



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Республики Крым  
«Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова»  
(ГБОУВО РК КИПУ имени Февзи Якубова)

Кафедра математики и физики

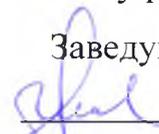
СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

 Э.Ш.Джемилов  
«16» сз 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Д.Д. Гельфанова  
«16» сз 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.04 «Математическое моделирование»**

направление подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств  
магистерская программа «Технология машиностроения, станки и инструменты»

факультет инженерно-технологический

Симферополь, 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.О.04 «Математическое моделирование» для магистров направления подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. Магистерская программа «Технология машиностроения, станки и инструменты» составлена на основании ФГОС ВО, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17.08.2020 № 1045.

Составитель

рабочей программы



подпись

Д.Д. Гельфанова, доц.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры математики и физики

от 16 февраля 20 23 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой



подпись

Д.Д. Гельфанова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании УМК инженерно-технологического факультета

от 16.03 20 23 г., протокол № 2

Председатель УМК



подпись

Э.Р. Шарипова

**1. Рабочая программа дисциплины Б1.О.04 «Математическое моделирование» для магистратуры направления подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, магистерская программа «Технология машиностроения, станки и инструменты».**

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**2.1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)**

***Цель дисциплины (модуля):***

– сформировать у студентов основные представления о применении математического инструментария принятия решений в области управления экономическими, социальными и технологическими процессами, связанными с будущей профессиональной деятельностью, на основе моделирования соответствующих задач.

***Учебные задачи дисциплины (модуля):***

– формирование комплексных знаний о моделях и практических навыков решения задач методами математического моделирования;  
обучение использованию методологии математического моделирования; выполнению всех этапов и внедрению результатов математического моделирования;  
обучение использованию компьютерных технологий реализации методов математического моделирования, методов оптимизации и принятия решений;  
развитие способностей применять математический аппарат для решения профессиональных задач;  
развитие у студентов аналитического мышления и практических навыков использования математических методов в организации и управлении социальными и технологическими процессами; обучение методам исследования управления образовательными системами; формирование навыков системного анализа;  
привитие навыков построения и использования имитационных моделей для проектирования, прогнозирования, отображения образовательных процессов.

**2.2. Планируемые результаты освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины Б1.О.04 «Математическое моделирование» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

**Знать:**

- теоретические основы моделирования как научного метода; основные задачи, решаемые с помощью метода математического моделирования
- условия применения математических методов (линейного программирования, нелинейного программирования, динамического программирования) для формализации экономических, социальных и
- свойства сложных систем и основы системных исследований
- основы многокритериальных методов оптимизации и теории принятия решений
- теоретические и прикладные аспекты анализа результатов моделирования

**Уметь:**

- строить математические модели, решать получившиеся задачи с помощью известных методов
- применять количественные и качественные методы анализа при принятии управленческих решений
- делать на основе построенных математических моделей правильные выводы

**Владеть:**

- математическим аппаратом при решении профессиональных задач
- методами принятия решений на основе предварительного моделирования объекта и ситуации
- методами выявления системных закономерностей в различных процессах управления образовательными системами

**3. Место дисциплины в структуре ОПОП.**

Дисциплина Б1.О.04 «Математическое моделирование» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана.

**4. Объем дисциплины (модуля)**

(в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся)

Семестр	Общее кол-во часов	кол-во зач. единиц	Контактные часы						СР	Контроль (время на контроль)
			Всего	лек	лаб. зан.	прак. т.зан.	сем. зан.	ИЗ		
3	108	3	30	14		16			78	За
Итого по ОФО	108	3	30	14		16			78	

