

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 10.10.2022 14:26:24  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672743775c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ



Декан факультета  
информационных технологий  
/Д. Г. Демидов/

августа 2022г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Математические модели систем управления»**

Направление подготовки/специальность  
**01.04.02 Прикладная математика и информатика**

Профиль/специализация  
**«Системная аналитика больших данных»**

Квалификация  
**магистр**

Формы обучения  
**очная**

**Разработчик(и):**

к.э.н., доцент



/ С.В. Куликова /

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой «Прикладная информатика»,

к.э.н., доцент



/ С.В. Суворов /

## Содержание

1	Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3	Структура и содержание дисциплины	5
3.1	Виды учебной работы и трудоемкость	5
3.2	Тематический план изучения дисциплины	6
3.3	Содержание дисциплины	6
3.4	Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий	7
3.5	Тематика курсовых проектов (курсовых работ)	7
4	Учебно-методическое и информационное обеспечение	7
4.1	Нормативные документы и ГОСТы	7
4.2	Основная литература	7
4.3	Дополнительная литература	8
4.4	Электронные образовательные ресурсы	8
4.5	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение	8
4.6	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	8
5	Материально-техническое обеспечение	8
6	Методические рекомендации	8
6.1	Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения	8
6.2	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	9
7	Фонд оценочных средств	9
7.1	Методы контроля и оценивания результатов обучения	9
7.2	Шкала и критерии оценивания результатов обучения	10
7.3	Оценочные средства	13

# 1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

## Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Математические модели систем управления» следует отнести:

- расширенное формирование у студентов представления о принципах и методах математического моделирования систем управления;
- знакомство студентов с разрабатываемыми математическими моделями систем управления решаемых научных проблем и задач.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Математические модели систем управления» следует отнести:

- освоение методологии математического моделирования систем управления;
- использование компьютерных технологий реализации методов математического моделирования систем управления.

Обучение по дисциплине «Математические модели систем управления» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<b>знать:</b> методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации <b>уметь:</b> применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации <b>владеть:</b> методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.
ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	<b>знать:</b> принципы, методы и средства анализа для разрабатывания математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности <b>уметь:</b> разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности <b>владеть:</b> навыками разработки математических моделей и их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические модели систем управления» относится к вариативной части основной образовательной программы магистратуры.

Она взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

- Современные проблемы прикладной математики и информатики;
- Непрерывные математические модели.

## 3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы т.е. 108 академических часов 10 часов лекции, 8 часов лабораторные (из них 90 часов – самостоятельная работа студентов) экзамен 1 семестр.

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения)

#### 3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			1	
<b>1</b>	<b>Аудиторные занятия</b>			
	В том числе:			
1.1	Лекции	10	10	
1.2	Семинарские/практические занятия			
1.3	Лабораторные занятия	8	8	
<b>2</b>	<b>Самостоятельная работа</b>			
	В том числе:			
2.1	Подготовка к занятиям	90	90	
<b>3</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		экзамен	
	Итого:	<b>108</b>	108	

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)

### 3.2.1 Очная форма обучения

№ п/ п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					Самос тояте льная работ а
		Всего	Аудиторная работа				
			Лек ции	Семинар ские/ практиче ские занятия	Лабор аторн ые заняти я		
1	Раздел 1.						
1.1	Тема 1. Типология систем управления. Используемые математические модели	22	2		2		18
1.2	Тема 2. Оптимизационное моделирование систем управления	22	2		2		18
1.3	Тема 3. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления	22	2		2		18
1.4	Тема 4. Модели оптимизации систем управления в условиях определенности	21	2		1		18
1.5	Тема 5. Модели оптимизации систем управления в условиях неопределенности	21	2		1		18
<b>Итого</b>		<b>108</b>	<b>10</b>		<b>8</b>		<b>90</b>

### 3.3 Содержание дисциплины

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

Типология систем управления. Используемые математические модели

Оптимизационное моделирование систем управления

Целочисленное линейное программирование. Динамическое программирование. Нелинейное программирование. Многокритериальная оптимизация.

Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления

Матричная игра с нулевой суммой. Оптимальная чистая стратегия. Оптимальная смешанная стратегия. Особенности решения матричных игр. Отыскание оптимальных смешанных стратегий для игр  $2 \times 2$ . Отыскание оптимальных смешанных стратегий для игр  $2 \times n$ . Отыскание оптимальных смешанных стратегий для игр  $m \times n$ . Игра с природой. Игра с природой в условиях риска. Игра с природой в условиях неопределенности.

Модели оптимизации систем управления в условиях определенности

Задачи целочисленного программирования. Задачи динамического программирования. Задачи нелинейного программирования. Многокритериальные задачи оптимизации.

Модели оптимизации систем управления в условиях неопределенности Решение матричных игр. Матричные игры с природой.

### **3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий**

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

Типология систем управления. Используемые математические модели

Оптимизационное моделирование систем управления

Целочисленное линейное программирование. Динамическое программирование. Нелинейное программирование. Многокритериальная оптимизация.

Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления

Матричная игра с нулевой суммой. Оптимальная чистая стратегия. Оптимальная смешанная стратегия. Особенности решения матричных игр. Отыскание оптимальных смешанных стратегий для игр  $2 \times 2$ . Отыскание оптимальных смешанных стратегий для игр  $2 \times n$ . Отыскание оптимальных смешанных стратегий для игр  $m \times n$ . Игра с природой. Игра с природой в условиях риска. Игра с природой в условиях неопределенности.

Модели оптимизации систем управления в условиях определенности

Задачи целочисленного программирования. Задачи динамического программирования. Задачи нелинейного программирования. Многокритериальные задачи оптимизации.

Модели оптимизации систем управления в условиях неопределенности Решение матричных игр. Матричные игры с природой..

### **3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)**

Не предусмотрены

## **4 Учебно-методическое и информационное обеспечение**

### **4.1 Нормативные документы и ГОСТы**

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень магистратуры) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.01.2018 №13.

### **4.2 Основная литература**

1. Кудрявцев, П. С. Анализ линейных детерминированных математических моделей технических объектов и синтез линейных систем управления : учебное пособие / П. С. Кудрявцев. — Москва : МАИ, 2022. — 91 с. — ISBN 978-5-4316-0981-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/344042> (дата обращения: 27.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Семенов, А. Д. Математические модели систем управления : учебное пособие / А. Д. Семенов, А. В. Волков, О. В. Ермилина. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-9729-0889-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

— URL: <https://e.lanbook.com/book/281216> (дата обращения: 27.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 4.3 Дополнительная литература

1. Задорожная, Н. М. Основы теории и проектирования систем управления. Методология. Математические модели : методические указания / Н. М. Задорожная. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 36 с. — ISBN 978-5-7038-4306-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103603> (дата обращения: 27.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. <https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=2637> - Математические модели систем управления

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Visio.
3. Microsoft Office.

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Не предусмотрено

## 5 Материально-техническое обеспечение

Четыре компьютерных класса Ауд. АВ4805, АВ4809, АВ4810, АВ4811, оснащенные методическими материалами по дисциплине (лекции, практические задания).

