

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы оптимизации и исследование операций

Кафедра прикладной математики

Образовательная программа бакалавриата

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль) программы:
Информатика и компьютерные науки


Форма обучения
очная

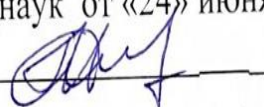
Статус дисциплины: входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации и исследование операций» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
Приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 №808.

Разработчик: кафедра прикладной математики, Ризаев М.К., к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры прикладной математики от «25» февраля 2022 г.,
протокол № 6
Зав. кафедрой  Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и
компьютерных наук от «24» июня 2022г., протокол №4.
Председатель  Ризаев М.К.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением « 31 » 03 2022г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина *методы оптимизации и исследование операции* входит в обязательную часть ОПОП образовательной программы по направлению подготовки 02.03.02 фундаментальная информатика и информационные технологии.

Дисциплина реализуется на факультете *математики и компьютерных наук кафедрой прикладной математики*.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением и освоением следующего материала. Линейное программирование: задача линейного программирования, прикладные задачи, геометрический способ решения, симплекс-метод решения канонической задачи, двойственность в линейном программировании, целочисленное линейное программирование. Нелинейное программирование: методы безусловной оптимизации, гладкая конечномерная задача без ограничений, конечномерные гладкие задачи с нелинейными ограничениями типа равенств, со смешанными ограничениями. Игровые модели исследования операций: антагонистическая игра в нормальной форме, принцип гарантированного результата; проблема равновесия в игре, чистые и смешанные стратегии, теорема о минимаксе; решения игр в частных случаях, графоаналитический метод; решение игр в общем случае, эквивалентные задачи линейного программирования.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *универсальных* - УК-1, *общепрофессиональных* – ОПК-1, *профессиональных* – ПК-2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости; *контрольная работа, коллоквиум, и промежуточный контроль в форме экзамена.*

Объем дисциплины - 3 зачетных единиц, в том числе 108 академических часов, по видам учебных занятий:

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза мен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всег о	из них						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
6	108	16	16	16			60	экзамен
Итого	108	16	16	16			60	

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) методы оптимизации и исследования операций являются :

- овладение основными понятиями , сведениями теории методов оптимизаций исследования операций: элементы линейного, целочисленного и нелинейного программирования, игровые модели исследования операций;
- творческое овладение основными методами и технологиями доказательства теорем и решения задач методов оптимизаций и исследования операций;
- овладеть методами решения, исследования основных классов экстремальных задач как для освоения изучаемой дисциплины, так и для освоения других дисциплин и создания базы последующим курсам, изучаемым на высших ступенях образования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата.

Дисциплина *методы оптимизации и исследование операций* входит в обязательную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 02.03.02 *фундаментальная информатика и информационные технологии*. Знания по методам оптимизаций и исследованиям операций необходимы для данной специальности, они крайне необходимы как основной элемент в совокупности знаний, предусмотренных программой обучения по данному направлению. Изучение методов оптимизаций и исследования операций предполагает знание математического анализа, дифференциальных уравнений, линейной алгебры, функционального анализа, теории вероятностей и других дисциплин.

Освоение данной дисциплины весьма необходимо при прохождении смежных университетских курсов, таких как методы вычислений. вычислительная математика, теоретическая механика, дополнительные главы уравнений в частных производных и других естественнонаучных дисциплин.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	
<p>УК1.Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.</p>	<p>УК-1.1.Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.</p>	<p>Знает: структуру задач в области математики, теоретической механики и физики, а также базовые составляющие таких задач.</p> <p>Умеет: анализировать постановку данной математической задачи, необходимость и (или) достаточность информации для ее решения.</p> <p>Владеет: навыками сбора, отбора и обобщения научной информации в области математических дисциплин.</p>	<p>Изучение тем последовательно по модулям с последующим проведением коллоквиумов и контрольных работ</p>
	<p>УК-1.2.Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.</p>	<p>Знает: принципы математического моделирования разнородных явлений, систематизации научной информации в области математики и компьютерных наук.</p> <p>Умеет: системно подходить к решению задач на разнородные явления в области математики и компьютерных наук.</p> <p>Владеет: навыками систематизации разнородных явлений путем математических интерпретаций и оценок</p>	

	<p>УК-1.3. Имеет практический опыт работы с информационными объектами и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, создания научных текстов.</p>	<p>Знает: современные методы сбора и анализа научного материала с использованием информационных технологий; основные методы работы с ресурсами сети Интернет.</p> <p>Умеет: применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; практически использовать научнообразовательные ресурсы Интернет в научных исследованиях и в деятельности педагога.</p> <p>Владеет: навыками использования информационных технологий в организации и проведении научного исследования; навыками использования современных баз данных; навыками применения мультимедийных технологий обработки и представления информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах.</p>	
--	---	--	--

<p>ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.13 знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и истории основного, теории коммуникации; знает основную терминологию</p>	<p>Знает: теоретические основы базовых математических дисциплин (математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов), а также теоретической механики, физики.</p> <p>Умеет: решать задачи, связанные с исследованием свойств функций и их производных, с интегрированием, с изучением функциональных рядов, с дифференциальными уравнениями, с численным решением дифференциальных уравнений, с алгебраическими уравнениями и их системами.</p> <p>Владеет: базовыми методами современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач.</p>	<p>Изучение тем последовательно по модулям с последующим проведением коллоквиумов и контрольных работ</p>
--	---	---	---

