

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение выс-  
шего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Факультет математики и компьютерных наук**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Методы оптимизации**

**Кафедра прикладной математики  
факультета математики и компьютерных наук**

Образовательная программа бакалавриата:  
02.03.01 – Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) программы:  
Математический анализ и приложения

Форма обучения  
***Очная***


Статус дисциплины: *входит в часть ОПОП, формируемую  
участниками образовательных отношений*

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриата по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки от 23 августа 2017 г. N 807 (Редакция с изменениями N 1456 от 26.11.2020)

Разработчик: кафедра прикладной математики и информатики,  
Лугуева А.С, к.ф-м.н., доцент,

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры прикладной математики ФМиКН  
от 25.02.2022 г., протокол № 6

Зав. кафедрой  Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета МиКН  
от 24 марта 2022 г., протокол № 4

Председатель  Ризаев М.К.

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

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Методы оптимизации» входит в *часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений бакалавриата* по направлению подготовки

02.03.01 – Математика и компьютерные науки.

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с ознакомлением с классической теорией вероятностей и современный аксиоматический подход.

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

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, коллоквиума и промежуточный контроль в форме *зачета.*

**Объем дисциплины:** 3 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации				
7	108	64	32		32			44	<b>зачет</b>

### 1. Цели освоения дисциплины:

**Цель** изучения курса «Методы оптимизации» - умения студентами применять полученные базовых знаний и формирование основных навыков по методам оптимизации, необходимых для решения задач. Развитие понятийной базы и формирование уровня подготовки, необходимых для понимания основ методов оптимизации и их применения.

Конечной целью курса являются: сформировать у студентов представление о современном состоянии науки, ее приложениях и лежащих в ее основе достижениях в области технических и программных средств.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Методы оптимизации» входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений бакалавриата по направлению подготовки 02.03.01 – Математика и компьютерные науки.

Дисциплина реализуется на физическом факультете ДГУ кафедрой прикладной математики ФМиКН.

Дисциплина «Методы оптимизации» изучается в седьмом семестре четвертого учебного года.

Курс «Методы оптимизации» вводится после изучения дисциплин алгебра, математический анализ, дифференциальные уравнения, так как для успешного усвоения этого курса студентам необходимы знания по указанным дисциплинам. Изученные в курсе методы могут применяться при решении различных математических моделей в естествознании.

Освоение дисциплины способствует формированию универсальных и общепрофессиональных и профессиональных компетенций и взаимодействуют с другими дисциплинами модуля.

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.	Знает: структуру задач в области математики, теоретической механики и физики, а также базовые составляющие таких задач. Умеет: анализировать постановку данной математической задачи, необходимость и (или) достаточность информации для ее решения. Владеет: навыками сбора, отбора и обобщения научной информации в области математических дисциплин.	устный опрос, тестирование, письменный опрос
	УК-1.2. Умеет соотносить различные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	Знает: принципы математического моделирования различных явлений, систематизации научной информации в области математики и компьютерных наук. Умеет: системно подходить к решению задач на различные явления в области	устный опрос, тестирование, письменный опрос

		<p>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 источниками, опыт научного поиска, 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>устный опрос, тестирование, письменный опрос</p>
<p>ОПК-1. Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа</p>	<p>ОПК1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук.</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</p>	<p>устный опрос, тестирование, письменный опрос</p>

<p>алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности</p>		<p>процессов, численных методов), а также теоретической механики, физики.  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. Владеет: базовыми методами современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач</p>	
	<p>ОПК-1.2. Умеет использовать их в профессиональной деятельности</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>устный опрос, тестирование, письменный опрос</p>
	<p>ОПК-1.3. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.</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>устный опрос, тестирование, письменный опрос</p>
	<p>ПК-1.1. Обладает базовыми</p>	<p>Знает: основы математического анализа и различные</p>	<p>устный опрос, тестирование, письменный</p>

<p>ПК-1. Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий</p>	<p>знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.</p>	<p>приложения дифференциального и интегрального исчисления в математических и естественных науках; современные языки программирования и современные информационные технологии. Умеет: применять дифференциальное и интегральное исчисления для решения различных задач математических и естественных наук; составлять программы на современных языках программирования. Владеет: базовыми методами дифференциального и интегрального исчислений; навыками программирования на современных языках.</p>	<p>опрос</p>
	<p>ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.</p>	<p>Знает: области применения дифференциального и интегрального исчисления; различные языки программирования. Умеет: решать задачи, связанные: с исследованием свойств функций и их производных, с изучением функциональных рядов, с оценкой погрешности аппроксимации функций; применять различные языки программирования в численном анализе. Владеет: методами дифференциального исчисления для исследования функций и навыками приложения интегрального исчисления к геометрии, физике.</p>	<p>устный опрос, тестирование, письменный опрос</p>
	<p>ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике</p>	<p>Знает: методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов; методы исследования сходимости рядов; численные методы анализа; современные информационные технологии. Умеет:</p>	<p>устный опрос, тестирование, письменный опрос</p>