**5. Содержание дисциплины (модуля) (структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий)**

Наименование тем (разделов, модулей)	Количество часов														Форма текущего контроля
	очная форма							заочная форма							
	Всего	в том числе						Всего	в том числе						
		л	лаб	пр	сем	ИЗ	СР		л	лаб	пр	сем	ИЗ	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Тема1. Основы математического моделирования.	18	2		2			14								практическое задание; контрольная работа
Тема 2. Оптимизационные модели.	22	4		4			14								практическое задание; контрольная работа
Тема 3. Математические основы моделирования стохастических систем.	20	2		4			14								практическое задание; контрольная работа
Тема 4. Модели и методы теории расписаний	22	2		2			18								практическое задание; контрольная работа
Тема 5. Модели сетевого планирования и управления.	26	4		4			18								практическое задание; контрольная работа
Всего часов за 3 семестр	108	14		16			78								
Форма промеж. контроля	Зачет														
<b>Всего часов дисциплине</b>	108	14		16			78								
часов на контроль															

### 5. 1. Тематический план лекций

№ лекц	Тема занятия и вопросы лекции	Форма проведения (актив., интерак.)	Количество часов	
			ОФО	ЗФО
1.	Тема1. Основы математического моделирования. <i>Основные вопросы:</i> 1. Математический инструментарий. Понятие математической модели. Математическое моделирование как основа операционной методологии	Акт.	2	

	<p>2. Основные принципы построения моделей.</p> <p>3. Содержание этапов построения моделей.</p> <p>4. Классификация моделей задач по различным признакам.</p>			
2.	<p>Тема 2. Оптимизационные модели.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1 Постановка задачи оптимизации в общей форме.</p> <p>2. Структура оптимизационных моделей и общая постановка задачи в оптимизационных моделях.</p> <p>3. Классификация задач оптимизации. Виды задач ЛП. ОЗЛП.</p> <p>4. Геометрическая интерпретация и графический способ решения ЗЛП.</p>	Акт.	4	
3.	<p>Тема 3. Математические основы моделирования стохастических систем.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1 Понятие Марковского случайного процесса с дискретным состоянием и непрерывным временем.</p> <p>2. Потоки событий.</p> <p>3. Классификация СМО.</p> <p>4. Уравнения А.Н. Колмогорова для предельных вероятностей состояний</p> <p>5. Процесс гибели и размножения.</p>	Акт.	2	
4.	<p>Тема 4. Модели и методы теории расписаний</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1 Критерии эффективности расписаний.</p> <p>2. Модель А. Манна составления расписаний обработки деталей на станках.</p> <p>3. Алгоритм Джонсона для 2-х и для 3-х станков.</p> <p>4. Задача о переналадке станков.</p> <p>5. Модель и алгоритмы решения задач об оптимальной загрузке оборудования при серийном и поточном производстве.</p>	Акт.	2	

5.	Тема 5. Модели сетевого планирования и управления. <i>Основные вопросы:</i> 1 Классификация систем сетевого планирования и управления. Характеристика комплекса работ. 2. Элементы сетевого графика, методика его построения. 3. Методы оптимизации сетевого графика по критерию времени. 4. Управление комплексом работ с помощью сетевого графика.	Акт.	4	
<b>Итого</b>			<b>14</b>	<b>0</b>

### 5. 2. Темы практических занятий

№ занятия	Наименование практического занятия	Форма проведения (актив., интерак.)	Количество часов	
			ОФО	ЗФО
1.	Тема1. Основы математического моделирования.	Акт.	2	
2.	Тема 2. Оптимизационные модели.	Акт.	4	
3.	Тема 3. Математические основы моделирования стохастических систем.	Акт.	4	
4.	Тема 4. Модели и методы теории расписаний	Акт.	2	
5.	Тема 5. Модели сетевого планирования и управления.	Акт.	4	
<b>Итого</b>				

### 5. 3. Темы семинарских занятий

(не предусмотрены учебным планом)

### 5. 4. Перечень лабораторных работ

(не предусмотрено учебным планом)

### 5. 5. Темы индивидуальных занятий

(не предусмотрено учебным планом)

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа по данной дисциплине включает такие формы работы как: работа с базовым конспектом; работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к практическому занятию; подготовка к контрольной работе; подготовка к зачету.

