



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Исследование операций**

Кафедра прикладной математики факультета математики  
и компьютерных наук

Образовательная программа бакалавриата  
**01.03.02 - Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) программы  
**Математическое моделирование и вычислительная математика**

Форма обучения  
**Очная**

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

**Махачкала 2022**

Рабочая программа дисциплины «Исследование операций» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика от 10 января 2018 г. № 9.

Разработчик:

1. кафедра прикладной математики Абдурагимов Г.Э., к.ф.-м. н., доцент Абдурагимов Г.Э.;

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от 25 февраля 2022г., протокол № 6  
Зав. кафедрой Кадиев Р.И. Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук  
от « 24 » 03 2022г., протокол № 4 .

Председатель Ризаев М.К. Ризаев М.К.

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

(подпись)

Начальник УМУ \_\_\_\_\_

Гасангаджиева А.Г.  
(подпись)

Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Исследование операций» входит в *часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений* образовательной программы бакалавриата по направлению 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с линейным программированием, системами массового обслуживания, задачами управления запасами, задачами замены оборудования и др.. 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, лабораторные занятия и самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение контроля успеваемости в форме *контрольной работы, лабораторной работы, опроса* и промежуточного контроля в форме *экзамена.*

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

Се- местр	Учебные занятия						Форма промежу- точной аттеста- ции(зачет, диффе- ренцированный зачет, экзамен)	
	Все- го	в том числе						
		Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экза- мен
		из них						
Лек- ции	Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации				
7	108	16	16	26		50	экзамен	

### 1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Исследование операций» - фундаментальная подготовка в области разработки формальных моделей реальных систем и процессов и получение оптимальных решений в системах организационного управления, овладение методами системного анализа, и их применение в практической деятельности.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Исследование операций» входит в *часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений* образовательной программы по направлению 01.03.02 - Прикладная математика и информатика. Она вводится на 4 курсе, для его успешного освоения необходимы знания и умения, приобретенные в результате изучения предшествующих, а также параллельно

изучаемых дисциплин: математический анализ, комплексный анализ, функциональный анализ, алгебра, теория множеств, численные методы, теория вероятностей, математическая статистика.

«Исследование операций» необходимо изучать для применения математики на практике, для построения математических моделей возникающих в физике, химии, биологии, экономике, в технике, в военном деле и других областях народного хозяйства и получению оптимальных решений.

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
<b>УК-1</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>УК-1.1</b> Знает принципы сбора, отобра и обобщения информации	<b>Знает:</b> структуру задач в области математики, теории вероятностей и математической статистики, а также базовые составляющие таких задач  <b>Умеет:</b> формулировать постановку математических задач, анализировать необходимость и (или) достаточность информации для ее решения  <b>Владеет:</b> необходимыми профессиональными редакторами и пакетами прикладных программ	Конспектирование и изучение лекционного материала, опрос, выполнение лабораторных работ, самостоятельная подготовка.
	<b>УК-1.2</b> Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	<b>Знает:</b> принципы математического моделирования разнородных явлений, систематизации и научной информации в области математики и компьютерных наук  <b>Умеет:</b> системно подходить к решению задач на разнородные явления в области математики и компьютерных наук  <b>Владеет:</b> навыками систематизации разнородных явлений путем математических интерпретаций и оценок	

	<p><b>УК-1.3</b> Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов</p>	<p><b>Знает:</b> современные методы сбора и анализа научного материала с использованием информационных технологий; основные методы работы с ресурсами сети Интернет</p> <p><b>Умеет:</b> применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; практически использовать научно – образовательные ресурсы Интернет в научных исследованиях</p> <p><b>Владеет:</b> 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><b>ОПК-1</b> Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</p>	<p><b>ОПК-1.1</b> Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук</p>	<p><b>Знает:</b> теоретические основы базовых математических дисциплин, а также теории вероятностей и математической статистики</p> <p><b>Умеет:</b> решать задачи, связанные с исследованием различных методов, полученных в области математических и физических наук</p> <p><b>Владеет:</b> базовым математическим и естественнонаучным аппаратом</p>	<p>Конспектирование и изучение лекционного материала, выполнение лабораторных работ, самостоятельная подготовка.</p>
	<p><b>ОПК-1.2</b> Умеет использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знает:</b> способы использования знаний в различных областях математики при решении конкретных задач в области математики и естественных наук</p> <p><b>Умеет:</b> применять различные методы исследо-</p>	

