

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
инклюзивного высшего образования

«Московский государственный гуманитарно-экономический университет»

Факультет Прикладной математики и информатики
Кафедра Информационных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-
методической работе
Хакимов Р.М.



«30» августа 2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

образовательная программа направления подготовки
09.03.03 Прикладная информатика
блок Б1.О.12 «Дисциплины (модули)», обязательная часть,

Профиль подготовки
Прикладная информатика в биоинформационных технологиях

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения очная

Курс 3 семестр 5

Москва
2021

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика (уровень бакалавриата)», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 922 от 19 сентября 2017 г. Зарегистрировано в Минюсте России 12 октября 2017 г. №48531.

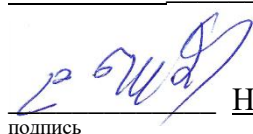
Составители рабочей программы: МГГЭУ, доцент кафедры Информационных технологий и прикладной математики


подпись

Ахмедов Р.Э.
Ф.И.О.

«30» августа 2021 г.
Дата

Рецензент: МГГЭУ, доцент кафедры информационных технологий и прикладной математики


подпись

Нуцубидзе Д.В.
Ф.И.О.

«30» августа 2021 г.
Дата

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры Информационных технологий и прикладной математики (протокол № 2 от «30» августа 2021 г.)

Зав. кафедрой ИТиПМ _____


подпись

Митрофанов Е.П.
Ф.И.О.

«30» августа 2021 г.
Дата

СОГЛАСОВАНО

Начальник
учебного отдела
«30» августа 2021 г.
Дата


подпись

И.Г.Дмитриева
Ф.И.О.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета ПМиИ
«30» августа 2021 г.
Дата


подпись

Е.В. Петрунина
Ф.И.О.

СОГЛАСОВАНО

Заведующая библиотекой
«30» августа 2021 г.
Дата


подпись

В.А. Ахтырская
Ф.И.О.

(дата)

(подпись)

(Ф.И.О.)

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Цель и задачи изучения учебной дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

- получение базовых знаний об основных понятиях и методах оптимизации функций одного и многих переменных;
- формирование необходимого уровня математической подготовки для понимания других математических и смежных дисциплин, изучаемых в рамках профиля.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение студентами основных понятий данной дисциплины и связей между ними;
- формирование умения применять методы оптимизации при решении прикладных задач;
- развитие навыков решения проблем, в том числе терпение и настойчивость;
- приобретение навыков работы со специальной математической литературой.

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение данной дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.
	ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетеоретических знаний, методов математического анализа и моделирования.
	ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.
ОПК-6. Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ОПК-6.1. Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.
	ОПК-6.2. Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.
	ОПК-6.3. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (бакалавриат).

Учебная дисциплина «Методы оптимизации» относится к обязательной части блока Б1. «Дисциплин (модулей)». Изучение учебной дисциплины «Методы оптимизации» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных обучающимися

при изучении предшествующих курсов: «Математика», «Теория вероятностей», «Математическая статистика», «Дискретная математика».

Изучение учебной дисциплины «Методы оптимизации» необходимо для освоения таких дисциплин, как: «Теория принятия решений», «Математическое и имитационное моделирование»

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем дисциплины и виды учебной работы в соответствии с формами обучения

Объем дисциплины «Методы оптимизации» составляет 4 з.е./ 144 часа:

Вид учебной работы	Всего, часов	Курс, часов
	Очная форма	3 курс, 5 сем
Аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего в том числе:	66	66
Лекции	22	22
Практические занятия	44	44
Лабораторные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся	42	42
Промежуточная аттестация (подготовка и сдача), всего:		
Контрольная работа		
Курсовая работа		
Зачет		
Экзамен	36	36
Итого: Общая трудоемкость учебной дисциплины(в часах, зачетных единицах)	144/4	144/4

2.2. Содержание дисциплины по темам (разделам)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (тематика занятий)	Формируемые компетенции (индекс)
1.	Задачи линейного программирования	Цель и задачи курса. Постановка и классификация задач линейного программирования. Начальное опорное решение. Свойства решения ЗЛП и области допустимых решений. Алгоритм симплекс-метода для решения ЗЛП.	ОПК-1, ОПК-6
2.	Теория двойственности.	Экономическая интерпретация двойственной задачи на примере задачи об использовании ресурсов при производстве продукции. Алгоритм составления задачи, двойственной по отношению к исходной. Основное неравенство теории двойственности. Первая и вторая теоремы двойственности.	ОПК-1, ОПК-6
3.	Транспортная задача.	Постановка транспортной задачи (ТЗ). Условие существования решения ТЗ. Опорное решение. Структура матрицы ограничений ТЗ. Теорема о ранге. Критерии оптимальности базисного распределения поставок. Циклы.	ОПК-1, ОПК-6
4.	Выпуклое программирование.	Особенности задачи выпуклого программирования (ВП). Выпуклые функции. Безусловная	ОПК-1, ОПК-6