	<p>ОПК-1.2. Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты.</p>	<p>Знает: способы использования знаний в различных областях математики при решении конкретных задач в области математики и естественных наук. Умеет: применять различные методы современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач. Владеет: навыками применения методов современного математического анализа при решении конкретных задач в области математики и естественных наук.</p>	
	<p>ОПК-1.3. Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности.</p>	<p>Знает: различные методы современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач. Умеет: корректно выбрать методы решения конкретной задачи в области математики и естественных наук. Владеет: навыками выбора методов решения задач современного математического анализа.</p>	
<p>ПК-2. Способен к преподаванию по программам профессионального обучения, среднего</p>	<p>. ПК-2.1. Знает основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий.</p>	<p>Знает: образовательный стандарт и программы профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным</p>	<p>Изучение тем последовательно по модулям с последующим проведением</p>

<p>профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным программам (ДПП), ориентированным на соответствующий уровень квалификации.</p>		<p>программам (ДПП). Умеет: профессионально грамотно пользоваться организационно-методическим и учебно-методическим обеспечением образовательной программы соответствующего уровня. Владеет: психолого-педагогическими и методическими основами преподавания дисциплин математики и информатики.</p>	<p>коллоквиумов и контрольных работ</p>
	<p>ПК-2.2. Умеет корректно оформить результаты научного труда в соответствии с современными требованиями.</p>	<p>Знает: на достаточно высоком уровне учебные курсы математики и информатики в рамках программы соответствующего уровня. Умеет: оценивать объем материала, необходимого для освоения того или иного программного вопроса в области математики и информатики; устанавливать связи между различными 55 предметными разделами с учетом уровня подготовки и психологии данной аудитории. Владеет: достаточной информацией о современном состоянии развития различных областей математики и информатики и об актуальных вопросах преподавания математики и информатики.</p>	

	<p>ПК-2.3. Имеет практический опыт использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического разыскания и описания, опыт работы с научными источниками.</p>	<p>Знает: разные подходы к определению основных понятий математики; основные понятия информатики; формулировки математических утверждений при различных изменениях их исходных условий; различные языки программирования.</p> <p>Умеет: оценивать объем материала, необходимого для освоения того или иного программного вопроса по математике и информатике по программам профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным программам (ДПП).</p> <p>Владеет: методикой изложения основного материала того или другого раздела математики и информатики по программам профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным программам (ДПП).</p>	
--	---	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практические	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Линейное и нелинейное программирования								
Всего по модулю 1	6		10	10	10		6	
1. Задача линейного программирования.	6		2	2				
2. Геометрический способ решения задачи линейного программирования.	6		2	2	2			
3. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.	6		2	2	4		2	
4. Гладкая конечномерная задача без ограничений.			2	2	2		2	
5. Гладкие задачи с нелинейными ограничениями.	6		2	2	2		2	
Модуль 2. Игровые модели исследования операций.								
Всего по модулю 3	6		6	6	6		18	
6. Антагонистическая игра в нормальной форме.	6		2	2	6		6	

7. Смешанные стратегии, теорема о минимаксе.	6		4	4			12	
Модуль 3., Подготовка к экзамену								
Экзамен	6						36	
Итого :	108		16	16	16		60	экзамен

4.3. Содержание дисциплины, структурирование по темам(разделам)

Лекции

Шестой семестр

Модуль1. Линейное и нелинейное программирования

Тема1. Задача линейного программирования.

Общая задача линейного программирования. Основная и каноническая задачи линейного программирования, их эквивалентность. Примеры прикладных задач линейного программирования.

Тема2. Геометрический способ решения задачи линейного программирования.

Множество допустимых элементов и его угловые точки, критерий угловатости допустимой точки. Базисные и небазисные координаты. Линии уровня целевой функции, оптимальные решения.

Тема3. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.

Преобразование исходной задачи, выбор базисных переменных, угловой точки, симплекс-таблица. Идея симплекс-метода, Условия оптимальности допустимого решения, отсутствия решения. Основной случай соотношения оценок, симплекс преобразований.

Тема4. Гладкая конечномерная задача без ограничений.

Постановка задачи, необходимые условия экстремума. Достаточные условия экстремума. Квадратичные формы, их знакоопределенность, критерий Сильвестра.

Тема5 Гладкие задачи с нелинейными ограничениями.

Метод множителей Лагранжа. Необходимые условия экстремума в задаче с ограничениями типа равенств. Задача с смешанными ограничениями, необходимые условия экстремума..

Модуль2. Игровые модели исследования операций.

Тема6. Антагонистическая игра в нормальной форме.

Математическая модель игры, антагонистическая игра двух лиц с нулевой суммой. Принцип гарантированного успеха, нижняя и верхняя цены игры.

Тема7. Смешанные стратегии, теорема о минимаксе.

Проблема равновесия в игре, чистые и смешанные стратегии. Теорема о минимаксе, устойчивость получаемых решений. Решения игр, эквивалентные задачи линейного программирования.

Практические занятия

Модуль1. Линейное и нелинейное программирования

Тема1. Задача линейного программирования.

Градиент целевого функционала, гиперплоскости уровней, возрастание и убывание значения целевого функционала. Множество допустимых элементов задачи. Оптимальные решения. Решение задач.