### 6.1. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

№	Наименование тем и вопросы, выносимые на самостоятельную работу	Форма СР	Кол-во часов	
			ОФО	ЗФО
1	Тема1. Основы математического моделирования.	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к практическому занятию; подготовка к контрольной работе	14	
2	Тема 2. Оптимизационные модели.	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к практическому занятию; подготовка к контрольной работе	14	
3	Тема 3. Математические основы моделирования стохастических систем.	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к практическому занятию; подготовка к контрольной работе	14	

4	Тема 4. Модели и методы теории расписаний	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к практическому занятию; подготовка к контрольной работе	18	
5	Тема 5. Модели сетевого планирования и управления.	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к практическому занятию; подготовка к контрольной работе	18	
	<b>Итого</b>		<b>78</b>	

**7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Дескрипторы	Компетенции	Оценочные средства
	<b>УК-1</b>	

<b>Знать</b>	теоретические основы моделирования как научного метода; основные задачи, решаемые с помощью метода математического моделирования; условия применения математических методов (линейного программирования, нелинейного программирования, динамического программирования) для формализации экономических, социальных и технологических процессов; свойства сложных систем и основы системных исследований; основы многокритериальных методов оптимизации и теории принятия решений; теоретические и прикладные аспекты анализа результатов моделирования	практическое задание
<b>Уметь</b>	строить математические модели, решать получившиеся задачи с помощью известных методов; применять количественные и качественные методы анализа при принятии управленческих решений; делать на основе построенных математических моделей правильные выводы	контрольная работа
<b>Владеть</b>	математическим аппаратом при решении профессиональных задач; методами принятия решений на основе предварительного моделирования объекта и ситуации; методами выявления системных закономерностей в различных процессах управления образовательными системами	зачет

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оценочные средства	Уровни сформированности компетенции			
	Компетентность несформирована	Базовый уровень компетентности	Достаточный уровень компетентности	Высокий уровень компетентности

практическое задание	Выполнено с допущением грубых ошибок или не выполнено вообще	Выполнено, допущены некоторые неточности в вычислениях	Выполнено полностью с несущественным и замечаниями	Выполнено без замечаний
контрольная работа	Выполнено правильно менее 30% теоретической части, практическая часть или не сделана или выполнена менее 30%	Выполнено не менее 50% теоретической части и практических заданий (или полностью сделано практическое задание)	Выполнено 51 - 80% теор, части, практическое задание сделано полностью с несущественным и замечаниями	Выполнено более 80% теоретической части, практическое задание выполнено без замечаний
зачет	Не раскрыт полностью ни один теор. вопрос, практические задания не выполнены или выполнено с грубыми ошибками	Теор. вопросы раскрыты с замечаниями, однако логика соблюдена. Практические задания выполнены, но с замечаниями: намечен ход выполнения, однако не полно раскрыты возможности выполнения	Работа выполнена с несущественным и замечаниями	Работа выполнена полностью, оформлена по требованиям.

**7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**7.3.1. Примерные практические задания**

**1.Задание №1 Составить математическую модель следующей задачи**

**Вариант № 1** Завод-производитель высокоточных элементов для автомобилей выпускает два различных типа деталей: X и Y. Завод располагает фондом рабочего времени в 4000 чел.-ч. в неделю. Для производства одной детали типа X требуется 1 чел.-ч, а для производства одной детали типа Y — 2 чел.-ч. Производственные мощности завода позволяют выпускать максимум 2250 деталей типа X и 1750 деталей типа Y в неделю. Каждая деталь типа X требует 2 кг металлических стержней и 5 кг листового металла, а для производства одной детали типа Y необходимо 5 кг металлических стержней и 2 кг листового металла. Уровень запасов каждого вида металла составляет 10000 кг в неделю. Кроме того, еженедельно завод поставляет 600 деталей типа X своему постоянному заказчику. Существует также профсоюзное соглашение, в соответствии с которым общее число производимых в течение одной недели деталей должно составлять не менее 1500 штук.

Сколько деталей каждого типа следует производить, чтобы максимизировать общий доход за неделю, если доход от производства одной детали типа X составляет 30 ф. ст., а от производства одной детали типа Y — 40 ф. ст.?