		применять методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов и методы исследования сходимости рядов в численном анализе с использованием современных информационных технологий. Владеет: навыками решения задач численного анализа с использованием методов дифференциального и интегрального исчисления.	
--	--	---	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						СРС, в том числе зачет	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лаборат. занятия	Контроль самост. раб	Итоговый контроль			
<b>Модуль 1. Математическое программирование.</b>											
1	Введение. Исторический очерк. Основные понятия, связанные с экстремальными задачами.	7		2	2				2	Формы текущего контроля: устные опросы, тестирование, реферат, доклады, Форма промежуточной аттестации: письменная контрольная работа, лабораторная работа	
2.	Производная по Фреше. Частные производные и производные высших порядков. Теорема суперпозиции. Теорема о среднем. Формула	7		2	2				2	Формы текущего контроля: устные опросы, тестирование, реферат, доклады, Форма промежуточной аттестации: письменная контрольная работа, лабораторная работа	



	Тейлора. Теорема Ферма.									
3.	Задачи без ограничений для функционалов.	7		2	2				2	
4	Гладкие задачи с ограничениями типа равенств. Правило множителей Лагранжа.	7		4	4				4	
5	Гладкие задачи с ограничениями типа неравенств.	7		2	2				2	
	<b>Итого по 1 модулю.</b>			12	12				12	36
<b>Модуль 2. Элементы выпуклого анализа. Линейное программирование</b>										<b>Формы текущего контроля:</b> устные опросы, тестирование, реферат, доклады, <b>Форма промежуточной аттестации:</b> письменная контрольная работа, лабораторная работа
6	Элементы выпуклого анализа. Выпуклые функции и их основные свойства. Выпуклое исчисление	7		2	2				4	
7	Задачи выпуклого программирования. Примеры.	7		4	4				4	
8.	Задачи линейного программирования. Обоснование симплекс метода. Алгоритм симплекс-метода. Задачи.	7		2	2				4	
9	Двойственные задачи линейного программирования. Их экономическая интерпретация.			4	4				4	
	<b>Итого по 2 модулю.</b>			12	12				16	36

Модуль 3. Транспортная задача линейного программирования										Формы текущего контроля: устные опросы, тестирование, реферат, доклады, <b>Форма промежуточной аттестации:</b> письменная контрольная работа, лабораторная работа
9	Первоначальный план перевозок. Метод северо-западного угла. Метод наименьшей стоимости	7		4	2				6	
10	Вырожденные планы. Циклы и пополнение плана	7		2	2				4	
11	Проверка оптимальности плана. Метод потенциалов. Дельта-метод.	7		2	4				6	
	<i>Итого по 3 модулю.</i>			8	8				16	
	ИТОГО			32	32				44	108

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

### Модуль 1. Математическое программирование

#### Тема 1. Введение.

Исторический очерк. Основные понятия, связанные с экстремальными задачами. Предмет и объект курса МО как задачи математического программирования (МП). Математические модели экономических систем. Примеры их построения. Постановка задачи МП в общем виде. Классификация задач МП.

**Тема 2.** Производная по Фреше. Частные производные и производные высших порядков.

Экстремальные задачи для функционалов. Их классификация. Точки локального и глобального экстремума. Дифференцируемость по Фреше операторов, функционалов, функций многих переменных. Примеры. Производные старших порядков. Формулы Тейлора. Дифференцируемость сложных операторов.

**Тема 3.** Задачи без ограничений для функционалов.

Задача на безусловный экстремум для функционалов. Задачи математического программирования.

**Тема 4.** Гладкие задачи с ограничениями типа равенств. Правило множителей Лагранжа.

Метод множителей Лагранжа в задачах на условный экстремум. О достаточных условиях. Прямой метод испытания критических точек. Задача на условный экстремум. Ограничения-равенства. Алгоритм решения задачи без ограничений для функций многих переменных.

**Тема 5.** Гладкие задачи с ограничениями типа неравенств.

Постановка задачи. Алгоритм решения задач с ограничениями типа неравенств.

## **Модуль 2. Элементы выпуклого программирования. Линейное программирование.**

**Тема 6.** Элементы выпуклого анализа. Выпуклые функции и их основные свойства.

Определения. Примеры. Операции над выпуклыми объектами. Теоремы отделимости. Выпуклые функции, множества. Их основные свойства. Теоремы отделимости. Теоремы двойственности и компактности. Выпуклое исчисление. Субдифференциал. Основные свойства. Субдифференциал суммы и верхней оболочки функции

**Тема 7.** Задачи выпуклого программирования. Примеры.

Особенности задач выпуклого программирования. Регулярные задачи. Необходимое и достаточное условие экстремума. Теорема Куна-Таккера.

**Тема 8.** Задачи линейного программирования. Обоснование симплекс метода.

Различные формы задачи линейного программирования. Основные задачи линейного программирования. Обоснование симплекс метода. Алгоритм симплекс-метода. Задачи.

Достаточное условие оптимальности. Прямой симплекс-метод. Геометрическая интерпретация симплекс-метода.

**Тема 9.** Нахождение начального базисного решения. Метод исключения базиса

Базис и базисное решение. Критерий разрешимости. Метод искусственного базиса.