		<p>вания операций</p> <p><b>Владеет:</b> навыками применения методами исследования операций</p>	
	<p><b>ОПК-1.3.</b> Имеет навыки выбора методов решения задач для профессиональной деятельности на основе теоретических знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук</p>	<p><b>Знает:</b> различные методы исследования операций</p> <p><b>Умеет:</b> корректно выбирать методы решения задач прикладного характера</p> <p><b>Владеет:</b> навыками выбора методов решения задач исследования операций</p>	
<p><b>ПК-1</b> Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p>	<p><b>ПК-1.1</b> Обладает умением сбора и обработки данных, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p>	<p><b>Знает:</b> современный математический аппарат, языки программирования и пакеты прикладных программ</p> <p><b>Умеет:</b> совершенствовать и применять в приложениях соответствующие знания;</p> <p><b>Владеет:</b> современными математическими методами и информационными технологиями</p>	<p>Опрос, выполнение самостоятельных заданий и лабораторных работ, опрос.</p>
	<p><b>ПК-1.2</b> Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике</p>	<p><b>Знает:</b> методы исследования операций, различные языки программирования</p> <p><b>Умеет:</b> решать задачи исследования операций численными методами, применять различные языки программирования в прикладных исследованиях</p> <p><b>Владеет:</b> методами исследований операций</p>	
	<p><b>ПК-1.3</b> Имеет практический опыт использования методов современных научных исследований</p>	<p><b>Знает:</b> методы исследования операций, современные информационные технологии</p> <p><b>Умеет:</b> применять методы исследования операций, информационные технологии</p>	

		Владет: навыками применения различных методов для решения задач исследования операций	
--	--	---	--

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

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

4.2. Структура и содержание дисциплины (модули).

4.2.1 Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практика	Лабор.	Самостоятельная работа в т.ч. эк-замен	
<b>Модуль 1. Задачи линейного программирования</b>							
1	Основные понятия и методы исследования операций	7	2	2		4	Опрос, лабораторная работа, контрольная работа
2	Распределительные задачи линейного программирования		2	4	4	4	
3	Графический метод решения задач линейного программирования		2	4	4	4	
<b>Всего по модулю 1</b>			<b>6</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>Защита лабораторных заданий, опрос</b>
<b>Модуль 2. Системы массового обслуживания и задачи управления запасами</b>							
1	Системы массового обслуживания	7	6	8	8	1	Опрос, лабораторная работа, контрольная работа
2	Задачи управления запасами		4	8		1	
<b>Всего по модулю 2</b>			<b>10</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>Защита лабораторных заданий, опрос</b>
<b>Модуль 3. Подготовка к экзамену</b>							
Подготовка к экзамену						<b>36</b>	<b>Экзамен</b>
<b>ИТОГО ЗА 7 СЕМЕСТР</b>			<b>16</b>	<b>26</b>	<b>16</b>	<b>50</b>	
<b>ИТОГО:</b>			<b>16</b>	<b>26</b>	<b>16</b>	<b>50</b>	<b>108</b>

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

##### 4.3.1 Содержание лекционных занятий по дисциплине

### **Модуль 1. Задачи линейного программирования**

#### **Тема 1. Основные понятия и методы исследования операций.**

Предмет исследования операций. Основные понятия и принципы исследования операций. Классификация методов исследования операций.

#### **Тема 2. Распределительные задачи линейного программирования.**

Задача распределения ресурсов. Задача составления рациона. Задача раскроя материала. Задача замены оборудования.

#### **Тема 3. Графический метод решения задач линейного программирования.**

Схема и примеры решения задачи исследования операций графическим методом.

### **Модуль 2. Системы массового обслуживания и задачи управления запасами.**

#### **Тема 1. Системы массового обслуживания.**

Понятие системы массового обслуживания, классификация и примеры. Системы массового обслуживания с отказами. Системы массового обслуживания с очередью.

#### **Тема 2. Задачи управления запасами.**

Классическая модель экономического размера запаса. Модели с переменным пополнением запаса. Модели с учетом потерь от дефицита.

