

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

Исследование операций **Кафедра прикладной математики**

Образовательная программа
01.03.02-прикладная математика и информатика

Профиль подготовки
Математическое моделирование и вычислительная математика

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины:
вариативная

Махачкала, 2018

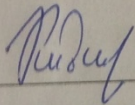
Рабочая программа дисциплины *Исследование операций* составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата) от 12.03. 2015 г. № 228.

Разработчик:

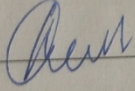
кафедра прикладной математики, Магомедов И.И., к.ф.-м.н., доцент,

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры прикладной математики от 14 июня 2018 г.,

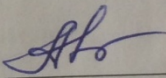
протокол № 10.

Зав. кафедрой  Кадиев Р.И.

На заседании Методической Совета факультета математики и компьютерных наук от 27.06.2018 г., протокол № 6 .

Председатель  Бейбалаев В.Д.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

«28» 06 2018 г. 

Рабочая программа дисциплины *Исследование операций* составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 – прикладная математика и информатика (уровень бакалавриат) от 12.03. 2015 г. № 228.

Разработчик:

кафедра прикладной математики, Магомедов И.И., к.ф.-м.н., доцент,

Рабочая программа дисциплины одобрена:

*На заседании кафедры прикладной математики от 14 июня 2018 г.,
протокол № 10.*

Зав. кафедрой _____ *Кадиев Р.И.*

*На заседании Методического Совета факультета математики и
компьютерных наук от 27.06.2018 г., протокол № 6 .*

Председатель _____ *Бейбалаев В.Д.*

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Исследования операций входит в вариативную часть образовательной программы (уровень 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 моделью управления запасами, модели системы массового обслуживания, модели распределительных задач, модели сетевого планирования и элементы теории игр.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – ПК-1.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение контроля успеваемости в форме: текущий опрос, контрольные работы, коллоквиум, промежуточный контроль в форме – экзамена.

Объем дисциплин 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий: 144 ч.

	Учебные занятия						Форма промежуточно й аттестации Экзамен
	в том числе						
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен	
	всего	из них					
	лекции	лабораторные занятия	практические занятия	КСР	консультации		
144	18	18	32			76	экзамен

1. Цели освоения дисциплины.

Целями изучения дисциплины «Исследование операций» является 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 вариативную часть образовательной программы (уровень бакалавриата) по направлению 01.03.02 прикладная математика и информатика. 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:

В совокупности с другими дисциплинами вариативной части ФГОС ВО дисциплина «Исследование операций» направлена на формирование следующей профессиональной (ПК) компетенции бакалавра прикладной математики и информатики: ПК-1.

Код компетенции из ФГОС ВО	Формулировка компетенций из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПК-1	способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	Знает: как собирать, обрабатывать данные современных научных исследований Умеет: собирать и обрабатывать данные современных научных исследований Владеет: умением делать выводы по соответствующим научным исследованиям

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п /	Раздел и темы	семестр	неделя	Виды занятий	самосто	Формы текущего контроля успеваемо
-------	---------------	---------	--------	--------------	---------	-----------------------------------

п	дисциплины			лекции	Практические занятия	лабораторные работы	контрольные, самостоятельные работы		сти. Форма промежуточной аттестации
Модуль 1. Распределительные задачи линейного и нелинейного программирования.									
1	Математические модели линейных распределительных задач.	7	1-3	3	6	3		6	Опрос. Самостоятельная работа.
2	Модели нелинейного программирования и элементы теории игр.	7	4-6	3	6	3	Дом. контр. работа	6	Опрос. Коллоквиум.
	Итого по модулю 1			6	12	6		12	
Модуль 2. Динамическое программирование. Элементы теории игр и сетевое планирование									
1	Динамическое программирование. Элементы теории игр	7	6-9	3	6	3		6	Опрос
2	Модели сетевого планирования	7	9-11	3	6	3		8	Коллоквиум.
	Итого по модулю 2			6	12	6		14	
Модуль 3. Модели управления запасами и системы массового обслуживания.									