**Тема 10.** Двойственные задачи линейного программирования. Их экономическая интерпретация.

Двойственность, признак оптимальности, методы решения задач линейного программирования. Теорема двойственности. Некоторые специальные задачи линейного программирования. Линейное программирование и матричные игры.

## **Модуль 3. Транспортная задача линейного программирования**

**Тема 11.** Первоначальный план перевозок

Постановка транспортной задачи линейного программирования и ее разновидности (закрытая, открытая). Методы построения опорных планов

для решения транспортной задачи ЛП. Условия невырожденности решения транспортной задачи ЛП. Метод северо-западного угла решения транспортной задачи. Метод наименьшей стоимости.

**Тема 12.** Вырожденные планы. Циклы и пополнение плана.

**Тема 13.** Проверка оптимальности плана. Метод потенциалов. Дельта метод решения транспортной задачи

#### *4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.*

### **Модуль 1. Математическое программирование**

**Тема 1.** *Производная по Фреше. Частные производные и производные высших порядков.*

Экстремальные задачи для функционалов.

Точки локального и глобального экстремума.

Дифференцируемость по Фреше операторов, функционалов, функций многих переменных.

Производные старших порядков. Примеры.

**Тема 2.** *Задачи без ограничений для функционалов.*

Задача на безусловный экстремум для функционалов.

Задачи математического программирования.

**Тема 3.** *Гладкие задачи с ограничениями типа равенств.*

Метод множителей Лагранжа в задачах на условный экстремум.

Прямой метод испытания критических точек.

**Тема 4.** *Правило множителей Лагранжа.*

Задача на условный экстремум.

Ограничения-равенства.

Алгоритм решения задачи без ограничений для функций многих переменных.

**Тема 5.** *Гладкие задачи с ограничениями типа неравенств.*

Алгоритм решения задач с ограничениями типа неравенств.

### **Модуль 2. Элементы выпуклого программирования. Линейное программирование.**

**Тема 6.** *Элементы выпуклого анализа. Выпуклые функции и их основные свойства.*

Определения. Примеры.

Операции над выпуклыми объектами.

Теоремы отделимости.

Выпуклые функции, множества. Их основные свойства.

Теоремы отделимости. Теоремы двойственности и компактности. Выпуклое исчисление.

Субдифференциал. Основные свойства.

Субдифференциал суммы и верхней оболочки функции

**Тема 7. Задачи выпуклого программирования. Примеры.**

Особенности задач выпуклого программирования.

Регулярные задачи.

Необходимое и достаточное условие экстремума.

Теорема Куна-Таккера.

**Тема 8. Задачи линейного программирования. Обоснование симплекс метода.**

Различные формы задачи линейного программирования.

Основные задачи линейного программирования.

Обоснование симплекс метода. Алгоритм симплекс-метода. Задачи.

Достаточное условие оптимальности. Прямой симплекс-метод. Геометрическая интерпретация симплекс-метода.

**Тема 9. Нахождение начального базисного решения. Метод исключения базиса**

Базис и базисное решение.

Критерий разрешимости.

Метод искусственного базиса.

**Тема 10. Двойственные задачи линейного программирования. Их экономическая интерпретация.**

Двойственность, признак оптимальности, методы решения задач линейного программирования.

Теорема двойственности.

Некоторые специальные задачи линейного программирования.

Линейное программирование и матричные игры.

**Модуль 3. Транспортная задача линейного программирования**

**Тема 11. Первоначальный план перевозок. Постановка транспортной задачи линейного программирования и ее разновидности (закрытая, открытая).**

Методы построения опорных планов для решения транспортной задачи ЛП. Условия невырожденности решения транспортной задачи ЛП.

Метод северо-западного угла решения транспортной задачи.

Метод наименьшей стоимости.

**Тема 12. Вырожденные планы.**

Циклы и пополнение плана.

**Тема 13. Проверка оптимальности плана.**

Метод потенциалов.

Дельта метод решения транспортной задачи

## 5. Образовательные технологии

Лекции проводятся с использованием меловой доски и мела. Параллельно материал транслируется на экран с помощью мультимедийного проектора. Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная мультимедиа-проектором, экраном, доской, ноутбуком (с программным обеспечением для демонстрации слайд-презентаций).

Для проведения лабораторных занятий необходима аудитория на 15 человек, оснащена доской, компьютерами.

На лекционном и лабораторном занятиях посредством мультимедийных средств широко используется *демонстрационный материал*, который усиливает ощущения и восприятия обучаемого.

В частности, при изучении дисциплины предусмотрено применение следующих образовательных технологий:

– *Лекция-беседа*, являющаяся наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения студентов в учебный процесс. Эта лекция предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

– *Проблемная лекция*, определяющим признаком которой является постановка и разрешение учебных проблем с различной степенью приобщения к этому слушателей. Такое занятие начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую необходимо решить в ходе изложения материала.

– *Лекция-визуализация*, во время которой происходит переработка учебной информации по теме лекционного занятия в визуальную форму для представления студентам через технические средства обучения или вручную (схемы, рисунки, чертежи и т.п.).

*Презентация* – представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе.