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

### **Модуль 1. Задачи линейного программирования**

#### **Тема 1. Примеры задач линейного программирования.**

#### **Тема 2. Графический метод решения задач линейного программирования.**

### **Модуль 2. Системы массового обслуживания и задачи управления запасами**

**Тема 1.** Модели одноканальных систем массового обслуживания. Модели многоканальных систем массового обслуживания

#### **Тема 2. Модели управления запасами**

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

№ п/п	Тема	Аудиторные часы
	<b><i>Модуль 1. Лабораторные занятия по теме: <u>Решение задач линейного программирования</u></i></b>	<b>8</b>
1.1лб	Решение задач линейного программирования в MsExcel	8
	<b><i>Модуль 2. Лабораторные занятия по теме: <u>Системы массового обслуживания</u></i></b>	<b>8</b>
2.1лб	Моделирование систем массового обслуживания	8

## **5. Образовательные технологии**

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

необходим дисплейный класс с необходимым количеством компьютеров, снабженных соответствующими программными обеспечениями.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### 6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Решение задач.
3. Выполнение лабораторных работ.

№	Виды самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечения
1	Изучение рекомендованной литературы	Устный опрос по разделам дисциплины	См. разделы 8, 9 данного документа
2	Решение задач	Проверка домашнего задания	См. разделы 8, 9 данного документа
3	Выполнение лабораторных работ	Зачет по лабораторной работе	См. разделы, 8, 9 данного документа

Задания для проверочной работы, самостоятельной работы, домашние задания содержатся в пособиях, указанных в списке учебной литературы.

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

### 7.1 Типовые контрольные задания и контрольные вопросы

По каждому модулю предусмотрена одна контрольная работа.

Примерная контрольная работа по модулю 1

#### Задачи линейного программирования

1. Фирма выпускает платья двух моделей А и В. При этом используется ткань трех видов. На изготовление одного платья модели А требуется 2 м ткани первого вида, 1 м ткани второго вида, 2 м ткани третьего вида. На изготовление одного платья модели В требуется 3 м ткани первого вида, 1 м ткани второго вида, 2 м ткани третьего вида. Запасы ткани первого вида составляют 21 м, второго вида - 10 м, третьего вида - 16 м. Выпуск одного изделия типа А приносит доход 400 д.ед., одного изделия типа В - 300 д.ед.

Составьте план производства, обеспечивающий фирме наибольший доход.

2. Сведите приведенную ниже задачу к задаче, содержащей 2 переменных, и решите её графически

$$F = 7x_1 + 5x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 19, \\ 2x_1 + x_2 + x_4 = 13, \\ x_2 + x_5 = 5, \\ x_1 + x_6 = 6, \end{cases}$$

$$\text{где } x_j \geq 0, j = \overline{1;6}.$$

**Системы массового обслуживания и задачи управления запасами**

1. *Интенсивность потока телефонных звонков в агентство по заказу железнодорожных билетов, имеющему один телефон, составляет  $2N=16$  вызовов в час. Продолжительность оформления заказа на билет равна  $0,3N=2,4$  минуты. Определить относительную и абсолютную пропускную способность этой СМО и вероятность отказа (занятости телефона). Сколько телефонов должно быть в агентстве, чтобы относительная пропускная способность была не менее 0,75.*
2. *Система массового обслуживания — билетная касса с одним окошком и неограниченной очередью. Касса продает билеты в пункты А и В. Пассажиры, желающие купить билет в пункт А, приходят в среднем трое за 20 мин, в пункт В — двое за 20 мин. Поток пассажиров простейший. Кассир в среднем обслуживает трех пассажиров за 10 мин. Время обслуживания — показательное. Вычислить финальные вероятности  $P_0, P_2, P_3$ , среднее число заявок в системе и в очереди, среднее время пребывания заявки в системе, среднее время пребывания заявки в очереди.*
3. *Ежедневный спрос на некоторый продукт составляет 100 ед. Затраты на приобретение каждой партии этого продукта, не зависящие от объема партии, равны 100 ден.ед., а затраты на хранение единицы продукта — 0,02 ден. ед. в сутки. Определить наиболее экономичный объем партии и интервал между поставками партии такого объема.*

*Перечень примерных контрольных вопросов*

1. Что является предметом исследования операций?
2. Классификация задач исследования операций.
3. Основные подходы к исследованию операций, примеры.
5. Этапы исследования операций.
6. Модель задачи линейного программирования в стандартной форме. Основные свойства и методы решений.
7. Распределительные задачи линейного программирования.
8. Графический метод решения задач линейного программирования.
8. Теория массового обслуживания: понятие, предмет и цель.
9. Классификация систем массового обслуживания (СМО), примеры.
10. Одноканальные СМО.
11. Многоканальные СМО.
12. Элементы теории запасов, классификация моделей управления запасами.