1	Математичесские модели упраавления запасами	7	11-13	3	6	3	Домашняя контр.Работа	8	Коллоквиум. Решение задач.
2	Модели системы массового обслуживания	7	13-16	3	4	3	коллоквиум	6	Контрольная работа
	Итого по модуль 3			6	10	6		14	
	Модуль 4.								
1	Подготовка к экзамену.							36	экзамен
	экзамен								
	всего			18	32	18		76	

4.3 Содержание дисциплины, структурированное по темам

ЛЕКЦИИ	
Модуль 1. Распределительные задачи линейного, нелинейного программирования	
Распределительные задачи линейного программирования: Линейное программирование как инструмент матмоделирования. Примеры моделей линейного программирования. Формы задач линейного программирования. Анализ классическими методами задачи линейного программирования.	
Геометрический метод решения задач линейного программирования. Симплекс метод. Двойственность. Транспортная задача.	
Модели нелинейного программирования и методы.	
Модуль 2. Динамическое программирование. Элементы теории игр. Сетевое планирование	
Модели динамического программирования. Принцип Беллмана.	

Элементы теории игр. Решение игры
Графы. Модели сетевого планирования. Критический путь.
Модуль 3. Модели управления запасами. Системы массового обслуживания
Модели управления запасами.
модели системы массового обслуживания с отказами.
Модели системы массового обслуживания с очередью
Практические занятия
Модуль 1
Примеры моделей линейного программирования
Формы задач линейного программирования.
Анализ классическими методами задачи линейного программирования
Модуль 2
Модели динамического программирования. Принцип Беллмана.
Классификация игр. Игры с седловой точкой Игры без седловой точки. Решение игры 2 x 2
Упрощенные игры. Решение игры $m \times n$
Графы. Модели сетевого планирования
Методы расчета критического пути сетевого планирования
Модуль 3

Классификация запасов. Модели управления запасами.
Простейшая модель управления запасами.
Анализ модели управления запасами. Определения точки заказа
Классификация систем массового обслуживания.
Модели одноканальных систем обслуживания. Модели многоканальных систем массового обслуживания.

5. Образовательные технологии.

Лекции проводятся с использованием меловой доски и мела. По необходимости материал транслируется на экран с помощью мультимедийного проектора.

Практические занятия проводятся с использованием мела и меловой доски. Для проведения практических занятий необходимы компьютерный класс и меловая доска.

6. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы бакалавра.

6.1. Методические рекомендации по самостоятельной работе обучающихся приводятся в приложении к рабочей программе дисциплины.

6.2. Задания для лабораторных работ также прилагается.

6.3. Задачи и примеры для самостоятельного решения.

На тему: Управление запасами

1) Запасы нужны:

- 1) на всякий случай;
- 2) для бесперебойной работы производства;
- 3) для продажи;
- 4) как излишки производства;
- 5) для удовольствия.

2) Товарными запасами считаются те, которые считаются находящимися:

- 1) в обращении;
- 2) на складах;
- 3) в магазинах;
- 4) у производителя;
- 5) у потребителя.

- 3) Производственными считаются запасы, находящиеся:
- 1) у потребителей, но не вступившие в производственный процесс;
 - 2) у производителей, готовых к отправке к потребителю;
 - 3) на пути к потребителю;
 - 4) на складах;
 - 5) все виды запасов.
- 4) В задаче управления запасами фигурирует виды затрат:
- 1) на заказ;
 - 2) на хранение;
 - 3) на потери из-за дефицита;
 - 4) число поставок;
 - 5) случаи 1),2),3) одновременно.
- 5) Смысл критерия оптимального управления запасами состоит:
- 1) в определении числа поставок за рассматриваемый период времени;
 - 2) в определении размера партии поставки;
 - 3) в определении оптимального размера партии поставки и уровня запасов;
 - 4) в снижении издержек на заказ;
 - 5) в снижении издержек на хранение.
- 6) Издержки управления запасами в течении цикла складываются:
- 1) из стоимости единицы изделия;
 - 2) из издержек организации заказа и содержания запаса;
 - 3) из стоимости элементов запаса;
 - 4) из установившихся цен на изделия;
 - 5) произвольно.
- 7) Минимальные издержки в единицу времени в модели Уилсона равны:
- 1) стоимости заказа;