		оптимизация. Условная оптимизация. Функция Лагранжа и седловые точки. Приближенное решение задач выпуклого программирования. Теорема Куна-Таккера.	
5.	Численные методы оптимизации.	Методы поиска локального экстремума функций нескольких переменных. Принципы построения численных методов поиска безусловного экстремума. Приближенные решения. Скорость сходимости. Метод квадратичной интерполяции. Метод Ньютона. Численные методы поиска условного экстремума. Метод барьерных функций.	ОПК-1, ОПК-6

2.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов	Формы текущего контроля успеваемости
1.	Задачи линейного программирования	4	8	8	20	Опрос, проверка выполнения заданий
2.	Теория двойственности.	4	8	8	20	Опрос, проверка выполнения заданий
3.	Транспортная задача.	4	10	8	22	Опрос, проверка выполнения заданий
4.	Выпуклое программирование.	4	10	8	22	Опрос, проверка выполнения заданий
5.	Численные методы оптимизации.	6	8	10	24	Опрос, проверка выполнения заданий
	Экзамен				36	
	Всего:	22	44	42	144	

2.4. Планы теоретических (лекционных) занятий

№	Наименование тем лекций	Кол-во часов в 5 семестре
	5 семестр	
РАЗДЕЛ 1. ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ		
1.	Цель и задачи курса. Постановка и классификация задач линейного программирования.	2
2.	Начальное опорное решение. Свойства решения ЗЛП и области допустимых решений. Алгоритм симплекс-метода для решения ЗЛП.	2
РАЗДЕЛ 2. ТЕОРИЯ ДВОЙСТВЕННОСТИ.		
1.	Экономическая интерпретация двойственной задачи на примере задачи об использовании ресурсов при производстве продукции. Алгоритм составления задачи, двойственной по отношению к исходной.	2
2.	Основное неравенство теории двойственности. Первая и вторая теоремы двойственности.	2
РАЗДЕЛ 3. ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА.		
1.	Постановка транспортной задачи (ТЗ). Условие существования решения ТЗ. Опорное решение. Структура матрицы ограничений ТЗ.	2
2.	Теорема о ранге. Критерии оптимальности базисного распределения поставок. Циклы.	2
РАЗДЕЛ 4. ВЫПУКЛОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ.		

1.	Особенности задачи выпуклого программирования (ВП). Выпуклые функции. Безусловная оптимизация. Условная оптимизация	2
2.	Функция Лагранжа и седловые точки. Приближенное решение задач выпуклого программирования. Теорема Куна-Таккера.	2
РАЗДЕЛ 5. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ.		
1.	Метод равномерного поиска. Метод деления пополам. Метод градиентного спуска с постоянным шагом.	2
2.	Метод наискорейшего спуска. Метод Ньютона. Метод штрафных функций.	2
3.	Приближенные решения. Оценка скорости сходимости различных методов.	2

2.5. Планы практических (семинарских) занятий

№	Наименование тем практических занятий	Кол-во часов в 5 семестре
5 семестр		
РАЗДЕЛ 1. ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ		
1.	Аналитический переход от одного типа ЗЛП к другому. Графический метод решения задач линейного программирования с двумя переменными. Графический метод решения задач линейного программирования с N переменными.	4
2.	Симплекс – метод для решения ЗЛП. Начальное опорное решение и его построение методом искусственного базиса. Табличная запись симплекс – метода.	4
РАЗДЕЛ 2. ТЕОРИЯ ДВОЙСТВЕННОСТИ.		
1.	Алгоритм составления двойственной задачи по отношению к исходной.	4
2.	Вторая теорема двойственности. Решение ЗЛП с применением теории двойственности.	4
РАЗДЕЛ 3. ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА.		
1.	Открытая и закрытая модель транспортной задачи. Задача о назначениях. Базисное распределение поставок. Метод «северо-западного» угла и минимальной стоимости.	4
2.	Критерии оптимальности базисного распределения поставок. Экономический смысл оценок клеток. Построение циклов в матрице поставок. Транспортные задачи с ограничениями на пропускную способность.	6
РАЗДЕЛ 4. ВЫПУКЛОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ.		
1.	Особенности задачи выпуклого программирования. Безусловная оптимизация. Условная оптимизация.	4
2.	Уравнения связи, функция Лагранжа. Градиентные методы. Метод кусочно-линейной аппроксимации. Теорема Куна-Таккера.	6
РАЗДЕЛ 5. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ.		
1.	Метод равномерного поиска. Метод деления пополам. Метод градиентного спуска с постоянным шагом.	4
2.	Метод наискорейшего спуска. Метод Ньютона. Метод штрафных функций. Приближенные решения. Оценка скорости сходимости различных методов.	4

