин.

Экономико-математические модели: задача объемного планирования многопродуктового производства, классическая матричная транспортная задача, задача о диете (о смесях), задача о ранце (о загрузке судна), задача о назначениях, задача одномерного раскроя материалов.

**Тема 2. Линейное программирование. Задача линейного программирования (ЗЛП). Формы записи: общая, симметричная, каноническая ЗЛП. Условия разрешимости ЗЛП. Графическое решение двумерных ЗЛП. Принцип динамического программирования на примере решения задачи о ранце.**

домашнее задание , примерные вопросы:

В чем заключается цель задачи линейного программирования? Показать различие форм записи ЗЛП. Перечислить условия разрешимости ЗЛП. Продемонстрировать графическое решение двумерных ЗЛП.

**Тема 3. Выпуклые множества (ВМ). Определения выпуклой комбинации двух векторов, отрезка прямой в конечномерном пространстве и выпуклого множества. Примеры. Операции в классе выпуклых множеств: пересечение, линейная комбинация, замыкание. Выпуклая оболочка множества. Крайние точки ВМ. Выпуклые конусы. Опорные решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Базисы и соответствующие им частные решения СЛАУ. Опорные планы и допустимые базисы. Теорема о связи опорного плана и вершины допустимого многогранного множества. невырожденные и вырожденные опорные планы.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Дать определение выпуклой комбинации двух векторов, отрезка прямой в конечномерном пространстве и выпуклого множества, привести примеры.

**Тема 4. Симплексный метод (СМ) решения ЗЛП. Симплексная таблица. Правила пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису. Признак неразрешимости ЗЛП. Признак оптимальности. Алгоритм СМ. Решение симметричной ЗЛП. Метод введения дополнительных переменных.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Составить симплексную таблицу. Привести пример решения симметричной ЗЛП.

письменная работа , примерные вопросы:

В чем заключается симплексный метод решения ЗЛП? Правила пересчета симплексной таблицы при переходе к новому базису.

**Тема 5. Метод искусственного базиса (МИБ). Искусственные переменные. Вспомогательная ЗЛП. Связь исходной и вспомогательной ЗЛП. Признак неразрешимости ЗЛП используемый в МИБ. Двухфазный и однофазный варианты МИБ.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Показать Связь исходной и вспомогательной ЗЛП. Варианты метода искусственного базиса.

**Тема 6. Элементы теории двойственности в линейном программировании. Пара взаимосопреженных симметричных ЗЛП. Двойственная задача для канонической ЗЛП. Свойства взаимосопреженных симметричных ЗЛП. Теорема двойственности. Метод обратной матрицы (МОБ). Матрица обратная к базисной матрице. Формулы вычисления двойственных переменных, базисных координат опорного плана, коэффициентов разложения вектора по базису основанные на использовании матрицы обратной к базисной матрице. Алгоритм МОБ. Связь МОБ с симплексным методом.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Составить таблицу формул вычисления двойственных переменных, базисных координат опорного плана, коэффициентов разложения вектора по базису основанные на использовании матрицы обратной к базисной матрице.

**Тема 7. Транспортная задача (ТЗ). Замкнутая транспортная модель. Свойства ТЗ. Разрешимость ТЗ. Метод "северо-западного угла" для нахождения начального опорного плана перевозок. Двойственная задача к ТЗ. Нахождение потенциалов соответствующих данному базису. Метод потенциалов. Метод минимальной цены для нахождения начального опорного плана перевозок. Решение незамкнутых ТЗ. Введение фиктивных пунктов отправления (назначения). Фиктивные переменные.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Составить транспортную задачу для замкнутой модели.

**Тема 8. Безусловная оптимизация. Выпуклые функции. Определения выпуклой, строго выпуклой, вогнутой и строго вогнутой функций. Примеры. Операции в классе выпуклых функций: линейная комбинация выпуклых функций, функция максимума, суперпозиция выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Условия экстремума.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Привести примеры выпуклых функций.

**Тема 9. Покоординатный метод (ПМ). Методы последовательных приближений. Общая схема ПМ. Графическая интерпретация ПМ. Циклический покоординатный спуск. Случайный покоординатный спуск. Покоординатный спуск с выбором "быстрой" переменной.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Дать примеры применения покоординатного метода.

**Тема 10. Выпуклое программирование. Задача выпуклого программирования (ЗВП). Формы записи. Условия разрешимости ЗВП. Графическое решение. Теоремы Куна-Таккера. Функция Лагранжа ЗВП. Седловая точка функции Лагранжа. Условие Слейтера. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа ЗВП. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Решить задачу выпуклого программирования.

**Тема 11. Метод проекции градиента (МПГ). Проекция точки на множество. Правило нахождения проекции. Общая схема МПГ. Способы нахождения шагового множителя в МПГ. Графическая интерпретация МПГ.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Дать графическую интерпретацию метода проекции градиента.

