

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. И. РАЗЗАКОВА

ВЫСШАЯ ШКОЛА МАГИСТРАТУРЫ

Кафедра «Прикладная математика и информатика»

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ВШМ
к.т.н., доцент Омуров Ж.М.



(подпись)

« 18 » 09 2022г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ДИСКРЕТНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ»

510200 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

(код, название)

<u>Направление:</u>	510200 Прикладная математика и информатика
<u>Профиль:</u>	Математическое моделирование
<u>Квалификация:</u>	Магистр
<u>Форма обучения:</u>	Очная

Лист согласования

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Прикладная математика и информатика» разработан в соответствии с требованиями ГОС ВПО по подготовке магистров и предназначен для магистрантов, обучающихся по направлению 510200 Прикладная математика и информатика профилю «Математическое моделирование».

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Осмонов К.Т.

Процесс рассмотрения и утверждения УМКД	№ протокола	Подписи (печать)
Учебно-методический комплекс дисциплины рассмотрен на заседании кафедры ПМИ ИИТ (наименование учебного подразделения)	протокол № <u>1</u> от « <u>16</u> » <u>сентября</u> 2022 г.	Зав. профилирующей кафедры: <u>Джаманбаев М.Дж.</u> (подпись)
*Учебно-методический комплекс дисциплины рассмотрен на заседании кафедры (наименование учебного подразделения)	протокол № _____ от « _____ » _____ 2022 г.	Зав. непрофилирующей кафедры:
Учебно-методический комплекс дисциплины одобрен руководителем ООП по направлению (наименование учебного подразделения)	Дата: <u>16.09.2022</u>	Руководитель ООП: <u>Джаманбаев М.Дж.</u> (подпись) Ф.И.О. <u>Джаманбаев М.Дж.</u>
Учебно-методический комплекс дисциплины согласован на заседании Учебно-методической комиссии факультета/института ИИТ (наименование учебного подразделения)	протокол № <u>1</u> от « <u>16</u> » <u>сентября</u> 2022 г.,	Председатель УМК: <u>Усмонова Е.Т.</u> (подпись) Ф.И.О. <u>Усмонова Е.Т.</u>
**Учебно-методический комплекс дисциплины согласован (или обсуждался/рецензирован) (указать наименование предприятия/учреждения/организации)	Дата: согласования/обсуждения/рецензия	(должность) _____ (подпись) Ф.И.О. _____

*УМК дисциплины непрофилирующей кафедры обязательно согласовывается с выпускающей кафедрой, реализующей соответствующее направление/специальность

**УМК должен пройти согласование или обсуждение на соответствие требованиям заинтересованных сторон (отраслевой совет, «круглый стол», совещание, заседание кафедры/методический совет с представителями производства, рецензирование (рецензия должна быть приложена) и др.)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. И. РАЗЗАКОВА

ВЫСШАЯ ШКОЛА МАГИСТРАТУРЫ

Кафедра «Прикладная математика и информатика»

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ВШМ
к.т.н., доцент Омуров Ж.М.



(подпись)
« 16 » 09 2022г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

М.2.2. ДИСКРЕТНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

(код, название)

<u>Направление:</u>	Математическое моделирование	
<u>Профиль:</u>	Прикладная математика и информатика	
<u>Квалификация:</u>	Магистр	
<u>Форма обучения:</u>	очная	
<u>Семестр</u>	3	
<u>Всего кредитов</u>	5 кредит	150 часов
<u>Лекции</u>	1 кредит	32 часа
<u>Лабораторных</u>	0,5 кредит	16 часов
<u>СРС</u>	3,5 кредит	102 часа

Лист согласования

Рабочая программа по дисциплине «**Дискретные математические модели**» разработана в соответствии с требованиями ГОС ВПО по подготовке магистрантов, обучающихся по направлению Математическое моделирование профилю/программе Прикладная математика и информатика.

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Осмонов К.Т.

Процесс рассмотрения и утверждения РПД	№ протокола	Подписи (печать)
Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры _____ (наименование учебного подразделения)	протокол № <u>1</u> от « <u>16</u> » <u>сентя</u> 202 <u>2</u> г.	Зав. профилирующей кафедры: <u>Джасалибаев Ш. Р. Дж.</u> (подпись) Ф.И.О. <u>Джасалибаев Ш. Р. Дж.</u>
*Рабочая программа дисциплины рассмотрена/согласована на заседании кафедры _____ (наименование учебного подразделения)	протокол № _____ от « _____ » _____ г.	Зав. не/профилирующей кафедры: _____ Ф.И.О. _____
Рабочая программа дисциплины одобрена руководителем ООП по направлению _____ (наименование учебного подразделения)	Дата: <u>16.09.2012.</u>	Руководитель ООП: <u>Джасалибаев Ш. Р. Дж.</u> (подпись) Ф.И.О. <u>Джасалибаев Ш. Р. Дж.</u>
Рабочая программа дисциплины согласована на заседании Учебно-методической комиссии факультета/института _____ (наименование учебного подразделения)	протокол № <u>1</u> от « <u>19</u> » <u>окт</u> 202 <u>2</u> г.,	Председатель УМК: <u>Золотова Е. П.</u> (подпись) Ф.И.О. <u>Золотова Е. П.</u>
**Рабочая программа дисциплины согласована (или обсуждалась/рецензирована) _____ (указать наименование предприятия/учреждения/организации)	Дата: согласования/обсуждения/рецензия	(должность) _____ (подпись) Ф.И.О. _____