**2.Задание №2 В соответствии с номером варианта, решить графическим методом задачу**

**Варианты № 1-20** Из трех сортов бензина образуются две смеси. Первая состоит из A1 % бензина первого сорта, B1 % бензина 2-го сорта, C1 % бензина 3-го сорта; вторая – A2 % - 1-го, B2 % - 2-го, C2 % - 3-го сорта. Цена 1-ой смеси Z1 у. е., второй Z2 у. е. за тонну. Сколько смеси первого и второго вида можно изготовить из “а” тонн 1-го сорта, “в” тонн 2-го сорта и “с” тонн 3-го сорта, чтобы получить максимальный доход?

**3.Задание 3. В соответствии с номером варианта, решить транспортную задачу методом потенциалов**

**Варианты № 1-20** Имеются три пункта производства, располагающие некоторым однородным продуктом в количествах  $a_1$ ,  $a_2$  и  $a_3$ . Продукт необходимо доставить в пять пунктов конечного потребления, платежеспособный спрос в которых составляет  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$  и  $b_5$ . Затраты на транспортировку (прямую поставку) единицы продукта от пункта производства в пункт потребления приведены в таблице С. Требуется отыскать такие объемы прямых поставок продукта от пунктов производства к пунктам потребления, при которых достигается минимум суммарных транспортных затрат.

**4.Задание 4 Построить сетевую модель проекта, определить критический путь и проанализировать, ответив на вопросы в конце каждого варианта.**

### 7.3.2. Примерные задания для контрольной работы

1. Выберите правильный ответ и обведите кружком соответствующую букву (правильный ответ только один).

1. Модель объекта это...

А) предмет похожий на объект моделирования

Б) объект - заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели

В) копия объекта

Г) шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта

2. Предприятие планирует выпуск трёх видов продукции П1, П2 и П3 из двух видов ресурсов Р1 и Р2, запасы которых ограничены. Нормы расхода ресурсов на единицу продукции каждого вида, запасы ресурсов, прибыль, получаемая от реализации единицы продукции каждого вида, представлены в таблице. Необходимо построить математическую модель задачи.

2. Имеются три пункта производства, располагающие некоторым однородным продуктом в количествах 200, 175 и 225 тонн. Продукт необходимо доставить в пять пунктов конечного потребления, платежеспособный спрос в которых составляет 100, 130, 80, 190, 100 тонн. Затраты на транспортировку единицы продукта от пункта производства в пункт потребления приведены в таблице. Требуется отыскать такие объемы прямых поставок продукта от пунктов производства к пунктам потребления, при которых достигается минимум суммарных транспортных затрат.

3. Проект пуска наладки компьютерной системы состоит из восьми работ. Непосредственно предшествующие работы и продолжительность выполнения работ указаны в следующей таблице

Необходимо построить сетевую модель проекта, определить критический путь и проанализировать на сколько недель можно отложить начало выполнения работы С, чтобы это не повлияло на срок выполнения проекта; как влияет на ход выполнения проекта задержка работы F на 4 недели.

### 7.3.3. Вопросы к зачету

1. Модель. Процесс моделирования. Математическое моделирование в науке и технике. Инструментарий исследования математических моделей. Этапы работы с моделями. Проблема адекватности модели реальному объекту.

2. Классификация моделей. Классификация математических моделей.

3. Оптимизационные модели. Однокритериальные и многокритериальные модели в инженерной практике и системах управления. Некоторые линейные и нелинейные модели. Имитационные модели
4. Понятие о СМО. Примеры СМО. Каналы обслуживания. Случайный поток заявок. Построение математических моделей и их исследование на эффективность работы как предмет СМО. Показатели эффективности работы СМО.
5. Классификация СМО и дисциплина обслуживания.
6. Случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Марковский случайный процесс. Анализ случайных процессов на основе графа состояний.
7. Потоки событий. Интенсивность потока. Потоки событий: регулярные, стационарные без последствий, ординарный. Простейший (стационарный пуассоновский) поток событий. Распределение  $m$  событий попавших на произвольный участок времени для простейшего потока, по закону Пуассона. Основные характеристики. Показательная (экспоненциальная) функция распределения, ее плотность вероятности.
8. Правило составления дифференциальных уравнений А.Н. Колмогорова для вероятностей состояний. Предельные вероятности состояний, как среднее относительное время пребывания системы в этом состоянии. Условия существования предельных вероятностей.
9. Граф состояний процесса гибели и размножения. Вывод формул для предельных вероятностей состояний процесса гибели и размножения.
10. СМО с отказами. Показатели эффективности СМО с отказами ( $A$ ,  $Q$ ,  $P_{отк}$ ,  $k$ ). Одноканальная система с отказами. Основные характеристики эффективности системы.
11. Многоканальная система с отказами. Граф состояний. Формулы Эрланга А.К. Показатели эффективности работы СМО.
12. СМО с ожиданием (очередью). Одноканальная система с неограниченной очередью. Граф состояний. Основные характеристики эффективности работы СМО.
13. Многоканальная СМО с неограниченной очередью. Граф состояний системы.
14. СМО с ограниченной очередью.
15. Понятие о СМО с ограниченным временем ожидания.
16. Основные понятия теории расписаний. Модель Манна составления расписания деталей на станках.
17. Задачи и алгоритмы Джонсона для одного, двух и трех станков. Условия использования алгоритма Джонсона для двух станков в случае трех станков. Задача о переналадке станков.