– *Творческие задания* – самостоятельная творческая деятельность студента, в которой он реализует свой личностный потенциал, демонстрирует умение грамотно и ясно выражать свои мысли, идеи.

– *Компьютерные технологии* (компьютерный опрос, лекция – презентация, доклады студентов в сопровождении мультимедиа);

– *Диалоговые технологии* (опрос, взаимопрос, дискуссия между студентами, дискуссия преподавателя и студентов);

– Технологии на основе метода *опережающего обучения* и др.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются активные и интерактивные формы проведения занятий, в частности, с использованием разнообразных методов организации и осуществления:

- *учебно-познавательной деятельности* (словесные, наглядные и практические методы передачи информации, проблемные лекции и др.);
- *стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности* (дискуссии, самостоятельные исследования по обозначенной проблематике, публикация статьи и др.);
- *контроля и самоконтроля* (индивидуального и фронтального, устного и письменного опроса, экзамена).

#### – **Формы и методы обучения**

<b>Форма занятия</b>	<b>Применяемые методы обучения</b>	<b>Виды оценочных средств</b>
Лекционные занятия	Интерактивные методы: дискуссия; метод анализа	Тестовые задания, вопросы к экзамену,

	конкретной ситуации; проблемная лекция; метод опережающего обучения.	вопросы по докладам и др.
Практические занятия	Интерактивные методы: интерактивная лабораторная работа (работа с электронными учебниками); групповая форма работы (парами, фронтальная, групповая, индивидуальная, микрогруппы); дискуссия на семинаре (публичное обсуждение или свободный вербальный обмен знаниями)	-тестовые задания для блиц-опроса, -тестовые задания для промежуточного контроля, -практические задания для выполнения лабораторной работы.  Суммированные баллы начисляемые по результатам регулярной проверки усвоения учебного материала, вносятся в аттестационную ведомость. При выведении аттестационной отметки учитывается посещение студентом аудиторных (лекционных) занятий.
Лабораторные занятия	Данный вид нагрузки не предусмотрен учебным планом	
Самостоятельная работа студентов	Метод проектов, организационно-деятельностная игра	Тестовые задания, задания для самостоятельной работы; балльно-рейтинговая оценка качества и уровня студенческих докладов, рефератов и презентаций

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа рассматривается как форма организации обучения, которая способна обеспечивать самостоятельный поиск необходимой информации, творческое восприятие и осмысление учебного материала в ходе аудиторных занятий, разнообразные формы познавательной деятельности студентов на занятиях и во внеаудиторное время, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, выработку умений и навыков рациональной организации учебного труда. Она является формой организации образовательного процесса, стимулирующей активность, самостоятельность и познавательный интерес студентов, а также одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС).

Самостоятельная работа студента выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя и реализуется непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях и семинарских занятиях, а также вне аудитории – в библиотеке, на кафедре, дома и т.д.

Аудиторная самостоятельная работа студента осуществляется на лекционных и семинарских занятиях в форме выполнения различных заданий и научных работ. Внеаудиторная самостоятельная работа студента традиционно включает такие виды деятельности, как проработка ранее прослушанного лекционного материала, изучение источника, конспектирование программного материала по учебникам, подготовка доклада, выполнение реферата, поиск наглядного материала, выполнение предложенных преподавателем заданий в виртуальной обучающей системе в режиме *on-line* и т.д.

Самостоятельная работа студента должна быть ориентирована на поиск и анализ учебного и научного материалов для подготовки к устному выступлению на семинарском занятии и обсуждения заранее заданных и возникающих в ходе занятия вопросов, написания доклада и научной работы.

Эффективность и конечный результат самостоятельной работы студента зависит от умения работать с научной и учебной литературой, источниками и информацией в сети Интернет по указанным адресам.

При изучении дисциплины «Методы оптимизации» используются следующие виды самостоятельной работы студентов:

### **1. Самостоятельная работа при подготовке к аудиторным занятиям.**

1.1. Подготовка к лекции. Краткие конспекты лекций по дисциплине вместе с рабочей программой заранее представлены студентам на электронных носителях и информационной среде факультета. Знакомство с этими материалами позволяет заранее ознакомиться с основными положениями предстоящей лекции и активно задавать конкретные вопросы при ее изложении.

1.2. Подготовка к лабораторному занятию. Она направлена на:

- развитие способности к чтению научной и иной литературы;
- поиск дополнительной информации, позволяющей глубже разобраться в некоторых вопросах;
- выделение при работе с разными источниками необходимой информации, которая требуется для полного ответа на вопросы плана семинарского занятия;
- развитие умения осуществлять анализ выбранных источников информации;

1.3. Подготовка к семинару-конференции. В процессе самостоятельной подготовки к нему студенту необходимо изучить 2–3 источника (монографии, статьи), в которых раскрыты теоретические подходы к обсуждаемому вопросу и представлены материалы эмпирических исследований. Выступающий должен быть готов ответить на вопросы всех присутствующих по теме своего доклада. После каждого выступления проводится обсуждение представленных научных воззрений разных исследователей. Готовность к такой аналитической коллективной работе обеспечивается просмотром каждым студентов тех основных работ, которые преподаватель рекомендовал прочитать к семинару-конференции.