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. И. РАЗЗАКОВА**

ФАКУЛЬТЕТ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ МАГИСТРАТУРЫ

Кафедра «Прикладная математика и информатика»

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ВШМ, к. т.н.

_____ (факультет/институт)

Омуров Ж.М

_____ (подпись)

« _____ » _____ 202__ г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ДИСКРЕТНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ»

510200 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

(код, название)

<u>Направление:</u>	510200 Прикладная математика и информатика
<u>Профиль:</u>	Математическое моделирование
<u>Квалификация:</u>	Магистр
<u>Форма обучения:</u>	Очная

Бишкек, 2022 г.

Лист согласования

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Прикладная математика и информатика» разработан в соответствии с требованиями ГОС ВПО по подготовке магистров и предназначен для магистрантов, обучающихся по направлению 510200 Прикладная математика и информатика профилю «Математическое моделирование».

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Осмонов К.Т.

Процесс рассмотрения и утверждения УМКД	№ протокола	Подписи (печать)
Учебно-методический комплекс дисциплины рассмотрен на заседании кафедры <u>ПМИ</u> <u>ИИТ</u> (наименование учебного подразделения)	протокол № _____ от « _____ » _____ 2022 г.	Зав. профилирующей кафедры: _____ (подпись) Джаманбаев М.Дж.
*Учебно-методический комплекс дисциплины рассмотрен на заседании кафедры _____ _____ (наименование учебного подразделения)	протокол № _____ от « _____ » _____ 2022 г.	Зав. непрофилирующей кафедры: _____ _____
Учебно-методический комплекс дисциплины одобрен руководителем ООП по направлению _____ _____ (наименование учебного подразделения)	Дата: _____	Руководитель ООП: _____ (подпись) <u>Ф.И.О.</u> _____
Учебно-методический комплекс дисциплины согласован на заседании Учебно-методической комиссии факультета/института <u>ИИТ</u> (наименование учебного подразделения)	протокол № _____ от « _____ » _____ 2022 г.,	Председатель УМК: _____ (подпись) <u>Ф.И.О.</u> _____
**Учебно-методический комплекс дисциплины согласован (или обсуждался/рецензирован) _____ (указать наименование предприятия/учреждения/организации)	Дата: согласования/ обсуждения/ рецензия	(должность) _____ _____ (подпись) <u>Ф.И.О.</u> _____

*УМК дисциплины непрофилирующей кафедры обязательно согласовывается с выпускающей кафедрой, реализующей соответствующее направление/специальность

**УМК должен пройти согласование или обсуждение на соответствие требованиям заинтересованных сторон (отраслевой совет, «круглый стол», совещание, заседание кафедры/методический совет с представителями производства, рецензирование (рецензия должна быть приложена) и др.)

Лист изменений и дополнений в УМКД

№	Номер и	Описание	Дата	№	Подписи
---	---------	----------	------	---	---------

1	Основные разделы дисциплины «Дискретные математические модели» по Госстандарту	5
2	Тематический план	6
3	Содержание учебной дисциплины	8
4	Минимальные и максимальные баллы по текущему и итоговому контролю	14
5	Оценки в кредитной технологии обучения	14
6	Перечень вопросов теоретического курса	15
7	Литература	18
8	Силлабус	19
9	Глоссарий	29

ИМ. И. РАЗЗАКОВА

ВЫСШАЯ ШКОЛА МАГИСТРАТУРЫ

Кафедра «Прикладная математика и информатика»

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ВШМ
к.т.н., доц. Омуров Ж.М.

(подпись)

« ____ » _____ 202_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

М.2.2. ДИСКРЕТНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

(код, название)

<u>Направление:</u>	Математическое моделирование	
<u>Профиль:</u>	Прикладная математика и информатика	
<u>Квалификация:</u>	Магистр	
<u>Форма обучения:</u>	очная	
<u>Семестр</u>	3	
<u>Всего кредитов</u>	5 кредит	150 часов
<u>Лекции</u>	1 кредит	32 часа
<u>Лабораторных</u>	0,5 кредит	16 часов
<u>СРС</u>	3,5 кредит	102 часа

Бишкек 2022 г.