## 6 Методические рекомендации

### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Тема занятий	Виды учебных занятий	Средства обучения	Методы обучения	Форма оценочного средства**
Типология систем управления. Используемые математические модели	Лекции	Мультимедийный класс	Чтение лекций	К
Оптимизационное моделирование систем управления	Лекции	Мультимедийный класс. Мастер-класс	Чтение лекций	К
Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления	Лекции	Мультимедийный класс	Чтение лекций	К



Модели оптимизации систем управления в условиях определенности	Практическое занятие	Компьютерный класс	Чтение лекций	ДИ, К-З, РТ, РГР
Модели оптимизации систем управления в условиях неопределенности	Практическое занятие	Компьютерный класс	Чтение лекций	К-З, РТ, РГР, К/Р

## 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

<i>Раздел дисциплины (тема)</i>	<i>Вид самостоятельной работы</i>	<i>Форма текущего контроля</i>
<i>Типология систем управления. Используемые математические модели</i>	<i>Самостоятельное изучение Изучение теоретического материала и решение задач</i>	<i>Письменное тестирование</i>
<i>Оптимизационное моделирование систем управления</i>	<i>Самостоятельное изучение Изучение теоретического материала и решение задач</i>	<i>Письменное тестирование</i>
<i>Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления</i>	<i>Самостоятельное изучение Изучение теоретического материала и решение задач</i>	<i>Письменное тестирование</i>
<i>Модели оптимизации систем управления в условиях определенности</i>	<i>Самостоятельное изучение Изучение теоретического материала и решение задач</i>	<i>Письменное тестирование</i>
<i>Модели оптимизации систем управления в условиях неопределенности</i>	<i>Самостоятельное изучение Изучение теоретического материала и решение задач</i>	<i>Письменное тестирование</i>

## 7 Фонд оценочных средств

### 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- выполнение лабораторных работ;
- экзамен.

## 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий				
<p>УК-1.1. Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации.</p> <p>УК-1.2. Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации.</p> <p>УК-1.3. Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие материалу дисциплины знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3).</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Свободно оперирует приобретенным и знаниями.</p>

действий.				
ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности				
ОПК-1.1. Знать: принципы, методы и средства анализа для разработки математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности. ОПК-1.2. Уметь: разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Владеть: навыками разработки математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие материалу дисциплины знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3).	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний, указанных в индикаторах компетенций дисциплины «Знать» (см. п. 3). Свободно оперирует приобретенным и знаниями.

### Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Шкала оценивания	Описание
------------------	----------

Зачтен о	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
Отлично	<i>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.</i>
Хорошо	<i>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие</i>

	<i>знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.</i>
<i>Удовлетворительн о</i>	<i>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.</i>
<i>Неудовлетворител ьно</i>	<i>Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.</i>

### 7.3 Оценочные средства

#### 7.3.1 Текущий контроль

##### Зачетные вопросы

1. Типология систем управления
2. Используемые математические модели систем управления
3. Оптимизационное моделирование систем управления. Целочисленное линейное программирование
4. Оптимизационное моделирование систем управления. Динамическое программирование
5. Оптимизационное моделирование систем управления. Нелинейное программирование
6. Оптимизационное моделирование систем управления. Многокритериальная оптимизация
7. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Матричная игра с нулевой суммой
8. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Оптимальная чистая стратегия
9. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Оптимальная смешанная стратегия
10. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Особенности решения матричных игр
11. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Игра с природой

##### 4. Экзаменационные вопросы

1. Типология систем управления
2. Используемые математические модели систем управления

3. Оптимизационное моделирование систем управления. Целочисленное линейное программирование
  4. Оптимизационное моделирование систем управления. Динамическое программирование
  5. Оптимизационное моделирование систем управления. Нелинейное программирование
  6. Оптимизационное моделирование систем управления. Многокритериальная оптимизация
  7. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Матричная игра с нулевой суммой
  8. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Оптимальная чистая стратегия
  9. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Оптимальная смешанная стратегия
  10. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Особенности решения матричных игр
  11. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Отыскание оптимальных смешанных стратегий для игр  $2 \times 2$
  12. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Отыскание оптимальных смешанных стратегий для игр  $2 \times n$
  13. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Отыскание оптимальных смешанных стратегий для игр  $m \times n$
  14. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Игра с природой
  15. Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Игра с природой в условиях риска
- Использование моделей матричных игр для моделирования систем управления. Игра с природой в условиях неопределенности