Тема2. Геометрический способ решения задачи линейного программирования.

.Область допустимых элементов, угловые точки. Параллельное перемещение графика целевого функционала, определение оптимальных решений.

Тема3. Симплекс- метод решения задачи линейного программирования.

Преобразование общей задачи к каноническому виду, выбор базисных переменных и угловой точки. Преобразования симплекс- таблиц, минимизация значения целевого функционала. Решение задач.

Тема 4. Гладкая конечномерная задача без ограничений.

Функций многих переменных, необходимые условия экстремума, стационарные точки. Достаточные условия экстремума, квадратичные формы, критерий Сильвестра, определение решений.. Решение задач.

Тема5. Гладкая конечномерная задача с ограничениями типа равенств

Функция Лагранжа, необходимые условия экстремума, нахождение стационарных точек. Испытание стационарных точек на наличие экстремумов, глобальные экстремумы. Решение задач

Модуль2. Игровые модели исследования операций.

Тема6. Антагонистическая игра в нормальной форме.

Платежная матрица, чистые стратегии участников игры. Принцип гарантированного успеха. Решение задач.

Тема7. Смешанные стратегии и их оптимальный выбор.

Смешанные стратегии игровых моделей, теорема о минимаксе. Математическая модель игры и ее решение методами линейного программирования. Решение задач.

Лабораторные занятия.

Модуль1. Линейное и нелинейное программирования

Тема1. Двумерная задача линейного программирования .

Градиент целевой функции, линии уровня. Возрастание и убывание значения целевой функции. Область допустимых решений. Графическое изображение на ЭВМ. Графическое решение задачи на ЭВМ.

Тема2. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.

Преобразование задачи каноническому виду, выбор базиса и угловой точки. Выбор и подготовка программы для решения задачи на ЭВМ. Вычисление экстремумов задачи, анализ полученных решений.

Тема3. Методы перебора и поразрядного поиска минимизации функции одной переменной.

Унимодальность целевой функции, выбор числа разбиений отрезка задания целевой функции. Вычисление значений целевой функции. Приложение метода перебора.

Тема4. Метод дихотомии минимизации функций.

Алгоритм метода, выбор пробных точек и числа итераций.

Составление программы для реализации метода, вариация входных параметров задачи минимизации, анализ полученных численных результатов.

Модуль2. Игровые модели исследования операций.

Тема5. Антагонистическая игра в нормальной форме.

Нормальная форма игры, платежная матрица. Чистые стратегии, нижняя и верхняя цены игры, принцип гарантированного успеха.

Тема 6. Графоаналитический метод решения игры.

Аналитическое решение игровой модели. Графическое решение.

5. Образовательные технологии.

В основе преподавания дисциплины *методы оптимизации и исследование операций* лежит лекционно-семинарская и лабораторная системы обучения, что связано не только с необходимостью активного осмысливания теоретического материала, необходимого при решении различных прикладных задач, но и с умением реализовать освоенный материал при решении этих задач с использованием ЭВМ. Индивидуальные особенности обучающихся учитываются подбором заданий разного уровня сложности для самостоятельной работы студентов.

По данной дисциплине учебным планом предусмотрено также проведение занятий в интерактивных формах. Особенно, это касается тех задач оптимизации, в которых наглядные элементы-схемы, рисунки—составляют необходимую составляющую. Лекции проводятся в аудиториях, оснащенных видеопроекторами. В университете функционирует Центр современных образовательных технологий, в котором предусматриваются мастер – классы специалистов.

6. Учебно – методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Учебно-методические пособия для самостоятельной работы

1. Загиров Н.Ш., Ризаев М.К. Вариационное исчисление и методы оптимизации. г.Махачкала, ИПЦ ДГУ, 2010.
2. Загиров Н.Ш., Гаджиева Т.Ю. Методы оптимизации. Методические рекомендации к решению задач. г.Махачкала, ИПЦ ДГУ, 2014.
3. Гончаров В.А. Методы оптимизации: учебное пособие. М:Высшее образование. 2009.
4. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В.. Курс методов оптимизации. М., ФИЗМАТЛИТ, 2005.

Самостоятельная работа студентов организована в различных видах и формах, включая подготовку к учебным занятиям и научно-исследовательскую деятельность студентов, обеспечена учебно-методическими материалами. Контроль выполнения самостоятельной работы проводится средствами, соответствующими данному виду работы.

Коллоквиум - средство контроля освоения учебного материала темы или раздела, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися. Перед коллоквиумом по каждому модулю студент должен *самостоятельно* повторить и освоить соответствующий теоретический материал по данному модулю:

- *знать* основные понятия и определения, формулировки основных математических утверждений;
- *уметь* давать: общий анализ основных понятий; геометрические и/или естественнонаучные интерпретации базовых теорем по тематике модуля;
- *владеть* навыками доказательства теорем по тематике модуля.

Критерии оценки по коллоквиуму

По данному модулю студенту выставляются:

- 1) 5 баллов, если он *знает* основные понятия, определения, формулировки основных утверждений из данного раздела и *умеет* их иллюстрировать на различных примерах;
- 2) 15 баллов, если он *знает* основные понятия, определения, формулировки основных утверждений из данного раздела и *умеет* доказывать различные из них;
- 3) 20 баллов, если он *знает* основные понятия, определения, формулировки основных утверждений из данного раздела и *умеет* доказывать их.