Лист согласования

Рабочая программа по дисциплине «**Дискретные математические модели**» разработана в соответствии с требованиями ГОС ВПО по подготовке магистрантов, обучающихся по направлению Математическое моделирование профилю/программе Прикладная математика и информатика.

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Осмонов К.Т.

Процесс рассмотрения и утверждения РПД	№ протокола	Подписи (печать)
Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры _____ (наименование учебного подразделения)	протокол № _____ от «_____» _____ 202__ г.	Зав. профилирующей кафедры: _____ (подпись) Ф.И.О. _____
*Рабочая программа дисциплины рассмотрена/согласована на заседании кафедры _____ (наименование учебного подразделения)	протокол № _____ от «_____» _____ 202__ г.	Зав. не/профилирующей кафедры: _____ Ф.И.О. _____
Рабочая программа дисциплины одобрена руководителем ООП по направлению _____ (наименование учебного подразделения)	Дата:	Руководитель ООП: _____ (подпись) Ф.И.О. _____
Рабочая программа дисциплины согласована на заседании Учебно-методической комиссии факультета/института _____ (наименование учебного подразделения)	протокол № _____ от «_____» _____ 202__ г.,	Председатель УМК: _____ (подпись) Ф.И.О. _____
**Рабочая программа дисциплины согласована _____ (или обсуждалась/рецензирована) (указать наименование предприятия/учреждения/организации)	Дата: согласования/ обсуждения/ рецензия	(должность) _____ _____ (подпись) Ф.И.О. _____

ВЫПИСКА ИЗ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА

Код дисцип.	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
187.М.2.4	«Дискретные математические модели»	150
	Методология математического моделирования. Одномерные и многомерные дискретные системы при детерминированных воздействиях. Устойчивости линейных дискретных стационарных систем. Метод динамического программирования для дискретных задач. Вероятностно-статистические методы моделирование экономических систем. Моделирование систем с использованием марковских случайных процессов. Моделирование систем массового обслуживания. Статистические модели взаимосвязи. Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа.	

Раздел 1. Пояснительная записка

Дисциплина по ГОС ВПО КР «Дискретные математические модели» является дисциплиной базовой части профессионального цикла.

Дисциплина находится в логической и содержательно-методической взаимосвязи и требует знаний умений, навыков, формируемых в результате изучения дисциплин бакалаврской подготовки – «Высшей математики», «Дискретная математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Численные методы», «Уравнения математической физики» и др. и необходима как предшествующая, в частности научно-исследовательской практики, НИР.

Цель курса:

Состоит в изучении основ специальных разделов современной дискретной математики при разработке цифровых систем различного профиля, формировании у магистрантов представления и навыков аналитических и численных исследований при разработке и решении разного уровня сложности линейных и нелинейных дискретных математических моделей.

Освоение курса должно способствовать развитию у магистрантов умения и навыков анализа поведения объектов экономики, биологии, экологии, физики, механики и др, глубокому пониманию особенностей их функционирования в условиях рыночной экономики, освоению методов выбора наиболее эффективных решений, развитию у студентов аналитического мышления.

Задачи дисциплины:

знать: основные принципы построения дискретных математических моделей; новые математические методы решения прикладных задач;

уметь: формулировать, моделировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности и требующие углубленных профессиональных знаний; выбирать необходимые методы исследования, исходя из задач конкретного исследования; обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных;

владеть: фундаментальными знаниями в области математического моделирования; навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, требующей широкого образования в соответствующем направлении; способностью использовать полученные знания в профессиональной деятельности.

Компетенции:

1. Выпускник должен обладать следующими общекультурными компетенциями (ОК):

способностью понимать сущность и значение в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-5);

способностью осознать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности (ОК-9);

способностью владения навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-11);

способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-12);

способностью использовать в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями (ОК-14);

способностью работы с информацией из различных источников, включая сетевые ресурсы сети интернет, для решения профессиональных и социальных задач (ОК-15);

способностью к интеллектуальному, культурному, нравственному, физическому и профессиональному саморазвитию, стремление к повышению своей квалификации и мастерства (ОК-16).

2. Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

научная и научно-исследовательская деятельность:

способностью демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой (ПК-1);

способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ПК-2);

способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат (ПК-3);

способностью в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности (ПК-4);

способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности (ПК-5);

проектная и производственно-технологическая деятельность:

способностью осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников (ПК-6);

способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам (ПК-7);

способностью решать задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования (ПК-9);

способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки базы данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии (ПК-10);

Пререквизиты. Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дисциплин: «Дискретная математика», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Численные методы», «Уравнения математической физики».

Постреквизиты. Полученные при изучении данной дисциплины знания, умения и навыки будут использоваться при: проведении производственной практики; подготовке и выполнении магистерской диссертации.