**Тема 12. Метод условного градиента (МУГ). Вспомогательная задача и ее свойства. Нахождение условно-релаксационного направления. При-знак оптимальности. Нахождение шагового множителя. Общая схема МУГ. Графическая интерпретация МУГ. Метод штрафных функций (МШФ). Определение и свойства функций штрафа. Примеры функций штрафа. Штрафной множитель. Алгоритм МШФ.**

письменная работа , примерные вопросы:

Метод условного градиента. Метод штрафных функций.

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету:

1. Примеры задач оптимизации. Задачи оптимизации как модели принятия решений.
2. Постановки задач оптимизации, укажите основные элементы.
3. Формализация схемы принятия решений, укажите основные элементы.
4. Эквивалентность критериев и преобразование целевых функций.
5. Графическое представление задачи линейного программирования и ее свойства.
6. Элементы теории двойственности.



7. Симплекс-метод для задач линейного программирования.
8. Методы поиска начального допустимого базиса.
9. Метод симплексных таблиц.
10. Транспортная задача в матричной постановке и ее свойства.
11. Метод потенциалов.
12. Выпуклые и замкнутые множества. Проекция и их свойства.
13. Выпуклые функции. Дифференциальные условия выпуклости. Условие оптимальности в задаче минимизации выпуклой функции.
14. Градиентный метод и его свойства.
15. Метод Ньютона и его свойства.
16. Методы минимизации функций без вычисления производных.
17. Существование и единственность решений в задаче нелинейной оптимизации. Строгая и сильная выпуклость функций.
18. Дифференциальные и общие критерии различных классов выпуклости.
19. Условия оптимальности в задаче нелинейной оптимизации.
20. Приложение условий оптимальности к теории двойственности.
21. Метод проекции градиента.
22. Метод условного градиента.
23. Методы двойственности. Метод симплексного поиска.
24. Методы штрафных функций.

В процессе изучения дисциплины "Методы оптимизации" студенты самостоятельно работают с литературой и электронными материалами, размещёнными в разделе "Обучающие системы" сайта кафедры экономической кибернетики КФУ (<http://kek.ksu.ru>), выполняют домашние задания. Форма проведения занятий предусматривает разные формы активности студентов (ответы с места на вопросы преподавателя, ответы у доски, самостоятельное решение задач и демонстрация у доски, формулировка вопросов, поиск ошибок в рассуждениях отвечающих студентов, подготовка демонстрационных файлов (например, в пакете Mathematica, PowerPoint и пр.). Преподаватель ведёт текущий учёт и контроль всех форм учебной активности студентов и учитывает результаты текущей работы (наряду с оценками за контрольные работы и экзаменационными оценками) при выставлении итоговых оценок по предмету.

Вопросы к экзамену приведены в Приложении 1.

### 7.1. Основная литература:

Кашина, О.А. Методы оптимизации : учебное пособие / О. А. Кашина, А. И. Кораблев ; Казан. гос. ун-т, Фак. вычисл. математики и кибернетики .? Казань : Изд-во Казан. гос. ун-та, 2008 .? ; 21.

Ч. 2: Численные методы решения экстремальных задач .? Казань : [Казанский (Приволжский) федеральный университет], 2011 .? 143 с.

Аттетков А. В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01037-2, 700 экз.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=350985>

Дорогов В. Г. Введение в методы и алгоритмы принятия решений: Учебное пособие / В.Г. Дорогов, Я.О. Теплова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 240 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0486-2, 1000 экз.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=241287>

Петров Л. Ф. Методы динамического анализа экономики: Учебное пособие / Л.Ф. Петров; Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 239 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-003954-1, 500 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=193134>

Мищенко А. В. Оптимизационные модели управления финансовыми ресурсами предприятия: Моногр. / А.В.Мищенко, Е.В.Виноградова - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 337 с. + Vc.: 60x88 1/16. ( Доп. мат. znanium.com). - (Науч. мысль). (о) ISBN 978-5-369-01152-2, 300 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=377300>

## 7.2. Дополнительная литература:

Пантелеев А. В. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением [Электронный ресурс] / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - М.: Логос, 2011. - 424 с: ил. (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4. <http://znanium.com/bookread.php?book=469213>

Сдвижков О. А. Практикум по методам оптимизации / О.А. Сдвижков. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 200 с.: 60x90 1/16 + ( Доп. мат. znanium.com). (переплет) ISBN 978-5-9558-0372-2, 500 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=459517>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Введение в C++ - <http://cppstudio.com/post/213/>

Методы оптимизации. - <http://sapr-mgsu.narod.ru/biblio/optimiz/opt.htm>

Основы программирования на C++, PASCAL - <http://kufas.ru/programming0.htm>

Система Mathematica - [wolfram.com](http://wolfram.com)

электронные образовательные ресурсы - <http://bigor.bmstu.ru>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Методы оптимизации" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.



Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Лекции и практические занятия по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом(маркером). Предусмотрены занятия, проходящие в компьютерных классах, оборудованных мультимедийным оборудованием.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 221400.62 "Управление качеством" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Лучкин Г.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Хамидуллина Г.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.