2.6. Планы лабораторных работ – не предусмотрено.

2.7. Планы самостоятельной работы обучающегося по дисциплине (модулю)

№	Название разделов и тем	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость	Формируемые компетенции	Формы контроля
	Задачи линейного программирования	Работа с источниками	8	ОПК-1 ОПК-6	Устный опрос
	Теория двойственности.	Работа с источниками	8	ОПК-1 ОПК-6	Устный опрос
	Транспортная задача.	Работа с источниками	8	ОПК-1 ОПК-6	Устный опрос
	Выпуклое программирование.	Работа с источниками	8	ОПК-1 ОПК-6	Устный опрос
	Численные методы оптимизации.	Работа с источниками	10	ОПК-1 ОПК-6	Устный опрос

3. СОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ЛИЦ С ОВЗ (ПОДА)

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для получения обучающимися, имеющими ограниченные физические возможности, качественного образования должны выполняться следующие важные условия: обучающийся должен иметь возможность беспрепятственно посещать образовательное учреждение и использовать в своём обучении дистанционные образовательные технологии.

Для обучения и контроля обучающихся с нарушениями координации движений предусмотрено проведение тестирования с использованием компьютера.

Во время аудиторных занятий обязательно использование средств обеспечения наглядности учебного материала с помощью мультимедийного проектора. Скорость изложения материала должна учитывать ограниченные физические возможности студентов.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины для организации самостоятельной работы студентов (содержит перечень основной литературы, дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы).

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Перечень основной литературы

1. Сдвижков, О. А. Практикум по методам оптимизации : учебное пособие / О. А. Сдвижков. - Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2020. - 231 с. - ISBN 978-5-9558-0372-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1036460>
2. Гончаров, В. А. Методы оптимизации : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. А. Гончаров. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 191 с. —

(Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3642-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/425157>

3. Струченков, В. И. Прикладные задачи оптимизации. Модели, методы, алгоритмы : практическое пособие / В. И. Струченков. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2020. - 314 с. - ISBN 978-5-91359-191-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1858791> .

5.2. Перечень дополнительной литературы

1. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 367 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3859-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/444155> .

2. Методы оптимизации: Учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей / Бабенышев С.В. - Железногорск:ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2017. - 122 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/912642> .

3. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - Москва : ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с.: ил.; 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01037-2 - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/350985> .

4. Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будаков, Л. А. Артемьева ; под редакцией Ф. П. Васильева. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 375 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-6157-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433032>

5.3. Программное обеспечение

1. Сетевой компьютерный класс, оснащенный современной техникой
2. Офисный программный пакет (например, Microsoft Office 2003 или более поздних версий).
3. Web-браузер Mozilla Firefox или Google Chrome
4. Экран для проектора

5.4. Электронные ресурсы

1. Открытый ПП SciLab.
2. Национальный открытый Университет «ИНТУИТ» www.intuit.ru
3. Энциклопедия Кругосвет. Универсальная научно-популярная онлайн-энциклопедия. www.krugosvet.ru
4. Электронная библиотека «Знаниум»: <https://znanium.com/>
5. Электронная библиотека «Юрайт»: <https://urait.ru/>
6. Научная электронная библиотека «Elibrary.ru»: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1	Лекционная аудитория	Мультимедийный проектор, интерактивная доска
2	Компьютерный класс	Компьютерный класс (компьютеры МХР Pentium, мониторы LG), принтеры, мультимедиа проектор –1. Терминалы к сети Internet.