Структура дисциплины «Дискретные математические модели»

№	Темы лекций и содержание лабораторных занятий	лк	лб	Всего
1	2	3	4	5
4 семестр, 1 модуль				
1	Методологические основы, классификация, этапы построения математической модели. Обследование объекта исследования, математическая постановка задачи и реализация модели средствами непрерывной или дискретной математики, алгоритмизация метода решения.	2		2
2	Одномерные и многомерные дискретные системы при детерминированных воздействиях.	2	1	3
3	Анализ устойчивости линейных дискретных стационарных систем.	2	1	3
4	Математические аппараты для формальной дискретной модели: графы, набор элементов и связей между ними и окружающей средой.	2	1	3
5	Построение и описание простейших структурных моделей в различных сферах деятельности. Классификация структурных моделей: пространственные, временные, физические и иерархические.	2	1	3
6	Дискретизация непрерывной конструкции на элементы. Уравнения связи между элементами и внешним силовым полем, их идеализация. Содержательная, концептуальная и математическая постановка.	2	1	3
7	Построение структурных математических моделей вязко-упруго-пластических тел.	2	1	3
8	Решение прикладных задач с различным расположением трех основных элементов в структурной модели. Двумерные и трехмерные структурные модели.	2	2	4
Итого часов по 1 модулю		16	8	24

3 семестр, 2 модуль

1	2	3	4	5
9	Дискретные модели оптимального управления. Задачи поиска оптимальных решений. Метод динамического программирования для дискретных задач.	2	1	3
10	Вероятностно-статистические методы моделирование экономических систем.	2	1	3
11	Моделирование экономических систем с	2	1	3

	использованием марковских случайных процессов.			
12	Моделирование систем массового обслуживания. Теория массового обслуживания.	2	1	3
13	Потоки в сетях. Поиск кратчайшего пути. Многошаговая оптимизация.	2	1	3
14	Основы теории матричных игр. Конкуренция и сотрудничество. Метод Монте-Карло.	2	1	3
15	Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа.	2	1	3
16	Имитационное моделирование.	2	1	3
	Итого часов по 2 модулю	16	8	24
	Итого часов за 3 семестр	32	16	48

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тематика лекционных занятий

3 семестр, 1 модуль

<p>Лекция 1 Методологические основы, классификация, этапы построения математической модели. Обследование объекта исследования, математическая постановка задачи и реализация модели средствами непрерывной или дискретной математики, алгоритмизация метода решения.</p>	<p>Предмет, основные цели и задачи дисциплины «Дискретные математические модели». Математическое моделирование систем и явлений. Математическая модель объекта: понятие, основные элементы, примеры. Этапы построения математической модели объекта. Основные типы моделей. Примеры составления математических моделей. Виды и примеры задач оптимизации и управления. Понятие оптимального поведения и его формализация в математических моделях. Анализ выходных процессов и алгоритм решения задачи.</p>
<p>Лекция 2 Одномерные и многомерные дискретные системы при детерминированных воздействиях.</p>	<p>Основные понятия. Линейные разностные уравнения. Сигналы в дискретных динамических системах. Входной и выходной сигналы. Свободное и вынужденное движение. Методика нахождения свободного и вынужденного движения.</p>
<p>Лекция 3 Анализ устойчивости линейных дискретных стационарных систем.</p>	<p>Основные понятия. Многомерная линейная нестационарная дискретная система. Методика нахождения свободного и вынужденного движения. Построение переходной матрицы многомерной дискретной системы.</p>
<p>Лекция 4 Математические аппараты для формальной дискретной модели: графы, набор элементов и связей между ними и окружающей средой.</p>	<p>Графы, набор элементов и связей между ними и окружающей средой. Исследование устойчивости линейных дискретных одномерных стационарных систем.</p>
<p>Лекция 5 Построение и описание простейших структурных моделей в различных сферах деятельности.</p>	<p>Классификация структурных моделей: пространственные, временные, физические и иерархические. Асимптотическая устойчивость линейных дискретных многомерных стационарных систем. Критерий устойчивости линейных дискретных многомерных стационарных систем. Исследование устойчивости линейных дискретных многомерных стационарных систем.</p>

<p>Лекция 6 Дискретизация непрерывной конструкции на элементы. Уравнения связи между элементами и внешним силовым полем, их идеализация. Содержательная, концептуальная и математическая постановка.</p>	<p>Дискретные задачи оптимального управления. Уравнения связи между элементами и внешним силовым полем, их идеализация. Содержательная, концептуальная и математическая постановка. Однопродуктовая модель оптимального развития экономики. Модель оптимального распределение капитальных вложений в отрасли. Модель оптимального распределение капитальных вложений между отраслями. Модель оптимального распределение капитальных вложений между предприятиями.</p>
<p>Лекция 7 Построение структурных математических моделей вязкоупруго-пластических тел.</p>	<p>Построение структурных математических моделей вязкоупруго-пластических тел. Решения задач.</p>
<p>Лекция 8 Решение прикладных задач с различным расположением трех основных элементов в структурной модели. Двумерные и трехмерные структурные модели.</p>	<p>Решение прикладных задач с различным расположением трех основных элементов в структурной модели. Двумерные и трехмерные структурные модели.</p>