1.4. Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела или модулей дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя:

- изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой;
- повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения;
- изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний;
- составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы;
- формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий.



1.5. Подготовка к экзамену. Должна осуществляться в течение всего семестра и включать следующие действия: студенту следует перечитать все лекции и материалы, которые готовились к занятиям в течение семестра; затем надо соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к экзамену, вновь осмыслить и понять. Если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуется делать краткие записи с целью формирования в сознании четкой логической схемы ответа на вопрос. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента.

## **2. Внеаудиторная самостоятельная работа.**

2.1. Написание реферата с целью расширения научного кругозора, овладения методами теоретического исследования, развития самостоятельности мышления студента. Для этого следует:

- 1) выбрать тему, если она не определена преподавателем;
  - 2) определить источники, с которыми придется работать;
  - 3) изучить, систематизировать и обработать выбранный материал из источников;
  - 4) составить план;
  - 5) написать реферат:
    - обосновать актуальность выбранной темы;
    - указать исходные данные реферируемого текста (название, где опубликован, в каком году), сведения об авторе (Ф. И. О., специальность, ученая степень, ученое звание);
    - сформулировать проблематику выбранной темы;
    - привести основные тезисы реферируемого текста и их аргументацию;
    - сделать общий вывод по проблеме, заявленной в реферате.
- Планируемые результаты данного вида самостоятельной работы:
- способность студентов к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
  - способность логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь.

2.2. Подготовка доклада с целью расширения научного кругозора, овладения методами теоретического исследования, развития самостоятельности мышления студента.

2.3. Составление глоссария с целью повысить уровень информационный культуры студентов; приобрести новые знания; отработать необходимые навыки в предметной области данного учебного курса.

2.4. Выполнение кейс-задания для формирования умения анализировать в короткие сроки большого объема неупорядоченной информации, принятия решений в условиях недостаточной информации при разборе практических проблемных ситуаций — кейсов, связанных с конкретным событием или последовательностью событий.

2.5. Информационный поиск с целью развития способности к проектированию и преобразованию учебных действий на основе различных видов информационного поиска.

Список современных задач информационного поиска:

- решение вопросов моделирования;
- классификация документов;
- фильтрация, классификация документов;
- проектирование архитектур поисковых систем и пользовательских интерфейсов;
- извлечение информации (аннотирование и реферирование документов);
- выбор информационно-поискового языка запроса в поисковых системах.

2.7. Разработка мультимедийной презентации, целью которой является:

- освоение (закрепление, обобщение, систематизация) учебного материала;

— обеспечение контроля качества знаний; — формирование специальных компетенций, обеспечивающих возможность работы с информационными технологиями; — становление общекультурных компетенций.

Основные виды мультимедийной презентации:

— обучающие и тестовые презентации (позволяют знакомить с содержанием учебного материала и контролировать качество его усвоения);

— презентации электронных каталогов (дают возможность распространять большие объемы информации быстро, качественно и эффективно);

— электронные презентации и рекламные ролики (служат для создания имиджа и распространение информации об объекте);

— презентации — визитные карточки (дают представление об авторе работы);

— бытовые презентации (использование в бытовых целях фотографий и видеоизображений в электронном виде).

Мультимедийные презентации по назначению:

— презентация сопровождения образовательного процесса (является источником информации и средством привлечения внимания слушателей);

— презентация учебного или научно-исследовательского проекта (используется для привлечения внимания слушателей к основной идее или концепции развития проекта с точки зрения его возможной эффективности и результативности применения);

— презентация информационной поддержки образовательного процесса (представляет собой обновление банка литературы, контрольных и тестовых заданий, вопросов к итоговой и промежуточной аттестации);

— презентация-отчет (мультимедийное сопровождение отчета в виде нескольких фрагментов, логически связанных между собой в зависимости от структуры отчета).

### ***Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов***

<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерная трудоёмкость, а.ч.</b>
<b>Текущая СРС</b>	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	6
самостоятельное изучение разделов дисциплины	6
подготовка к практическим занятиям	6
подготовка к контрольным работам	6
подготовка и сдача зачета	6
<b>Творческая проблемно-ориентированная СРС</b>	
выполнение научных докладов и рефератов	5
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	5
анализ информации по теме на основе собранных данных	4
<b>Итого СРС:</b>	<b>44</b>

### **Темы, виды и содержание самостоятельной работы по дисциплине**

Пакет заданий для самостоятельной работы выдается в начале семестра, определяются предельные сроки их выполнения и сдачи.