Эти баллы учитываются при выводе общего результата как интегральной оценки, складывающейся из текущего контроля и промежуточного контроля

Критерии оценки по контрольной работе

Если студент *владеет по данному модулю навыками* решения типичных задач, то *по этому модулю* ему выставляются:

- 1) 50 баллов;
- 2) 40 баллов в случае наличия неточностей;

3) 20 баллов в случае наличия некоторых допустимых ошибок.

Эти баллы учитываются при выводе общего результата как интегральной оценки, складывающейся из текущего контроля и промежуточного контроля.

Доклад - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Реферат - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Критерии оценки по докладу, реферату

Если студент по теме данного модуля самостоятельно подготовил доклад и выступил с этим докладом публично или написал реферат и раскрыл тему реферата, то ему выставляются 10 баллов, которые учитываются при выводе общего результата как интегральной оценки, складывающейся из текущего контроля и промежуточного контроля.

6.2. Задание для самостоятельной работы.

Модуль 1. Линейное и нелинейное программирования.

Решить графически следующие задачи линейного программирования.

1. $L(x) = -6x_1 - 4x_2 \rightarrow \text{extr}$

$$\left\{ \begin{array}{l} 4x_1 - 8x_2 \geq -72, \quad 2x_1 + 5x_2 \leq 81, \\ 6x_1 + 2x_2 \leq 100, \quad 4x_1 - 6x_2 \leq 30, \\ 3x_1 + x_2 \geq 6, \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{array} \right.$$

2. $L(x) = 4x_1 + 5x_2 \rightarrow \text{extr},$

$$\left\{ \begin{array}{l} 11x_1 + 5x_2 \geq 55, \quad 5x_1 - 7x_2 \leq -77, \\ 6x_1 + 5x_2 \leq 172, \quad x_1 + x_2 \leq 87, \\ 8x_1 - 13x_2 \leq 72, \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{array} \right.$$

3. $L(x) = 4x_1 + 5x_2 \rightarrow \text{extr}$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1 - x_2 \leq 6, \quad 2x_1 + 7x_2 \geq 14, \\ 4x_1 - 6x_2 \leq 44, \quad 11x_1 - x_2 \leq 183, \\ -2x_1 + 11x_2 \leq 129; \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{array} \right.$$

4. $L(x) = 6x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr}$,

$$\begin{cases} -2x_1 + 5x_2 \leq 55, & 7x_1 + 3x_2 \geq 21, \\ 4x_1 - 7x_2 \leq 38, & 8x_1 - 3x_2 \leq 108, \\ 15x_1 + 40x_2 \leq 750, & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

5. $L(x) = 2x_1 + 9x_2 \rightarrow \text{extr}$,

$$\begin{cases} 4x_1 + 11x_2 \leq 143, & 10x_1 + 3x_2 \geq 39, \\ 3x_1 + 8x_2 \geq 33, & 2x_1 - x_2 \leq 28, \\ 9x_1 + 7x_2 \leq 218, & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Решить симплекс – методом задачи линейного программирования.

6. $L(x) = x_1 + 6x_2 \rightarrow \text{extr}$,

$$\begin{cases} -5x_1 + 6x_2 \leq 42, & x_1 + 2x_2 \leq 30, \\ 5x_1 + x_2 \leq 69, & -3x_1 + 8x_2 \leq 5, \\ 6x_1 + x_2 \geq 7, & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

7. $L(x) = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{extr}$,

$$\begin{cases} -5x_1 + 7x_2 \leq 56, & 6x_1 + x_2 \geq 8, \\ x_1 + 4x_2 \geq 9, & 9x_1 - 4x_2 \leq 108, \\ 4x_1 + 9x_2 \leq 145, & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

8. $L(x) = 5x_1 - 2x_2 \rightarrow \text{extr}$,

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 5, & x_1 + 4x_2 \leq 65, \\ 7x_1 + 2x_2 \leq 143, & -x_1 + 4x_2 \geq 1, \\ 3x_1 + 7x_2 \geq 35, & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

9. $L(x) = 5x_1 - 3x_2 \rightarrow \text{extr}$,

$$\begin{cases} -5x_1 + 7x_2 \leq 63, & x_1 + 9x_2 \leq 133, \\ 3x_1 + x_2 \leq 61, & -7x_1 + 6x_2 \leq 84, \\ 5x_1 + 8x_2 \geq 40, & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

10. $L(x) = 4x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr}$,

$$\begin{cases} -7x_1 + 6x_2 \leq 42, & -x_1 + 3x_2 \leq 36, \\ 5x_1 - x_2 \leq 58, & 5x_1 - 6x_2 \leq 23, \\ 2x_1 + 7x_2 \geq 28, & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Решить следующие текстовые задачи на экстремум.

11. Турист идет из пункта А, находящегося на шоссе, в пункт В, расположенный в 8 км от шоссе. Расстояние от А до В по прямой составляет 17 км. В каком месте туристу следует свернуть с шоссе, чтобы в кратчайшее время прийти в пункт В, если скорость его по шоссе 5 км/ч, а по бездорожью 3 км/ч

12. Канал, ширина которого 27 м, под прямым углом впадает в другой канал шириною 64 м. Какова наибольшая длина бревен, которые можно сплавлять по этой системе каналов?

13. На какой высоте над центром круглого стола радиуса α следует поместить электрическую лампочку, чтобы освещенность края стола была наибольшей?