3 семестр, 2 модуль

<p>Лекция 9 Дискретные модели оптимального управления. Задачи поиска оптимальных решений. Метод динамического программирования для дискретных задач.</p>	<p>Постановка задачи динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана. Функция Беллмана. Уравнение Беллмана. Решение уравнения Беллмана. Нахождение оптимального управления и оптимальной траектории. Алгоритм метода динамического программирования. Пример применения метода динамического программирования.</p>
<p>Лекция 10 Вероятностно-статистические методы моделирование экономических систем.</p>	<p>Основные понятия о случайных событиях, величинах и функциях. Числовые характеристики случайных величин. Статистическая оценка законов распределения случайных величин. Основные законы распределения случайных величин. Выбор теоретического закона распределения случайной величины. Предельные вероятности состояний. Необходимые и достаточные условия существования предельных вероятностей.</p>
<p>Лекция 11 Моделирование экономических систем с использованием марковских случайных процессов.</p>	<p>Основные понятия марковских процессов. Марковские цепи. Непрерывные цепи Маркова. Моделирование работы автотранспортного предприятия с использованием марковских случайных процессов.</p>
<p>Лекция 12 Моделирование систем массового обслуживания. Теория массового обслуживания.</p>	<p>Компоненты и классификация моделей массового обслуживания. Определение характеристик систем массового обслуживания. Модель обслуживания машинного парка.</p>
<p>Лекция 13 Потоки в сетях. Поиск кратчайшего пути. Многошаговая оптимизация.</p>	<p>Потоки в сетях. Поиск кратчайшего пути. Многошаговая оптимизация.</p>
<p>Лекция 14 Основы теории матричных игр. Конкуренция и сотрудничество. Метод</p>	<p>Метод статистического моделирование (Метод Монте-Карло). Моделирование случайных величин и событий. Моделирование систем массового обслуживания методом Монте-Карло. Моделирование потоков отказов элементов</p>

Монте-Карло.	сложных технических систем.
Лекция 15 Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа.	Основные понятия корреляционно-регрессионного анализа. Выборочные уравнения регрессии. Этапы построения корреляционно-регрессионной модели. Однофакторные линейные и нелинейные модели.
Лекция 16 Имитационное моделирование.	Имитационное моделирование. Понятие, принципы организации имитационного моделирования. Введение в систему имитационного моделирования.

Тематика лабораторных занятий 3 семестр, 1 модуль

Лаб. зан. №1 Одномерные и многомерные дискретные системы при детерминированных воздействиях	Нахождения свободного и вынужденного движения. Анализ выходных процессов и алгоритм решения задачи. Построение переходной матрицы многомерной дискретной системы.
Лаб. зан. №2 Анализ устойчивости линейных дискретных одномерных и многомерных стационарных систем	Исследование устойчивости линейных дискретных одномерных и многомерных стационарных систем.
Лаб. зан. №3 Дискретные модели оптимального управления. Метод динамического программирования для дискретных задач.	Однопродуктовая модель оптимального развития экономики. Задача оптимального распределение капитальных вложений в отрасли. Задача оптимального распределение капитальных вложений между отраслями. Задача оптимального распределение капитальных вложений между предприятиями.
Лаб. зан. №4 Построение структурных математических моделей вязко-упруго-пластических тел. Решения задач.	Задачи применения метода динамического программирования. Построение структурных математических моделей вязко-упруго-пластических тел. Решения задач.

3 семестр, 2 модуль

Лаб. зан. №5 Вероятностно-статистические методы моделирование экономических систем.	Числовые характеристики случайных величин. Статистическая оценка законов распределения случайных величин. Основные законы распределения случайных величин. Выбор теоретического закона распределения случайной величины.
Лаб. зан. №6 Моделирование экономических систем с использованием марковских случайных процессов.	Марковские цепи. Непрерывные цепи Маркова. Предельные вероятности состояний. Необходимые и достаточные условия существования предельных вероятностей.
Лаб. зан. №7 Моделирование систем массового обслуживания. Статистическое моделирование экономических систем.	Определение характеристик систем массового обслуживания. Модель обслуживания машинного парка. Метод статистического моделирование (Метод Монте-Карло). Моделирование случайных величин и событий. Моделирование систем массового обслуживания методом Монте-Карло.