13. Классическая модель экономического размера запасов.
14. Модели с переменным пополнением запасов.
15. Модели с учетом потерь от дефицита.

### *Примерные вопросы к экзамену*

1. Классы задач, рассматриваемых в исследовании операций.
2. Математическое моделирование, основные этапы.
3. Задачи линейного программирования, примеры.
4. Графический метод решения задач линейного программирования.
5. Системы массового обслуживания (СМО), классификация, примеры.
6. Одноканальные СМО.
7. Многоканальные СМО.
8. Модели управления запасами, классификация.
9. Простейшая модель оптимального размера партии поставки.
10. Модель Уилсона, свойства.
11. Модели с учетом потерь от дефицита.
12. Модели управления запасами при случайном спросе.

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

### **Критерии оценивания**

- **оценки "отлично"** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного 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.

- **оценки "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.

- **оценки "удовлетворительно"** заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экза-

менационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**-оценка "неудовлетворительно"** выставляется студенту, обнаружившему 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.

1.  
2.  
Конечный результат складывается как средневзвешенная оценка текущего и промежуточного контролей соответственно с весами 50% .

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 40 баллов;  
- участие на практических занятиях – 60 баллов;

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- защита лабораторных работ – 60 баллов;  
- письменная контрольная работа – 40 баллов;

### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **а) основная литература:**

1. Математические методы и модели исследования операций [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 080116 «Математические методы в экономике» и другим экономическим специальностям / В.А. Колемаев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2015. — 592 с. — 978-5-238-01325-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40459.html>
2. Исследование операций: учебное пособие / сост. А.С. Адамчук, С.Р. Амироков, А.М. Кравцов ; Министерство образования и науки Российской Федерации и др. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 178 с. : ил. - Библиогр. в кн ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457348>
3. *Вентцель Е. С.* Исследование операций. Задачи , принципы, методология», М., Наука, 1988.
4. *Морозов В.В., Сухарев А.Г., Федоров В.В.* Исследование операций в задачах и упражнениях -М. Высш. шк., 1986
5. *Горелик В. А.* Исследование операций и методы оптимизации : - М. : Академия , 2013.

### **б) дополнительная литература**

1. Математические методы и модели исследования операций : учебник / ред. В.А. Колемаева. - Москва :Юнити-Дана, 2015. - 592 с. : ил., табл., граф. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-238-01325-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114719>
2. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие (практикум) / . —Электрон. текстовые данные. —Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. —178 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63239.html>
3. Хедли Дж., Уатин Т. Анализ систем управления запасами. – М., «Наука», 1969

### **в) учебно-методические материалы по дисциплине**

1. Магомедов И.И., Магомедова Е.С. *Модели управления запасами. Учебно – методическое пособие.* // ДГУ, Махачкала, 2010
2. Магомедов И.И., Магомедова Е.С. *Системы массового обслуживания. Учебно – методическое пособие.* // ДГУ, Махачкала, 2013

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

- 1) *eLIBRARY.RU*[Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 – . Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> . — Яз. рус., англ.
- 2) *Moodle*[Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru>
- 3) *Электронный каталог НБ ДГУ*[Электронный ресурс]: база данных содержит сведения овсех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный

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

Учебная программа по дисциплине распределена по темам и по часам на лекции, лабораторные 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, выполнении лабораторных работ, а также из подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и сдаче зачетов.

Для успешного освоения курса студентам рекомендуется проводить самостоятельный разбор материалов, практических занятий в течении семестра, решать дополнительные задания из учебных пособий, выступать с докладами на занятиях, устраивать дискуссии, писать рефераты по тем

или иным вопросам, вынесенным для самостоятельной работы. Учувствовать и выступать с докладами на научных семинарах и конференциях.

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

Для успешного усвоения дисциплины рекомендуется использовать следующие программные средства: коммерческие пакеты для решения задач математического программирования: GAMS, AIMMS, GUROBI.

Некоммерческие пакеты для решения задач математического программирования EXCEL, GLPK. 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**

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная мультимедиа-проектором, экраном, доской, ноутбуком (с программным обеспечением для слайд-презентаций). Для проведения семинарских занятий необходима аудитория на 15 человек, оснащенная доской.