Название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Литература
Модуль 1. Математическое программирование.		
Введение. Исторический очерк. Основные понятия, связанные с экстремальными задачами.	Исторический очерк. Основные понятия, связанные с экстремальными задачами. Предмет и объект курса МО как задачи математического программирования (МП). Математические модели экономических систем. Примеры их построения. Постановка задачи МП в общем виде. Классификация задач МП.	Основная: 2, 3 Дополнительная: 1, 2, 3
Производная по Фреше.	Производная по Фреше. Частные производные и производные высших порядков. Экстремальные задачи для функционалов. Их классификация. Точки локального и глобального экстремума. Дифференцируемость по Фреше операторов, функционалов, функций многих переменных. Примеры. Производные старших порядков. Формулы Тейлора. Дифференцируемость сложных операторов.	Основная: 2, 3 Дополнительная: 1, 2, 3
Задачи без ограничений для функционалов.	Задачи без ограничений для функционалов. Задача на безусловный экстремум для функционалов. Задачи математического программирования.	Основная: 2, 3, Дополнительная: 1, 2, 3
Гладкие задачи с ограничениями типа равенств. Правило множителей Лагранжа.	Гладкие задачи с ограничениями типа равенств. Правило множителей Лагранжа. Метод множителей Лагранжа в задачах на условный экстремум. О достаточных условиях. Прямой метод испытания критических точек. Задача на условный экстремум. Ограничения-равенства. Алгоритм решения задачи без ограничений для функций многих переменных.	
Гладкие задачи с ограничениями типа неравенств.	Гладкие задачи с ограничениями типа неравенств.	Основная: 1, 2, 3, Дополнительная: 1, 2, 3

	Постановка задачи. Алгоритм решения задач с ограничениями типа неравенств	
Модуль 2. Элементы выпуклого программирования. Линейное программирование.		
Элементы выпуклого анализа..	Элементы выпуклого анализа. Определения. Примеры. Операции над выпуклыми объектами. Теоремы отделимости.	Основная: 2, 3, Дополнительная: 1, 2, 3
Выпуклые функции и их основные свойства.	Выпуклые функции, множества. Их основные свойства. Теоремы отделимости. Неравенства Иенсена. Теоремы двойственности и компактности. Выпуклое исчисление. Субдифференциал. Основные свойства. Субдифференциал суммы и верхней оболочки функции	Основная: 2, 3, Дополнительная: 1, 2, 3
Задачи выпуклого программирования. Примеры.	Особенности задач выпуклого программирования. Регулярные задачи. Необходимое и достаточное условие экстремума. Теорема Куна-Таккера.	Основная: 2, 3, Дополнительная: 1, 2, 3
Задачи линейного программирования. Обоснование симплекс метода. Алгоритм симплекс-метода. Задачи.	Задачи линейного программирования. Обоснование симплекс метода. Различные формы задачи линейного программирования. Основные задачи линейного программирования. Обоснование симплекс метода.	Основная: 2, 3, Дополнительная: 1, 2, 3
Нахождение начального базисного решения. Метод исключения базиса	Критерий разрешимости. Метод искусственного базиса.	Основная: 2, 3, Дополнительная: 1, 2, 3
Двойственные задачи линейного программирования. Их экономическая интерпретация.	Двойственность, признак оптимальности, методы решения задач линейного программирования. Некоторые специальные задачи линейного программирования. Линейное программирование и матричные игры.	Основная: 2, 3, Дополнительная: 1, 2, 3
Модуль 3. Транспортная задача линейного программирования		

Первоначальный план перевозок. Метод северо-западного угла. Метод наименьшей стоимости	Метод северо-западного угла решения транспортной задачи. Метод наименьшей стоимости. Метод Фогеля.	Основная: 2, 3, Дополнительная: 1, 2, 3
Вырожденные планы. Циклы и пополнение плана	Методы построения опорных планов для решения транспортной задачи ЛП. Условия невырожденности решения транспортной задачи ЛП.	Основная: 2, 3, Дополнительная: 1, 2, 3
Проверка оптимальности плана. Метод потенциалов. Дельта-метод.	Построение системы потенциалов. Перераспределение поставок с помощью метода потенциалов Составлению оптимального плана перераспределения и перевозки продуктов с помощью дельта-метода.	Основная: 2, 3, Дополнительная: 1, 2, 3

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

**7.1. Типовые контрольные задания**

**Контрольная работа № 1**

Найти производную функционала, если  $X = C[0,1]$ :

1.  $f(x) = \left( \int_0^1 x^2(t) \sin \pi t dt \right)^3$ ;

2.  $f(x) = \int_0^1 x^3(t) dt$ ;

3.  $f(x) = \left( \int_0^1 x^2(t) dt \right)^3$ ;

4.  $f(x) = x(0)$ ;

5.  $f(x) = \sin x(1)$ .

**Контрольная работа № 2**

1. Решить задачу без ограничений

$$2x_1^2 + x_2^2 + 2x_3^2 - x_1 x_2 + x_1 - 2x_3 \rightarrow \text{extr};$$

2. Решить задачу с ограничениями – равенствами

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

3. Решить задачу с ограничениями типа неравенств

$$x_1^2 + 2x_1 + 4x_2 - 3x_3 \rightarrow \min,$$

$$8x_1 - 3x_2 + x_3 \leq 40; -2x_1 + x_2 - x_3 = -3, x_2 \geq 0$$

### Контрольная работа № 3

Следующую задачу решить графическим и симплексным методами

$$2x_1 + 5x_2 \rightarrow \max,$$

$$x_1 - x_2 \leq 4,$$

$$x_1 + x_2 \geq 8,$$

$$x_2 \leq 6.$$

### Контрольная работа № 4

$$1. \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\dot{x}^2 - x^2 + 4x \cos t) dt \rightarrow \text{extr}, x(0) = 0, x\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0.$$

$$2. \int_0^1 (\dot{x}_1 \dot{x}_2 + x_1 x_2) dt + x_1(0)x_2(1) + x_1(1)x_2(0) \rightarrow \text{extr}.$$

$$3. \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\dot{x}^2 - x^2) dt \rightarrow \text{extr}, \int_0^{\frac{\pi}{2}} x \sin t dt = 1, x(0) = x\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0.$$

$$4. \int_0^2 x dt \rightarrow \min; |\ddot{x}| \leq 2, x(0) + x(2) = 0, \dot{x}(0) = 0$$