Лаб. зан. №8 Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа.	Выборочные уравнения регрессии. Этапы построения корреляционно-регрессионной модели. Линейные однофакторные и многофакторные модели.
--	--

Распределение баллов по модулям и видам учебных занятий

Текущий контроль	Баллы							
	Лк		Лб		СРС		Всего	
	min	max	min	max	min	max	min	max
I	6	10	4	8	8	12	18	30
II	6	10	4	8	8	12	18	30
Итоговый контроль - экзамен	13	20	12	20			25	40
Всего	25	40	20	36	16	24	61	100

Оценки в кредитной технологии обучения

Оценка по буквенной системе (по 10-балльный)	% ное содержание (баллы)	Цифровой эквивалент баллов	Оценка балльной системе
A	87 - 100	4,0	отлично
B	80 – 86	3,33	хорошо
C	74 – 79	3	
D	68 – 73	2,33	удовлетворительно
E	61-67	2	«посредственно» - результат отвечает минимальным требованиям
FX	41-60	1,0	«неудовлетворительно» - для получения экзамена необходимо сдать минимум
F	0-40	0	«неудовлетворительно» - необходимо пересдать весь пройденный материал

Перечень тем для самостоятельной работы студентов

№ темы	Содержание разделов и тем дисциплины	Кол-во часов
1 модуль		
1	Описание дискретных сигналов и систем с помощью z – преобразования.	8
2	Задача нахождения выходного сигнала с помощью z – преобразования.	8
3	Открытая модель транспортной задачи в сетевой постановке (случай фиктивного потребителя и фиктивного поставщика).	8
4	Задача о назначениях. Венгерский метод. Минимизация целевой функции. Максимизация целевой функции в задача о назначениях.	9
5	Дискретный принцип максимума в задаче нахождения оптимального программного управления	9
6	Метод динамического программирования в дискретной задаче оптимального управления с квадратичным функционалом	9
Всего		51
2 модуль		
7	Гамма распределение. Распределение Эрланга. Выбор теоретического закона распределения случайной величины. Критерий Колмогорова.	8
8	Многоканальная модель с пуассоновским входным потоком и экспоненциальным распределением длительности обслуживания.	8
9	Методы и модели прогнозирования временных рядов экономических показателей. Прогнозирование с помощью методов экстраполяции.	8
10	Прогнозирование на основе временных рядов с использованием пакета прикладных программ ВТ.	9
11	Планирование и анализ проектов в условиях риска.	9
12	Задача инвестирования	9
Всего		51
Итого за 3 семестр		102

Перечень контрольных вопросов теоретического курса «Дискретные математические модели»

1 модуль

1. Математическое моделирование систем и явлений.

2. Классификация математических моделей в зависимости от: сложности объекта моделирования, оператора модели, параметров модели, целей моделирования методов реализации.
3. Этапы построения математической модели объекта. Основные типы моделей. Примеры составления математических моделей.
4. Обследование объекта исследования. Концептуальная и математическая постановка задачи моделирования.
5. Выбор и обоснование метода решения. Реализация математической модели средствами непрерывной или дискретной математики, алгоритмизация метода решения.
6. Адекватность модели. Практическое использование построенной модели, анализ результатов моделирования и корректировка модели.
7. Математические аппараты для формальной дискретной модели: графы, набор элементов и связей между ними и окружающей средой.
8. Построение и описание простейших структурных моделей в различных сферах деятельности.
9. Классификация структурных моделей: пространственные, временные, физические и иерархические. Решение задач.
10. Статический анализ конструкций. Дискретизация непрерывной конструкции на элементы.
11. Уравнения связи между элементами и внешним силовым полем, их идеализация.
12. Общая схема принятия решения. Виды и примеры задач оптимизации и управления.
13. Понятие оптимального поведения и его формализация в математических моделях.
14. Одномерная линейная дискретная нестационарная и стационарная система, описываемая линейным разностным уравнением.
15. Свободное движение. Как определяется свободное движение системы?
16. Вынужденное движение. Методика нахождения свободного и вынужденного движения для стационарных систем.
17. Многомерная линейная нестационарная дискретная система, описываемая уравнением состояния.
18. Методика нахождения свободного и вынужденного движений многомерной дискретной системы.
19. Построение переходной матрицы многомерной дискретной системы.
20. Свойства переходной матрицы.
21. Алгоритм решения задачи нахождения вектора состояния, вектора выхода дискретной системы.
22. Алгоритм задачи нахождения законы изменения вектора состояния многомерной динамической системы.
23. Асимптотическая устойчивость одномерной и многомерной линейной стационарной дискретной системы.
24. Определения характеристики и передаточная функция дискретной системы.
25. Дискретное и обратное преобразования Лапласа.
26. Однопродуктовая модель оптимального развития экономики.

27. Модель оптимального распределение капитальных вложений в отрасли, между отраслями и между предприятиями.
28. Принцип оптимальности Беллмана.
29. Допустимые управление и траектория динамической системы (процесса).
30. Функция Беллмана. Вывод и решение уравнения Беллмана в обратном времени.
31. Нахождение оптимального управления и оптимальной траектории.
32. Алгоритм метода динамического программирования.