- 2) стоимости содержания запаса;
- 3) устанавливаются руководством производством;
- 4) произведению стоимости единицы продукции на оптимальный размер партии поставки;
- 5) нельзя минимизировать.

8) Оптимальный интервал между поставками в модели Уилсона равен:

- 1) отношению оптимальной партии поставки на равномерный спрос;
- 2) произведению оптимальной партии поставки на равномерный спрос;
- 3) отношению среднего уровня запаса на период наличия спроса;
- 4) произведению среднего уровня запаса на интенсивность спроса;
- 5) отношению общего количества запаса к их стоимости.

9) Стоимость заказа партии поставки равно 20 руб. Расход элементов партии равномерный. Весь объем составляет 65.000 элементов. Издержки содержания одного элемента в сутки составляет 0.21 руб. Ежесуточный расход элементов составляет 130 элементов в сутки. Продолжительность расхода всего объема элементов 130 суток. Оптимальная партия поставок и оптимальный интервал между поставками составили соответственно:

- 1) 3 и 6;
- 2) 4 и 7;
- 3) 5 и 6;
- 4) 8 и 5;
- 5) 9 и 7;

10) Издержки L управления содержания запасами в течении цикла определяется по формуле:

$$1) L = \kappa \nu + S \frac{q}{\nu};$$

$$2) L = \kappa + \frac{sq^2}{2};$$

$$3) L = \kappa + \frac{sq^2}{2\nu};$$

$$4) L = \kappa + \frac{sq^2}{2};$$

$$5) L = \frac{\kappa}{q} + \frac{sq}{2\nu};$$

11) Оптимальный размер партии поставки модели Уилсона определяется по формуле:

$$1) q^* = \sqrt{2\kappa\nu s};$$

$$2) q^* = \sqrt{\frac{\kappa\nu s}{2}};$$

$$3) q^* = \sqrt{\frac{\kappa s}{2\nu}};$$

$$4) q^* = \sqrt{\frac{2\kappa\nu}{s}};$$

$$5) q^* = \sqrt{\frac{2\nu s}{\kappa}}.$$

12) На пустой склад доставляется партия деталей в количестве 1000 штук. Производственная линия расходует в течение пяти дней по 200 деталей. Издержки на хранение и содержание составляет 5 руб. в день за единицу товара. Полные издержки за пятидневный срок составляют:

$$1) 13500 \text{ руб.};$$

$$2) 15300 \text{ руб.};$$

$$3) 10000 \text{ руб.};$$

$$4) 1000 \text{ руб.};$$

$$5) 8000 \text{ руб.}.$$

13) Каждый год с постоянной интенсивностью поступает спрос на 15000 единиц товара. Издержки на организацию поставки составляет 10 руб. за одну партию, цена единицы товара 3 руб., а издержки хранения равны 0,75 руб. в год. Оптимальный размер партии поставки и оптимальный период заказа составляют соответственно:

$$1) 107 \text{ и } 1,0;$$

- 2) 508 и 1,2;
- 3) 560 и 1,5;
- 4) 480 и 1,4;
- 5) 632 и 0,042.

14) Заводу по строительству тепловозу требуется 20000 заклепок в год, расходуемых равномерно. Цена одной заклепки 1,5 руб. Организационные издержки составляют 30 руб. за партию. Издержки на хранение одной заклепки в течение года составляет 12,5% от ее стоимости. Оптимальный размер партии поставки и число поставок в год составляют соответственно:

- 1) 2000 и 5;
- 2) 2000 и 10;
- 3) 2513 и 8;
- 4) 2640 и 9;
- 5) 2354 и 7.