18. Модель об оптимальной загрузке оборудования при комплектном производстве.
19. Понятие о МЗО.
20. Модели сетевого планирования и управления (СПУ), Примеры. СПУ. Главные элементы сетевой модели. Сетевой график. События работы.
21. Порядок и правила построения сетевых графиков. Упорядоченный сетевой график. Понятие о пути. Полный Критический путь.
22. Временные параметры сетевых графиков. Анализ параметров работ. Резерв времени пути.
23. Полный резерв времени. Частный резерв времени 1 – го рода. Частный резерв времени 2 – го рода или резерв времени:  $R_c$ .
24. Независимый (свободный резерв времени).
25. Сетевое планирование в условиях неопределенности.
26. Коэффициент напряженности работы. Анализ и оптимизация сетевого графика.
27. Оптимизация сетевого графика методом «время – стоимость.»

**7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

**7.4.1. Оценивание практического задания**

Критерий оценивания	Уровни формирования компетенций		
	Базовый	Достаточный	Высокий
Знание теоретического материала по предложенной проблеме	Теоретический материал усвоен	Теоретический материал усвоен и осмыслен	Теоретический материал усвоен и осмыслен, может быть применен в различных ситуациях по необходимости
Овладение приемами работы	Студент может применить имеющиеся знания для решения новой задачи, но необходима помощь преподавателя	Студент может самостоятельно применить имеющиеся знания для решения новой задачи, но возможно не более 2 замечаний	Студент может самостоятельно применить имеющиеся знания для решения новой задачи
Самостоятельность	Задание выполнено самостоятельно, но есть не более 3 замечаний	Задание выполнено самостоятельно, но есть не более 2 замечаний	Задание выполнено полностью самостоятельно

### 7.4.2. Оценивание выполнения контрольной работы

Критерий оценивания	Уровни формирования компетенций		
	Базовый	Достаточный	Высокий
Полнота и правильность ответа	Ответ полный, но есть замечания, не более 3	Ответ полный, последовательный, но есть замечания, не более 2	Ответ полный, последовательный, логичный
Степень осознанности, понимания изученного	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 3 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 2 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно
Языковое оформление ответа	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 4	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 2	Речь грамотная, соблюдены нормы культуры речи
Соблюдение требований к оформлению	Не более 4 замечаний	Не более 3 замечаний	Правильное оформление ссылок на используемую литературу; грамотность и культура изложения; владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; соблюдение требований к объему реферата
Грамотность	Не более 4 замечаний	Не более 3 замечаний	Отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; литературный стиль

### 7.4.3. Оценивание зачета

Критерий оценивания	Уровни формирования компетенций		
	Базовый	Достаточный	Высокий
Полнота ответа, последовательность и логика изложения	Ответ полный, но есть замечания, не более 3	Ответ полный, последовательный, но есть замечания, не более 2	Ответ полный, последовательный, логичный