2 модуль

1. Основные понятия о случайных событиях, величинах и функциях.
2. Числовые характеристики случайных величин.
3. Статистическая оценка законов распределения случайных величин.
4. Основные законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин.
5. Выбор теоретического закона распределения случайной величины.
 6. Основные понятия марковских процессов. Марковские цепи.
 7. Непрерывные цепи Маркова. Предельные вероятности состояний.
 8. Моделирование работы автотранспортного предприятия с использованием марковских случайных процессов.
 9. Компоненты и классификация моделей массового обслуживания.
 10. Определение характеристик систем массового обслуживания.
 11. Метод статистического моделирование (Метод Монте-Карло).
 12. Моделирование систем массового обслуживания методом Монте-Карло.
 13. Моделирование потоков отказов элементов сложных технических систем.
 14. Основные понятия корреляционно-регрессионного анализа.
 15. Выборочные уравнения регрессии.
 16. Этапы построения корреляционно-регрессионной модели.
 17. Однофакторные линейные модели.
 18. Однофакторные нелинейные модели.
 19. Многофакторные линейные модели.
 20. Многофакторные нелинейные модели.
21. Имитационное моделирование.
22. Понятие, принципы организации имитационного моделирования.
23. Введение в систему имитационного моделирования.

Перечень тем курсовых работ

1. Способы построения переходной матрицы многомерной дискретной системы.
2. Исследование устойчивости линейных дискретных стационарных систем.
3. Способы построения передаточной функции дискретной системы.
4. Дискретное преобразования Лапласа.
5. Метод динамического программирования для дискретных задач.
6. Основные законы распределения случайных величин.

7. Моделирование экономических процессов с использованием марковских случайных процессов.
8. Моделирование систем массового обслуживания методом Монте-Карло.
9. Моделирование потоков отказов элементов сложных технических систем.
10. Однофакторные линейные и нелинейные модели.
11. Многофакторные линейные и нелинейные модели.
12. Прогнозирование на основе временных рядов с использованием пакета прикладных программ ВТ.

Литература

Основная:

1. Шелобаев С.И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе [Текст]: Учебное пособие для вузов / С. И. Шелобаев. - М.: ЮНИТИ, 2001. - 367с.
2. Мур Джеффри, Уэдерфорд Лари Р. Экономическое моделирование в [Microsoft Excel](#), 6-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.
3. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник для вузов. Гриф МО РФ. – М.: Высшая школа, 2009.
4. Дума Р.В. Имитационное моделирование экономических процессов. М.: Финансы и статистика, 2009.
5. Колемаев В. А. Математическая экономика. Учебник для вузов. Гриф МО РФ. – М.: ЮНИТИ–ДАНА, 2002.
6. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
7. Мат.мод. Непр. дискр.мод., Ильин, 2017, Новосибирск.
8. Королев А.Л. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум. – Челябинск, 2019. – 170 с.
9. Дискретные математические модели. Начальные понятия и стандартные задачи : учебное пособие / А. А. Рубчинский. — М.: Директ-Медиа, 2014. — 269 с.
10. Маковкин Г.А., Лихачева С.Ю. Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела. Учебное пособие. Часть 1. Н.Новгород: Изд-во ННГАСУ, 2012. 71 с.
11. Глушко А. И., Нещеретов И. И. Модели и задачи механики деформируемых сред: Сборник статей. Труды ФБУ «НТЦ ЯРБ». – М.: ФБУ «НТЦ ЯРБ», 2022. – 304 с.
12. Андреев В. К. А 65 Математические модели механики сплошных сред: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 240 с.

Дополнительная:

1. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981.
2. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978.
3. Ланкастер К. Математическая экономика. М.: Высшая школа, 1979.
4. Лотов А.В. Введение в экономико-математическое моделирование. – М.: Наука, 1984.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. И. РАЗАКОВА

**«Утвержден»
на заседании Методического Совета
КГТУ им. И. Раззакова**

Председатель_____

«___»_____ 2023 г.

СИЛЛАБУС

по дисциплине «**Дискретные математические модели**»
для магистрантов по направлению «**Математическое моделирование**»
профилю/программе «**Прикладная математика и информатика**»

Всего	5 кредита
Курс	2
Семестр	3
Лекций	32 часа
Лабораторных занятий	16 часов
Количество рубежных контролей (РК)	2
СРС	102 часа
Экзамен	3 сем.
Всего аудиторных часов	150
Всего внеаудиторных часов	-

Бишкек - 2022 г.

Основные разделы дисциплины «Дискретные математические модели».