14. Расходы на топливо для топки парохода пропорциональны кубу его скорости. Известно, что при скорости в 10 км/час расходы на топливо составляют 30 руб. в час, остальные же расходы (не зависящее от скорости) составляют 480 руб. в час. При какой скорости парохода общая сумма расходов на 1 км. пути будет наименьшей? Какова будет при этом общая сумма расходов в час?

Решить следующие конечномерные задачи.

15. $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 \rightarrow \text{extr}, \vec{x} \in R^3$.

16. $-x_1^2 - x_2^2 - x_3^2 + x_1 + x_1x_2 + 2x_3 \rightarrow \text{extr}, \vec{x} \in R^3$.

17. $4x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr}, x_1^2 + x_2^2 = 4$.

18. $x_1x_2^2x_3^3 \rightarrow \text{extr}, x_1 + x_2 + x_3 = 1$.

19. $x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \text{extr}, x_1^4 + x_2^4 \leq 1$.

20. $x_1^4 + x_2^4 \rightarrow \text{extr}, x_1^2 + x_2^2 \leq 1$.

Модуль 2. Игровые модели исследования операций.

Используя принцип гарантированного успеха, решить матричные игры, найти верхнюю и нижнюю цены игры.

1. $A = \begin{pmatrix} 1350 & 2370 & -900 & 3670 & 5800 & -670 & -3790 \\ 1250 & -550 & 5466 & 568 & 4523 & 896 & -698 \\ 635 & 4587 & -568 & 658 & 523 & 5874 & 963 \\ -963 & 2451 & 875 & 4521 & 457 & -6354 & 6547 \end{pmatrix}$

2. $B = \begin{pmatrix} 4390 & 1470 & -950 & 1680 & 580 & -1670 & 2410 \\ 3220 & 1210 & 6461 & 6684 & 1523 & -796 & -618 \\ 435 & 5817 & 868 & -351 & -813 & 7514 & -963 \\ 2354 & 1461 & 555 & 3521 & -467 & 6155 & 754 \end{pmatrix}$

Решить графически и аналитически игровые модели с платежными матрицами.

$$\begin{pmatrix} 5 & 10 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 7 & 11 \end{pmatrix}$$

18

$$\begin{pmatrix} 12 & 6 \end{pmatrix}$$

$$3. A = \begin{pmatrix} 7 & 8 \end{pmatrix} \quad 4. B = \begin{pmatrix} 21 & 4 \end{pmatrix} \quad 5. C = \begin{pmatrix} 48 & 7 \end{pmatrix}$$

Сократить размерность и найти цену игры, заданной платежной матрицы.

$$6. A = \begin{pmatrix} -1 & 4 & -2 \\ 0 & 3 & 1 \end{pmatrix} \quad 7. B = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 & 4 \\ 1 & 2 & 5 & 3 \\ 4 & 1 & 3 & 2 \end{pmatrix} \quad 8. C = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 2 & 5 \\ 5 & 3 & 4 & 2 \end{pmatrix}$$

Решить аналитически игровые модели заданные платежными матрицами.

$$9. A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 & 3 & 4 \\ 1 & 5 & 3 & 4 & 3 \\ 4 & 2 & 3 & 2 & 4 \\ 2 & 1 & 4 & 1 & 3 \end{pmatrix} \quad 10. B = \begin{pmatrix} 8 & 3 & 4 & 2 & 4 \\ 3 & 7 & 2 & 3 & 4 \\ 7 & 2 & 1 & 5 & 6 \\ 1 & 1 & 5 & 3 & 8 \end{pmatrix}$$

6.3. Темы для самостоятельного изучения. Виды и содержание самостоятельной работы.

Согласно учебному плану самостоятельная работа предусмотрена в объеме 60 часов, из которых 36 часов отводятся на подготовку к экзамену.

Модуль 1. Линейное и нелинейное программирования.

Тема 1. Основные классы задачи линейного программирования.

1. Доклад на тему: «Общая, основная и каноническая задачи линейного программирования».
2. Решение задач.

Тема 2. Область допустимых решений, угловые точки.

1. Решение задач.
2. Доклад на тему «Угловые точки области допустимых решений».

Тема 3. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.

1. Решение задач.
2. Доклад на тему «Графическое решение задачи линейного программирования в трехмерном пространстве».

Тема 4. Симплекс – метод решения задачи линейного программирования.

1. Решение задач.
2. Доклад на тему «Проблема зацикливания в задаче линейного программирования, антициклин».

Тема 5. Целочисленное линейное программирование.

1. Реферат на тему: «Особенности целочисленного программирования».
2. Решение задач.

Тема6. Гладкая конечномерная задача без ограничений.

1. Решение задач.
2. Доклад на тему « Общие принципы многомерной минимизации ».

Тема 7 .Безусловная минимизация многомерных задач.

- 1.Решение задач.
2. Реферат на тему « Проблема минимизации многомерных задач ».

Тема8. Конечномерная задача с ограничениями типа равенств.

- 1.Решение задач.
2. Доклад на тему « Необходимые условия экстремума второго порядка ».

Тема9. Конечномерная задача с ограничениями типа неравенств.

1. Решение задач.
- 2.Доклад на тему « Достаточные условия экстремума второго порядка ».

Тема10. Задачи с нелинейными ограничениями.

Доклады на темы:

1. Метод штрафных функций.
2. Метод барьерных функций.