Правильность ответа, его соответствие рабочей программе учебной дисциплины	Ответ соответствует рабочей программе учебной дисциплины, но есть замечания, не более 3	Ответ соответствует рабочей программе учебной дисциплины, но есть замечания, не более 2	Ответ соответствует рабочей программе учебной дисциплины
Способность студента аргументировать свой ответ и приводить примеры	Ответ аргументирован, примеры приведены, но есть не более 3 несоответствий	Ответ аргументирован, примеры приведены, но есть не более 2 несоответствий	Ответ аргументирован, примеры приведены
Осознанность излагаемого материала	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 3 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 2 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно
Соответствие нормам культуры речи	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 4	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 2	Речь грамотная, соблюдены нормы культуры речи
Качество ответов на вопросы	Есть замечания к ответам, не более 3	В целом, ответы раскрывают суть вопроса	На все вопросы получены исчерпывающие ответы

### 7.5. Итоговая рейтинговая оценка текущей и промежуточной аттестации студента по дисциплине

По учебной дисциплине «Математическое моделирование» используется 4-балльная система оценивания, итог оценивания уровня знаний обучающихся предусматривает зачёт. Зачёт выставляется во время последнего практического занятия при условии выполнения не менее 60% учебных поручений, предусмотренных учебным планом и РПД. Наличие невыполненных учебных поручений может быть основанием для дополнительных вопросов по дисциплине в ходе промежуточной аттестации. Во всех остальных случаях зачет сдается обучающимися в даты, назначенные преподавателем в период соответствующий промежуточной аттестации.

#### *Шкала оценивания текущей и промежуточной аттестации студента*

Уровни формирования компетенции	Оценка по четырехбалльной шкале
	для зачёта
Высокий	зачтено
Достаточный	
Базовый	
Компетенция не сформирована	не зачтено

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### Основная литература.

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-метод пособие, др.)	Кол-во в библи.
1.	Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов: учеб. пособие для студ. вузов железнодорожного транспорта / Н. В. Голубева ; рец.: М. П. Бадер, Б. А. Дудин, В. Н. Горюнов. - СПб. М. Краснодар: Лань, 2013. - 192 с.	учебное пособие	11
2.	Алексеев Г.В., Холявин И.И. Численное экономико-математическое моделирование и оптимизация: Вузовское образование, 2019 г.	учебное пособие	<a href="http://www.iprb-bookshop.ru/79692">http://www.iprb-bookshop.ru/79692</a>
3.	Ашихмин В.Н., Гитман М.Б., Келлер И.Э., Наймарк О.Б., Столбов В.Ю., Трусов П.В., Фрик П.Г. Введение в математическое моделирование: Логос, 2016 г.	учебное пособие	<a href="http://www.iprb-bookshop.ru/66414">http://www.iprb-bookshop.ru/66414</a>
4.	Масягин В.Б., Волгина Н.В. Математическое моделирование и информационные технологии при проектировании: Омский государственный технический университет, 2017 г.	учебное пособие	<a href="http://www.iprb-bookshop.ru/78442">http://www.iprb-bookshop.ru/78442</a>
5.	Ржевский С. В. Математическое программирование [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 608 с.	учебное пособие	<a href="https://e.lanbook.com/book/123692">https://e.lanbook.com/book/123692</a>

6.	Диязитдинова А.Р. Исследование операций и методы оптимизации: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017 г.	учебное пособие	<a href="http://www.iprbbookshop.ru/75377">http://www.iprbbookshop.ru/75377</a>
----	--	-----------------	---

### Дополнительная литература.

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-метод пособие, др.)	Кол-во в библи.
1.	Ржевский С.В. Исследование операций: учебное пособие / С. В. Ржевский. - СПб. М. Краснодар: Лань, 2013. - 480 с.	учебное пособие	21
2.	Брусенцев А.Г., Петрашев В.И., Рязанов Ю.Д. Исследование операций и теория игр: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012 г.	учебное пособие	<a href="http://www.iprbbookshop.ru/49709">http://www.iprbbookshop.ru/49709</a>
3.	Горлач Б.А. Исследование операций: учеб. пособие / Б. А. Горлач. - СПб. М. Краснодар: Лань, 2013. - 448 с.	учебное пособие	21