15) Ежегодно с постоянной интенсивностью поступает спрос на 15000 единиц товара. Издержки на организацию поставки составляют 10 руб. за одну партию. Цена единицы товара 3 руб., а издержки на хранение одной единицы товара в год равны 0,75 руб. Разрешен дефицит и штраф за единицу времени равен 1,5 руб. Оптимальные размеры партии поставки и максимально допустимый при оптимальном размере партии дефицит составляют соответственно:

- 1) 500 и 300;
- 2) 596 и 298;
- 3) 603 и 301;
- 4) 456 и 356;
- 5) 589 и 289.

16) Заводу требуется 20000 деталей в год. Расход деталей равномерный. Издержки на заказ составляют 30 руб. за партию. Цена одной детали - 1,5 руб. Издержки на хранение одной детали в год - 0,19 руб. удельный штраф за дефицит равен 0,3 руб. Оптимальный размер партии поставки и оптимальный период заказа составляет соответственно:

- 1) 600 и 0,15;

2) 1764 и 0,20;

3) 2010 и 0,4;

4) 2114 и 0,35;

5) 1966 и 0,16.

17) На завод, ежегодно, с постоянной интенсивностью поступает спрос на 15000 единиц товара. Издержки на организацию поставки составляют 10 руб. за одну партию. Цена единицы товара 3 руб., а издержки на хранение составляют 25% от стоимости в год. Запрещён дефицит, а скорость поступления товара на склад равна 25000 единиц товара в год. Оптимальный период заказа и размер партии составляют соответственно:

1) 6000 и 1/15;

2) 400 и 1/10;

3) 1/15 и 400;

4) 1/20 и 500;

5) 3/17 и 350

18) Заводу требуется 20000 деталей в год, которые расходуются с постоянной интенсивностью. Организационные издержки составляют 30 руб. за партию, цена одной детали в год составляет 0,19 руб. Дефицит запрещён. Скорость поступления деталей равна 30000 штук в год. Оптимальную продолжительность цикла и оптимальное число поставок в год составляет соответственно:

1) 0,225 и 5;

2) 0,32 и 8;

3) 0,217 и 4,6;

4) 0,250 и 5,4;

5) 0,342 и 4,34.

19) Завод выпускает различные виды изделий партиями на одном и том же оборудовании. При переходе от одного вида изделий к любому другому приходится нести затраты на переналадку оборудования, которые в среднем составляют 300 руб. Средняя потребность в изделиях каждого вида - 3000 штук в год. Стоимость одного изделия 0,16 руб. за одну штуку. Издержки содержания составляют 2% от стоимости пролежавших изделий. Оптимальная партия запуска и его периодичность составляют соответственно:

1) 750 и 0,5 года;

- 2) 700 и 0,4 года;
- 3) 600 и 0,3 года;
- 4) 800 и 0,25 года;
- 5) 750 и 0,25 года.

20) Средняя потребность завода в заготовках составляет 9000 штук в год. Издержки на заказ - 20 руб. Содержание одной заготовки в год - 4 руб. Среднее время реализации 15 дней. Оптимальная партия поставки и точка размещения заказа составят, соответственно:

- 1) 300 и 50;
- 2) 300 и 75;
- 3) 350 и 50;
- 4) 280 и 80;
- 5) 320 и 64.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	1	1	5	3	2	4	1	1	3	4	1	5	3	2	5	3	3	5	2

6.4. Вопросы для самоконтроля к экзамену.

1. Классы задач рассматриваемых в ИО.
2. Матмоделирование в общем виде и этапы их создания.
3. Различные способы формирования критериев управления.
4. Принятие решения в условиях риска
5. Принятие решения в условиях неопределенности
6. Некоторые критерии эффективности для принятия решения
7. Модели линейного программирования. .
8. Целочисленное программирование.
9. Задача о рюкзаке, планирование произвольного цикла.
10. Динамическое программирование. Метод Д.П..
11. Задача оптимального распределения ресурсов. Метод функциональных уравнений.
12. Основные понятия модели управления производством и запасами.
13. Простейшая модель оптимального размера партий поставки.
14. Свойства модели Уилсона.
15. Другая интерпретация модели Уильсона.
16. Анализ модели Уилсона на чувствительность.
17. Точка заказа.
18. Учет дискретного спроса.