Модуль 2. Игровые модели исследования операций.

Тема 11. Антагонистическая игра в нормальной форме.

1. Решение задач.
- 2.Доклад на тему «Принцип гарантированного результата в антагонистической игре с нулевой суммой».

Тема 12. Проблема равновесия в игре, чистые и смешанные стратегии.

1. Решение задач.
2. Доклад на тему «Теорема об активных смешанных стратегиях».

Тема 13. Оптимальные стратегии матричной игровой модели.

- 1.Решение задач.
- 2.Реферат на тему «Способы поиска оптимальных стратегий».

Тема 14. Приложения матричных игровых моделей.

- 1.Решение задач.
- 2.Реферат на тему «Модель комплектации вычислительного центра».

Тема15.Кооперативные игровые математические модели.

- 1.Доклад на тему «Биматричная игра, ситуация равновесия».
- 2.Реферат на тему «Проблемы и формы кооперирования».

7. Фонд оценочных средств, для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания.

7.1.1. Примерные контрольные вопросы к коллоквиумам.

Модуль 1. Линейное и нелинейное программирования.

1. Сформулируйте задачу об оптимальном выпуске продукции.
2. Приведите постановку транспортной задачи.
3. Какая задача оптимизации называется задачей линейного программирования?
4. Сформулируйте каноническую задачу линейного программирования.
5. Напишите общую задачу линейного программирования. Укажите ее частные случаи.
6. В чем состоит эквивалентность основной и канонической задач линейного программирования?
7. Дайте определение области допустимых элементов задачи линейного программирования. Приведите пример в случае размерности $n = 2,3$.
8. Дайте определение угловой точки ОДР. Приведите примеры для случая $n = 2,3$.
9. Сформулируйте критерий угловатости точки в случае канонической задачи линейного программирования.
10. Какие задачи линейного программирования можно решить графически?
11. Описать алгоритм графического решения задачи линейного программирования.
12. Объясните алгоритм преобразования основной задачи к каноническому виду.
13. В каких случаях для решения задачи линейного программирования необходимо добавлять искусственные переменные?
14. Как привести задачу линейного программирования с произвольными переменными к задаче с неотрицательными переменными?
15. Описать алгоритм выбора базисных переменных, угловой точки и составления первичной симплекс – таблицы.
16. Сформулировать признак оптимальности угловой точки через оценки Δ_i .
17. В каком случае задача линейного программирования не имеет решения? Свяжите ответ с оценками Δ_i .
18. Всегда ли решение задачи линейного программирования, записанной в канонической форме, можно решать за конечное число шагов?

19. Сформулировать правила пересчета ограничений, оценок задачи линейного программирования при переходе к новому базису.
20. Всегда ли решение задачи линейного программирования, записанной в канонической форме может быть найдено за конечное число шагов?
21. Найдите первую и вторую производные отображения: $f: R^n \rightarrow R^1$.
22. Найдите первую производную отображения: $f: R^n \rightarrow R^m$.
23. Сформулировать необходимое условие для безусловного экстремума функции многих переменных.
24. Сформулировать достаточное условие безусловного экстремума функции многих переменных.
25. Сформулировать критерий Сильвестра проверки достаточных условий безусловного экстремума функции многих переменных.
26. Приведите постановку гладкой конечномерной задачи с ограничениями типа равенств. Что такое функция и вектор множителей Лагранжа?
27. Что называется градиентом функции Лагранжа?
28. Что называется вторым дифференциалом функции Лагранжа?
29. Сформулировать необходимые условия экстремума в конечномерной задаче с ограничениями типа равенств.
30. Приведите алгоритм решения задачи на экстремум функции многих переменных в случае ограничений типа равенств.
31. Приведите постановку задачи минимизации функции многих переменных при ограничениях типа равенств и неравенств.
32. Сформулировать необходимые условия экстремума в задаче со смешанными ограничениями.
33. В чем состоит условие дополняющей нежесткости в необходимых условиях экстремума задачи с ограничениями типа неравенств?
34. В чем состоит условие неотрицательности множителей Лагранжа в необходимых условиях экстремума задачи с ограничениями типа неравенств?
35. Приведите условие стационарности в задачах минимизации функций многих переменных с ограничениями.

Модуль 2. Игровые модели исследования операций.

1. Что называется операцией в общем смысле слова?
2. Кто может быть оперирующей стороной в операции?