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

- 1.Поисковые системы: <http://www.rambler.ru>, <http://yandex.ru>, <http://www.google.com>
- 2.Федеральный образовательный портал [www.edu.ru](http://www.edu.ru).
- 3.Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru/ru>
- 4.Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL: <http://gpntb.ru>.
- 5.Государственное бюджетное учреждение культуры Республики Крым «Крымская республиканская универсальная научная библиотека» <http://franco.crimealib.ru/>
- 6.Педагогическая библиотека <http://www.pedlib.ru/>
- 7.Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (РИНЦ) <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

### **Общие рекомендации по самостоятельной работе магистрантов**

Подготовка современного магистранта предполагает, что в стенах университета он овладеет методологией самообразования, самовоспитания, самосовершенствования. Это определяет важность активизации его самостоятельной работы.

Самостоятельная работа формирует творческую активность магистрантов, представление о своих научных и социальных возможностях, способность вычленять главное, совершенствует приемы обобщенного мышления, предполагает более глубокую проработку ими отдельных тем, определенных программой.

Основными видами и формами самостоятельной работы студентов по данной дисциплине являются: самоподготовка по отдельным вопросам; работа с базовым конспектом; работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к практическому занятию; подготовка к контрольной работе; подготовка к зачету.

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной литературы. Основная функция учебников – ориентировать в системе тех знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены по данной дисциплине будущими специалистами. Учебник также служит путеводителем по многочисленным произведениям, ориентируя в именах авторов, специализирующихся на определённых научных направлениях, в названиях их основных трудов. Вторая функция учебника в том, что он очерчивает некий круг обязательных знаний по предмету, не претендуя на глубокое их раскрытие.

Чтение рекомендованной литературы – это та главная часть системы самостоятельной учебы магистранта, которая обеспечивает подлинное усвоение науки. Читать эту литературу нужно по принципу: «идея, теория, метод в одной, в другой и т.д. книгах».

Во всех случаях рекомендуется рассмотрение теоретических вопросов не менее чем по трем источникам. Изучение проблемы по разным источникам – залог глубокого усвоения науки. Именно этот блок, наряду с выполнением практических заданий является ведущим в структуре самостоятельной работы студентов.

Вниманию магистрантов предлагаются список литературы, вопросы к самостоятельному изучению и вопросы к зачету.

Для успешного овладения дисциплиной необходимо выполнять следующие требования:

1) выполнять все определенные программой виды работ;

- 2) посещать занятия, т.к. весь тематический материал взаимосвязан между собой и, зачастую, самостоятельного теоретического овладения пропущенным материалом недостаточно для качественного его усвоения;
- 3) все рассматриваемые на занятиях вопросы обязательно фиксировать в отдельную тетрадь и сохранять её до окончания обучения в вузе;
- 4) проявлять активность при подготовке и на занятиях, т.к. конечный результат овладения содержанием дисциплины необходим, в первую очередь, самому бакалавру;
- 5) в случаях пропуска занятий по каким-либо причинам обязательно отрабатывать пропущенное преподавателю во время индивидуальных консультаций.

Внеурочная деятельность магистранта по данной дисциплине предполагает:

- самостоятельный поиск ответов и необходимой информации по предложенным вопросам;
- выполнение практических заданий;
- выработку умений научной организации труда.

Успешная организация времени по усвоению данной дисциплины во многом зависит от наличия у магистранта умения самоорганизовать себя и своё время для выполнения предложенных домашних заданий. Объём заданий рассчитан максимально на 2-3 часа в неделю. При этом алгоритм подготовки будет следующим:

- 1 этап – поиск в литературе теоретической информации по предложенным преподавателем вопросам;
- 2 этап – осмысление полученной информации, освоение терминов и понятий;
- 3 этап – составление плана ответа на каждый вопрос;
- 4 этап – поиск примеров по данной проблематике.

### **Работа с базовым конспектом**

Программой дисциплины предусмотрено чтение лекций в различных формах их проведения: проблемные лекции с элементами эвристической беседы, информационные лекции, лекции с опорным конспектированием, лекции-визуализации.

На лекциях преподаватель рассматривает вопросы программы курса, составленной в соответствии с государственным образовательным стандартом. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удастся осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу.

Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям.