### Вопросы к зачету:

1. Производная по Фреше.
2. Частные производные и производные высших порядков.
3. Теорема суперпозиции. Теорема о среднем.
4. Формула Тейлора. Теорема Ферма.
5. Дифференцируемость операторов и функционалов.
6. Дифференциал суперпозиции.
7. Конечномерная теорема об обратном отображении.
8. Задачи на экстремум. Определение базовых понятий.
9. Необходимое и достаточное условие экстремума функционалов.
10. Основные два этапа решения задач на экстремум.

11. Необходимое условие экстремума функции многих переменных.
12. Достаточное условие экстремума функции многих переменных.
13. Выпуклые множества. Основные свойства.
14. Выпуклые функции.
15. Первая теорема отделимости.
16. Вторая теорема отделимости.
17. Свойства выпуклых функций.
18. Три особенности задачи выпуклого анализа.
19. Задача на безусловный экстремум для выпуклых функций.
20. Субдифференциал. Основные свойства.
21. Теорема Куна-Таккера.
22. Задачи выпуклого программирования. Примеры.
23. Задача линейного программирования. Основные свойства.
24. Симплекс. Метод решения задач линейного программирования.
25. Двойственность в линейном программировании.
26. Графический метод решения экстремальных задач.
27. Задача Больца, Бернулли. Изопериметрическая задача.
28. Пример полного исследования вариационной задачи на экстремум.
29. Лемма Дюбуа-Раймоне.
30. Задача о наименьшей поверхности вращения.
31. Задача о брахистохроне и ее решение.
32. Многомерный случай вариационных задач.
33. Некоторые случаи решения уравнения Эйлера.
34. Задача Лагранжа. Постановка задачи, формулировка теоремы.
35. Задача Дидоны.
36. Задача со старшими производными.
37. Постановка задачи оптимального управления. Связь с задачей Лагранжа.
38. Формулировка теоремы Понтрягина. Пример ее применения.
39. Простейшая задача о быстродействии.

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

1. 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– 20 баллов,
- выполнение самостоятельных, контрольных работ– 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- письменная контрольная работа - 50 баллов.

2. Критерии оценок при проведении текущего контроля успеваемости

- Выполнение контрольной работы:

*оценка «отлично»* - выставляется студенту, если студент дал подробные ответы на все заданные вопросы. При этом студент должен показать знания не только из основной литературы, но и знания из дополнительной литературы, сети Internet;

*оценка «хорошо»* - выставляется студенту, если студент дал полные ответы на все вопросы, показав знания из основной литературы. При этом студент допустил несущественные недочеты в ответах и незначительные нарушения логики изложения материала;

*оценка «удовлетворительно»*: знание и понимание основного материала, наличие несущественных ошибок (не более 50%) при неспособности их последовательного и логического изложения, вызывает затруднение использование терминологии дисциплины;

*оценка «неудовлетворительно»*: непонимание сути вопросов, грубые существенные ошибки в ответе, отсутствие способности к письменному изложению материала.

- Критерии оценки коллоквиума:

*оценка «отлично»*: ответ полный, правильный, самостоятельный; материал изложен в определенной логической последовательности, демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение находить рациональные пути решения задач, устанавливать причинно- следственные связи, в логическом рассуждении при решении задачи, графических построениях нет ошибок, задача решена рациональным способом с корректным использованием необходимых величин, получен верный ответ. Верные ответы даны на 86-100%

*оценка «хорошо»*: дан полный, правильный ответ на основе изученных понятий, но допускаются несущественные ошибки. Верные ответы даны на 66-85%.

*оценка «удовлетворительно»*: дан полный ответ, но при этом есть существенные ошибки указывающие на неумение использовать теоретические знания и умения при решении поставленных задач. Данные пробелы в знаниях не препятствуют дальнейшему обучению. Верные ответы даны на 51-65%

*оценка «неудовлетворительно»*: ответ обнаруживает незнание основного (порогового) содержания учебного материала. Верные ответы даны менее 50%.

Контроль освоения дисциплины и оценка знаний обучающихся на **зачете** производится в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ДГУ и его филиалов.

*оценка «отлично»*: ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение аргументировать собственную точку зрения, находить пути решения познавательных задач, устанавливать причинно-следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении, решении задачи, графических построениях нет ошибок, задача решена рациональным способом.