	$1) \left(-\frac{3}{5}; -\frac{4}{5}\right); 2) \left(-\frac{4}{5}; -\frac{3}{5}\right)$ $3) \left(\frac{3}{5}; \frac{4}{5}\right); \left(\frac{4}{5}; \frac{3}{5}\right); \quad 4) (0; 1); (1; 0).$
3)	<p>Каноническая задача линейного программирования:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) содержит ограничение типа строгого неравенства; 2) всегда имеет конечное решение; 3) содержит только ограничения типа равенств; 4) содержит ограничения только типа неравенств.
4)	<p>Область допустимых элементов задачи линейного программирования в R^2 задана неравенствами $x_1 + x_2 \geq 6, x_1 + x_2 \leq 12, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$. Тогда число угловых точек этой области равно:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 3; 2) 5; 3) 6; 4) 4.
1)	<p>Задача линейного программирования $L(\vec{x}) = -x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$, $\begin{cases} x_1 \geq 0, x_1 \leq 3, \\ x_2 \geq 0, x_2 \leq 3 \end{cases}$ имеет решение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\vec{x}_{\text{опт}} = (+3; +3), L_{\min} = -9;$ 2. $\vec{x}_{\text{опт}} = (+3; 0), L_{\min} = -3;$ 3. $\vec{x}_{\text{опт}} = (0; 3), L_{\min} = -6;$ 4. $\vec{x}_{\text{опт}} = (2; 3), L_{\min} = -8;$
2)	<p>Цена игры, заданной матрицей $A = \begin{pmatrix} -3 & 5 \\ 4 & -2 \end{pmatrix}$, равна :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 3; 2) 1 ; 3) -2; 4) -3.
3)	<p>Пусть дана матрица игры $A = \begin{pmatrix} -1 & 4 & -2 \\ 0 & 3 & 1 \end{pmatrix}$. Цена этой игры равна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 3; 2) 4; 3) 0; 4) -2.
1)	<p>Найти седловую точку и цену игры по платежной матрице</p> $A = \begin{pmatrix} 8 & 6 & 2 & 8 \\ 8 & 9 & 4 & 5 \\ 7 & 5 & 3 & 5 \end{pmatrix}.$ <ol style="list-style-type: none"> 1) $\alpha = \beta = \gamma = 4;$ 2) $\alpha = 3, \beta = 5, \gamma = 3;$ 3) $\alpha = \beta = \gamma = 5;$ 4) $\alpha = 5, \beta = 3, \gamma = 3.$
1)	<p>Определить нижнюю и верхнюю цены игры $A = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 & 4 \\ 10 & 4 & 3 & 10 \\ -2 & 4 & 1 & 2 \end{pmatrix}$.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $\alpha = 3; \beta = 3;$; 2) $\alpha = 1; \beta = 10;$ 2) 3) $\alpha = -2; \beta = 4;$; 4) $\alpha = -3; \beta = 8$

7.1.3. Варианты контрольных работ для текущего контроля

Контрольная работа №1.

Вариант №1.

1. Решить геометрическим способом и симплекс-методом задачу линейного программирования:

$$L(\vec{x}) = -4x_1 - 10x_2 \rightarrow \min; \begin{cases} -3x_1 + 4x_2 \leq 24, & 2x_1 + x_2 \leq 17, \\ 3x_1 - x_2 \leq 18; & x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Вариант №2.

1. Решить геометрическим способом и симплекс-методом задачу линейного программирования:

$$L(\vec{x}) = -5x_1 - 3x_2 \rightarrow \min; \begin{cases} 5x_1 + 4x_2 \geq 20, & x_1 + x_2 \leq 12, \\ 2x_1 - x_2 \leq 12; & x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Вариант №3.

1. Решить геометрическим способом и симплекс-методом задачу линейного программирования:

$$L(\vec{x}) = -6x_1 - 8x_2 \rightarrow \min; \begin{cases} -3x_1 + 5x_2 \leq 30, & x_1 + x_2 \leq 13, \\ 5x_1 - 2x_2 \leq 15; & x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Вариант №4.

1. Решить геометрическим способом и симплекс-методом задачу линейного программирования:

$$L(\vec{x}) = -5x_1 - 4x_2 \rightarrow \min; \begin{cases} 3x_1 + 8x_2 \geq 24, & -x_1 + 2x_2 \leq 6, \\ x_1 + 2x_2 \leq 14; & x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Контрольная работа №2.

Вариант №1.

1. Решить конечномерную задачу без ограничений:

$$x_1^2 - 2x_1x_2 + 2x_2^2 + \frac{1}{3}x_3^3 - 2x_1 + 2x_2 - x_3 \rightarrow \text{extr.}$$

2. Решить конечномерную задачу с ограничением типа равенства:

$$x_1^2 + 2x_2^2 + 5x_3^2 \rightarrow \text{extr}; \quad 2x_1 - x_2 + 5x_3 = 19.$$

Вариант №2.

1. Вычислить экстремумы в безусловной конечномерной задаче:

$$2x_1^2 - 2x_1x_2 + x_2^2 - \frac{2}{3}x_3^3 + 4x_1 + x_2 + 4x_3 \rightarrow \text{extr.}$$

2. Решить конечномерную задачу:

$$2x_1^2 + x_2^2 + 2x_3^2 \rightarrow \text{extr}, \quad -2x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 26$$

Вариант №3.

1. Решить конечномерную задачу без ограничений:

$$-x_1^2 + 2x_1x_2 - 2x_2^2 - \frac{1}{3}x_3^3 - 2x_1 + 2x_2 + x_3 \rightarrow \text{extr.}$$

2. Решить конечномерную задачу с ограничением типа равенства:

$$-2x_1 + 2x_2 + x_3 = 24.$$

Вариант № 4.