19. Модель оптовой поставки партии, когда неудовлетворенные требования ставятся на учет.
20. Модель управления запасами при случайном спросе.
21. Сетевая модель и ее элементы.
22. Виды путей сетевого графика. Полный резерв времени пути.
23. Определение продолжительности работ.
24. Ранние и поздние сроки свершения событий.
25. Оптимизация сетевых графиков.
26. Графический метод расчета параметров сетевого графика.
27. Анализ сетевых графиков.
28. Табличный метод расчета временных параметров.
29. Простейшие потоки входящий и выходящий потоки.
30. Распределение Урланга.
31. Модели управления фирмой.
32. Модели оптимизации объемов закупок.
33. Модели управления кредитными ресурсами.
34. Задача оптимизации времени выполнения проекта.
35. Нейросетевые технологии.
36. Обучение нейросети.
37. Основные направления применения нейросети.
38. Генетические алгоритмы.
39. Естественный отбор в природе.
40. Понятие адаптивного метода прогнозирования.
41. Имитационные модели проектирования эксперимента.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описание образовательной программы

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура оценивания
ПК-1	способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	Знает: интерпретировать данные современных научных исследований Умеет: собирать данные для научных исследований Владеет:	Устный опрос

		формировать выводы научных исследований.	
--	--	--	--

7.2. Типовые контрольные задания

Первая контрольная работа:

1. Распределительные модели.
2. Критерии неопределенности.
3. Симплекс метод.

Вторая контрольная работа:

1. «Расчет параметров сетевого графика.
2. Определение критического пути. Определение размера партии поставок.
3. Определение точки заказа и учет дискретного спроса.
4. Одноканальная система обслуживания.

7.3. 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 – 30 % и промежуточного контроля – 70 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на лабораторных занятиях - 10 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- лабораторная работа - 30 баллов,
- письменная контрольная работа - 40 баллов

Перечень методических материалов представлен в п.4.2 и 6.3., 6.4.

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> 26.09.2018)

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>(26.09.2018)
3. Е.С.Вентцель. «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, Виктор Александрович. Исследование операций и методы оптимизации : учебник / Горелик, Виктор Александрович. - М. : Академия , 2013. - 585-20. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ URL: Автор заказа: Омарова Н.О. Приоритет заказа: Малообеспеченная дисциплина

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>(26.09.2018)
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
4. Магомедов И.И., Магомедова Е.С. Модели управления запасами. – Махачкала, Изд. ДГУ, уч. мет.пос., 2010
5. Магомедов И.И., Магомедов Р.И. Системы массового обслуживания. – Махачкала, Изд. ДГУ, уч. пос. 2013
6. Программные средства для решения задач исследования операций. www.gams.com

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети, необходимой для освоения дисциплины.

1. Программное обеспечение PTC MatCAD 15 F000 Russian + самоучитель (<https://ewgk.com/soft/41668-matcad-15-f000-russian-samouchitee.htm>).
2. Программное обеспечение PTC MatLABR2011 b (<https://www.softfrfree.com/programs/matlab-26810.html>).
3. Мухин О.И. Моделирование систем. Учебник. (stratum/as/ru/textdjjks/modeler/contents/html).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Для успешного освоения курса студентам рекомендуется проводить самостоятельный разбор материалов, практических занятий в течение 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 (при необходимости).

Для успешного усвоения дисциплины,обучающийся использует следующие программные средства:Коммерческие пакеты для решения задач математического программирования:GAMS,AIMMS,GUROBI.

Некоммерческие пакеты для решения задач математического программирования GLPK.

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.