*оценка «хорошо»*: дан полный, правильный, самостоятельный ответ на основе изученных



понятий, концепций, закономерностей, но допускаются несущественные ошибки в решении задач.

*оценка «удовлетворительно»:* дан полный ответ, но при этом есть существенные ошибки указывающие на неумение использовать теоретические знания и умения при решении поставленных задач. Данные пробелы в знаниях не препятствуют дальнейшему обучению.

*оценка «неудовлетворительно»:* ответ обнаруживает незнание основного (порогового) содержания учебного материала. менее 50%, уровень не сформирован.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла по дисциплине с учётом итогового контроля в балльную систему.

0 – 50 баллов – «незачтено»;

51 – 100 баллов – «зачтено»;

## **8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.**

### **а) адрес сайта курса:**

1. Сайт кафедры прикладной математики ДГУ: <http://cathedra.dgu.ru/Default.aspx?id=7>
2. Образовательный блог: <https://chislen-met.blogspot.com/>

### **б) Основная литература:**

1. Мицель А.А. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Мицель, А.А. Шелестов, В.В. Романенко. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2017. — 198 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72127.html>.
2. Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Краткий курс теории экстремальных задач. М.: Изд-во МГУ, 1989.
3. Загиров Н.Ш., Гаджиева Т.Ю. Методы оптимизации. Махачкала, изд-во ДГУ, 2014

### **в) дополнительная литература**

1. Ренин С.В. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : сборник задач и упражнений / С.В. Ренин, Н.Д. Ганелина. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 54 с. — 978-5-7782-1688-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45389.html>.
- Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации. М.: Наука, 1984.
2. Загиров Н.Ш., Ризаев М.К., Вариационное исчисление и методы оптимизации. Изд-во ДГУ, Махачкала, 2010.

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

1. Университетская библиотека online : [электронно-библиотечная система] / ООО «ДиректМедиа». — Москва, 2001 — . — URL: <http://www.biblioclub.ru> — Режим доступа: по подписке. — Текст: электронный

2. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 – . Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> – Яз. рус., англ.

3. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный

4. Book.ru : электронно-библиотечная система / ООО «КноРус Медиа». — Москва, 2010 — . — URL: <https://www.book.ru/> — Режим доступа: по подписке. — Текст: электронный.

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое обеспечение. Литература».

Для успешного освоения курса студентам рекомендуется проводить самостоятельный разбор материалов семинарских занятий в течении семестра. В случае затруднений в понимании и освоении каких-либо тем решать дополнительные задания из учебных пособий, рекомендуемых к данному курсу.

Важнейшей задачей учебного процесса в университете является формирование у студента общекультурных и профессиональных компетенций, в том числе способностей к саморазвитию и самообразованию, а также умений творчески мыслить и принимать решения на должном уровне. Выработка этих компетенций возможна только при условии активной учебно-познавательной деятельности самого студента на всём протяжении образовательного процесса с использованием интерактивных технологий.

Такие виды учебно-познавательной деятельности студента как лекции, семинарские занятия и самостоятельная работа составляют систему вузовского образования.

Лекция является главным звеном дидактического цикла обучения в отечественной высшей школе. Несмотря на развитие современных технологий и появление новых методик обучения лекция остаётся основной формой учебного процесса. Она представляет собой последовательное и систематическое изложение учебного материала, разбор какой-либо узловой проблемы. Вузовская лекция ориентирована на формирование у студентов информативной основы для последующего глубокого усвоения материала методом самостоятельной работы, призвана помочь студенту сформировать собственный взгляд на ту или иную проблему.

При изучении дисциплины рекомендуется рейтинговая технология обучения, которая позволяет реализовать комплексную систему оценивания учебных достижений студентов. Текущие оценки усредняются на протяжении семестра при изучении модулей. Комплексность означает учет всех форм учебной и творческой работы студента в течение семестра.

Рейтинг направлен на повышение ритмичности и эффективности самостоятельной работы студентов. Он основывается на широком использовании тестов и заинтересованности каждого студента в получении более высокой оценки знаний по дисциплине.

Рейтинговый балл студента на каждом занятии зависит от его инициативности, качества выполненной работы, аргументированности выступления, характера использованного материала и т.д. Уровень усвоения материала напрямую зависит от внеаудиторной самостоятельной работы, которая традиционно такие формы деятельности, как выполнение письменного домашнего задания, подготовка к разбору ранее прослушанного лекционного материала, подготовка доклада и выполнение реферата.

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

Информационные средства обучения: электронные учебники, презентации, технические средства предъявления информации (многофункциональный мультимедийный комплекс) и контроля знаний (тестовые системы). Электронные ресурсы Научной библиотеки

ДГУ. Электронно-образовательные ресурсы Дагестанского государственного университета.

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства: WINDOWSXP, пакет MSOFFICE 2007.

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

Реализация учебной дисциплины требует наличия типовой учебной аудитории с возможностью подключения технических средств: аудиовизуальных, компьютерных и телекоммуникационных (*лекционная аудитория, оборудованная многофункциональным мультимедийным комплексом, видеомонитором и персональным компьютером, аудитории №3-60 и №3-64 оборудованные персональными компьютерами*)