1. Решить конечномерную задачу без ограничений:

$$-2x_1^2 + 2x_1x_2 - x_2^2 + \frac{2}{3}x_3^3 + 4x_1 + x_2 + 4x_3 \rightarrow \text{extr.}$$

2. Решить конечномерную задачу с ограничением типа равенства:

$$\begin{aligned}x_1^2 + 2x_2^2 - 2x_3^2 &\rightarrow \text{extr}, \\ 2x_1 - 5x_2 - 3x_3 &= 42.\end{aligned}$$

Вопросы для контроля самостоятельной работы студента

1. Задача линейного программирования, ее частные случаи.
2. Прикладные задачи линейного программирования.
3. Область допустимых решений задачи линейного программирования.
4. Критерий угловатости точки, базисные координаты.
5. Приведение задачи линейного программирования к каноническому виду.
6. Симплекс таблица, разрешающий элемент.
7. Симплекс преобразование, связь переменных.
8. Необходимые условия экстремума конечномерной безусловной задаче.
9. Целочисленное линейное программирование.
10. Достаточные условия экстремума в конечномерной безусловной задаче.
11. Правило множителей Лагранжа в задачах с ограничениями.
12. Необходимые условия экстремума в задаче с ограничениями типа равенств.
13. Правило решения задачи с ограничениями типа равенств.
14. Необходимые условия экстремума в задаче с ограничениями типа равенств и неравенств.
15. Теорема Куна-Таккера в задаче выпуклого программирования.
16. Игровые модели и их классификация.
17. Матричные игровые модели.
18. Антагонистическая игра в нормальной форме, принцип гарантированного результата.
19. Смешанные стратегии, теорема Неймана.
20. Решение игровых моделей, эквивалентные задачи линейного программирования.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля-50% и промежуточного контроля -50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий-10 баллов,
- участие на практических занятиях-10 баллов,
- коллоквиум-30 баллов,
- выполнение аудиторных контрольных работ-30 баллов,
- выполнение лабораторных работ-20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:
-устный опрос (экзамен) – 100 баллов.

Критерии оценивания

Оценку "отлично" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание предусмотренного программой материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. Студент должен уметь примеры и задачи, предложенные к предстоящему экзамену.

Оценку "хорошо" заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Иными словами, допускается незнание некоторых сложных фактов и доказательств теорем.

Оценку "удовлетворительно" заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно- программногo материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Удовлетворительной отметкой оценивается ответ, в котором имеются погрешности при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, в ответе которого обнаружены пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "неудовлетворительно" ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Рекомендуемые границы оценок:

- «отлично»** - не менее 86% правильных ответов,
«хорошо» - 66-85% правильных ответов,
«удовлетворительно» - 51-65% правильных ответов,
«неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации : учебное пособие / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. - 2-е изд. - Москва : Физматлит, 2011. - 368 с. - ISBN 978-5-9221-0559-0; то же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76629>.
2. . Галеев, Э.М. Краткий курс теории экстремальных задач : учебное пособие для вузов по спец. "Математика" / Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров. - М. : Изд-во МГУ, 1989. - 203,[1] с. - 00-45.
3. Карманов В.Г. Математическое программирование. М.: Физматлит, 2008.
4. Давыдов И.Г. Исследование операций. М.: Высшая школа. 1999.
5. Дегтярев Ю.И. Исследование операций. М.: Высшая школа, 2012.
6. Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров С.В. Сборник задач по оптимизации. М.: Наука, 1984.

б) дополнительная литература:

1. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Дрофа, 2004.
2. Шапкин А.С., Мазаева Н.П. Математические методы и модели исследования операций. М.: Дашков и К., 2005.
3. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. М.: Физматлит, 2005.
4. Пантелеев А.Б., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах. М.: Высшая школа, 2005..
5. Струченков В.И. Методы оптимизации. Основы теории. Задачи. Обучающие компьютерные программы. Учебное пособие. М.: Изд. «Экзамен», 2005.

9. Перечень ресурсов информационно- телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал <http://edu.ru>;
2. Электронные каталоги Научной библиотеки ДГУ <http://elib.dgu.ru>;
<http://edu.icc.dgu.ru>

10. Методические указания для обучающихся на освоению дисциплины.

Учебная программа по методам оптимизаций распределена по темам и по часам на лекции и практические занятия; предусмотрена также самостоятельная

учебная работа студентов. По каждой теме преподаватель указывает студентам необходимую литературу (учебники, учебные пособия, сборники задач и упражнений), а также соответствующие темам параграфы и номера упражнений и задач.

Самостоятельная работа студентов складывается из работы над лекциями, с учебниками, решения рекомендуемых задач, а также из подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и сдаче зачетов и экзаменов.

При работе с лекциями и учебниками особое внимание следует уделить изучению основных понятий и определений по данному разделу, а также особенностям примененных методов и технологий доказательства теорем. Решение достаточного количества задач по данной теме поможет творческому овладению методами доказательства математических утверждений.

После изучения каждой темы рекомендуется самостоятельно воспроизвести основные определения, формулировки и доказательства теорем. Для самопроверки рекомендуется также использовать контрольные вопросы, приводимые в учебниках после каждой темы.

Основная цель практических занятий – подготовка студентов к самостоятельной работе над теоретическим материалом и к решению задач и упражнений.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по методом оптимизации рекомендуются компьютерные технологии, основанные на операционных системах Windows, Ubuntu, Linux, прикладные программы Mathcad, Matlab, Mathematica, а также сайты образовательных учреждений и журналов, информационно-справочные системы, электронные учебники. При проведении занятий рекомендуется использовать компьютеры, мультимедийные проекторы, интерактивные экраны.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Университет обладает достаточной базой аудиторий для проведения всех видов занятий, предусмотренных образовательной программой дисциплины методы оптимизации. Кроме того, на факультете 4 компьютерных класса и 4 учебных класса, оснащенных компьютерами с соответствующим программным обеспечением и мультимедиа-проекторами. В университете имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.