7. 5 ОЦЕНКА КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ИЗУЧАЕМОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

№	Критерии оценки			
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
ЗНАТЬ				
1	<p>Студент не способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале дисциплины. Не знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования, основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования, функционального анализа.</p>	<p>Студент усвоил основное содержание материала дисциплины, но имеет пробелы в усвоении материала. Имеет несистематизированные знания основ математики, физики, вычислительной техники и программирования, основ теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования, функционального анализа.</p>	<p>Студент способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования, основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. Испытывает незначительные затруднения в решении задач.</p>	<p>Студент знает, понимает, выделяет главные положения в изученном материале и способен дать краткую характеристику основным идеям проработанного материала дисциплины. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования, основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. Показывает глубокое знание и понимание основных теорем и формул математического анализа, геометрии, дискретной математики, дифференциальных уравнений, теоретических основ</p>

				информатики, численных методов, функционального анализа.
УМЕТЬ				
2	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	Студент усвоил основное содержание материала дисциплины, но имеет пробелы в усвоении материала. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	Студент способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале. Студент способен решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений в области профессиональной деятельности	Студент знает, понимает, выделяет главные положения в изученном материале, умеет самостоятельно анализировать элементы, устанавливать связи между ними. Студент способен решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений в области профессиональной деятельности.
ВЛАДЕТЬ				
3	Студент не способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале дисциплины. Не владеет навыками	Студент усвоил основное содержание материала дисциплины, но имеет пробелы в усвоении материала. Знания носят несистематизированный	Студент способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале. Владеет навыками	Студент знает, понимает, выделяет главные положения в изученном материале, свободно владеет концептуально-понятийным

	теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	характер. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.	аппаратом, научным языком и терминологией изученной дисциплины. Владеет знаниями всего изученного материала, навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.
	Компетенция или ее часть не сформирована	Компетенция или ее часть сформирована на базовом уровне	Компетенция или ее часть сформирована на среднем уровне	Компетенция или ее часть сформирована на высоком уровне

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях и самостоятельной работе обучающихся – не предусмотрены учебным планом.

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

9.1. Организация входного, текущего и промежуточного контроля обучения

Входное тестирование – не предусмотрено.

Текущий контроль – устный опрос, проверка выполнения заданий.

Промежуточная аттестация – экзамен.

79.2. Тематика рефератов, проектов, творческих заданий, эссе и т.п. – не предусмотрены

9.3. Курсовая работа – не предусмотрена.

9.4. Вопросы к зачету не предусмотрено.

9.5. . Вопросы к экзамену

1. Различные формы задачи линейного программирования
2. Графический метод решения ЗЛП
1. Выпуклые множества и свойства ОДР ЗЛП
2. Опорное решение ЗЛП и его нахождение
3. Симплексный метод решения ЗЛП
4. Переход от одного опорного решения к другому и оценки разложений столбцов по базису.
5. Признак возможности улучшения решения и другие признаки.
6. Признак достижения оптимального решения и другие признаки.
7. Метод искусственного базиса.
8. Теория двойственности: виды задач.
9. Первая теорема двойственности.
10. Вторая теорема двойственности.
11. Транспортная задача: необходимое и достаточное условие существования решения.
12. Транспортная задача: ранг системы ограничений.
13. Транспортная задача: опорное решение и цикл.
14. Транспортная задача: методы построения начального опорного решения.
15. Транспортная задача: переход от одного опорного решения к другому.
16. Транспортная задача: метод потенциалов.
17. Целочисленное программирование: метод Гомори и метод ветвей и границ.
18. Безусловный экстремум для функций одной и многих переменных.
19. Условный экстремум, метод множителей Лагранжа
20. Выпуклое программирование: выпуклая функция и её свойства.
21. Выпуклое программирование: теорема Куна-Таккера.
22. Вариации функции и функционала.

23. Постановка задачи вариационного исчисления.
24. Основная лемма вариационного исчисления, лемма Лагранжа.
25. Необходимое условие экстремума функционала, уравнение Эйлера.
26. Безусловная оптимизация: метод покоординатного спуска.
27. Безусловная оптимизация: градиентные методы.
28. Безусловная оптимизация: метод Ньютона.

9.6. Контроль освоения компетенций

Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
Устный опрос	1,2,3,4,5	ОПК-1, ОПК-6
Проверка выполнения заданий	1,2,3,4,5	ОПК-1, ОПК-6

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]