Во время самостоятельной проработки лекционного материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным терминам, спорным точкам зрения. Все такие моменты следует выделить или выписать отдельно для дальнейшего обсуждения на практическом занятии. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией. Полный список литературы по дисциплине приведен в рабочей программе дисциплины.

### **Подготовка к практическому занятию**

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы.

Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии.

Следовательно, работа на практическом занятии направлена не только на познание студентом конкретных явлений внешнего мира, но и на изменение самого себя.

Второй результат очень важен, поскольку он обеспечивает формирование таких общекультурных компетенций, как способность к самоорганизации и самообразованию, способность использовать методы сбора, обработки и интерпретации комплексной информации для решения организационно-управленческих задач, в том числе находящихся за пределами непосредственной сферы деятельности студента. процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются.

В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте.

Объём заданий рассчитан максимально на 1-2 часа в неделю.

### **Подготовка к зачету**

Зачет является традиционной формой проверки знаний, умений, компетенций, сформированных у студентов в процессе освоения всего содержания изучаемой дисциплины. Обычный зачет отличается от экзамена только тем, что преподаватель не дифференцирует баллы, которые он выставляет по его итогам.

Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра, а не за несколько дней до его проведения.

Подготовка включает следующие действия. Прежде всего нужно перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра. Затем надо соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету. Если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуются делать краткие записи. Речь идет не о шпаргалке, а о формировании в сознании четкой логической схемы ответа на вопрос. Накануне зачета необходимо повторить ответы, не заглядывая в записи. Время на подготовку к зачету по нормативам университета составляет не менее 4 часов.

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

Информационные технологии применяются в следующих направлениях:  
оформление письменных работ выполняется с использованием текстового редактора;

демонстрация компьютерных материалов с использованием мультимедийных технологий;

использование информационно-справочного обеспечения, такого как: правовые справочные системы (Консультант+ и др.), онлайн словари, справочники (Грамота.ру, Интуит.ру, Википедия и др.), научные публикации.

использование специализированных справочных систем (электронных учебников, справочников, коллекций иллюстраций и фотоизображений, фотобанков, профессиональных социальных сетей и др.).

OpenOffice Ссылка: <http://www.openoffice.org/ru/>

Mozilla Firefox Ссылка: <https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/>

Libre Office Ссылка: <https://ru.libreoffice.org/>

Do PDF Ссылка: <http://www.dopdf.com/ru/>

7-zip Ссылка: <https://www.7-zip.org/>

Free Commander Ссылка: <https://freecommander.com/ru>

be Reader Ссылка: <https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html>попо

Gimp (графический редактор) Ссылка: <https://www.gimp.org/>

ImageMagick (графический редактор) Ссылка:  
<https://imagemagick.org/script/index.php>  
 VirtualBox Ссылка: <https://www.virtualbox.org/>  
 Adobe Reader Ссылка: <https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html>  
 Операционная система Windows 8.1 Лицензионная версия по договору №471\1 от 11.12.2014 г.  
 Электронно-библиотечная система Библиокомплектатор  
 Национальна электронная библиотека - федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека» (ФГБУ «РГБ»)  
 Редакция Базы данных «ПОЛПРЕД Справочники»  
 Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ»

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

-компьютерный класс и доступ к сети Интернет (во время самостоятельной подготовки) (должен быть приложен график занятости компьютерного класса);  
 -проектор, совмещенный с ноутбуком для проведения лекционных занятий преподавателем и презентации студентами результатов работы  
 -раздаточный материал для проведения групповой работы.

## **13. Особенности организации обучения по дисциплине обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ)**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ОВЗ:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потерь данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества;
- создание возможности для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников – например, так, чтобы лица с нарушением слуха получали информацию визуально, с нарушением зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счет альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи чeskих занятий, выступления с докладами и защитой выполненных работ, проведение тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ОВЗ форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи: зачет и экзамен, проводимый в письменной форме, – не более чем на 90 мин., проводимый в устной форме – не более чем на 20 мин., – продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 мин.

#### **14. Виды занятий, проводимых в форме практической подготовки**

(не предусмотрено при изучении дисциплины)