Методология математического моделирования. Одномерные и многомерные дискретные системы при детерминированных воздействиях. Устойчивости линейных дискретных стационарных систем. Метод динамического программирования для дискретных задач. Вероятностно-статистические методы моделирование экономических систем. Моделирование систем с использованием марковских случайных процессов. Моделирование систем массового обслуживания. Статистические модели взаимосвязи. Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа.

Пояснительная записка

Дисциплина по ГОС ВПО КР «Дискретные математические модели» является дисциплиной базовой части профессионального цикла.

Дисциплина находится в логической и содержательно-методической взаимосвязи и требует знаний умений, навыков, формируемых в результате изучения дисциплин бакалаврской подготовки – «Высшей математики», «Дискретная математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Численные методы», «Уравнения математической физики» и др. и необходима как предшествующая, в частности научно-исследовательской практики, НИР.

Цель освоения дисциплины:

Изучение основ современной дискретной математики при разработке цифровых систем различного профиля, формировании у магистрантов представления и навыков аналитических и численных исследований при разработке и решении разного уровня сложности линейных и нелинейных дискретных математических моделей.

Освоение курса должно способствовать развитию у магистрантов знания, умения и навыков анализа поведения объектов механики, физики, экономики, экологии и др, глубокому пониманию особенностей их функционирования, освоению методов выбора наиболее эффективных решений, развитию у них аналитического мышления.

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

знать: основные принципы построения дискретных математических моделей; новые математические методы решения прикладных задач;

уметь: формулировать, моделировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности и требующие углубленных профессиональных знаний; выбирать необходимые методы исследования, исходя из задач конкретного исследования; обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных;

владеть: фундаментальными знаниями в области дискретного математического моделирования; навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, требующей широкого образования в соответствующем направлении; способностью использовать полученные знания в профессиональной деятельности.

Пререквизиты.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дисциплин: «Дискретная математика», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Численные методы», «Уравнения математической физики».

Постреквизиты.

Полученные при изучении данной дисциплины знания, умения и навыки будут использоваться при: проведении производственной практики; подготовке и выполнении магистерской диссертации.

Структура дисциплины «Дискретные математические модели»

№	Темы лекций и содержание лабораторных занятий	лк	лб	Всего
1	2	3	4	5
3 семестр, 1 модуль				
1	Методологические основы, классификация, этапы построения математической модели. Обследование объекта исследования, математическая постановка задачи и реализация модели средствами непрерывной или дискретной математики, алгоритмизация метода решения.	2		2
2	Одномерные и многомерные дискретные системы при детерминированных воздействиях.	2	1	3
3	Анализ устойчивости линейных дискретных стационарных систем.	2	1	3
4	Математические аппараты для формальной дискретной модели: графы, набор элементов и связей между ними и окружающей средой.	2	1	3
5	Построение и описание простейших структурных моделей в различных сферах деятельности. Классификация структурных моделей: пространственные, временные, физические и иерархические.	2	1	3
6	Дискретизация непрерывной конструкции на элементы. Уравнения связи между элементами и внешним силовым полем, их идеализация. Содержательная, концептуальная и математическая постановка.	2	1	3
7	Построение структурных математических моделей вязко-упруго-пластических тел.	2	1	3
8	Решение прикладных задач с различным расположением трех основных элементов в структурной модели. Двумерные и трехмерные структурные модели.	2	2	4
Итого часов по 1 модулю		16	8	24

3 семестр, 2 модуль

1	2	3	4	5
9	Дискретные модели оптимального управления. Задачи поиска оптимальных решений. Метод динамического программирования для дискретных задач.	2	1	3
10	Вероятностно-статистические методы моделирование экономических систем.	2	1	3
11	Моделирование экономических систем с	2	1	3

	использованием марковских случайных процессов.			
12	Моделирование систем массового обслуживания. Теория массового обслуживания.	2	1	3
13	Потоки в сетях. Поиск кратчайшего пути. Многошаговая оптимизация.	2	1	3
14	Имитационное моделирование.	2	1	3
15	Основы теории матричных игр. Конкуренция и сотрудничество. Метод Монте-Карло.	2	1	3
16	Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа.	2	1	3
	Итого часов по 2 модулю	16	8	24
	Итого часов за 3 семестр	32	16	48

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В структурном отношении содержание программы дисциплины представлена следующими темами.

Тематический план лекционных занятий 3 семестр, 1 модуль

Таблица 2.2.

№ п/п	Темы лекций	Колич. часов в ауд.
1	Тема №1. Методологические основы, классификация, этапы построения математической модели. Обследование объекта исследования, математическая постановка задачи и реализация модели средствами непрерывной или дискретной математики, алгоритмизация метода решения.	2
2	Тема №2. Одномерные и многомерные дискретные системы при детерминированных воздействиях.	2
3	Тема №3. Анализ устойчивости линейных дискретных стационарных систем.	2
4	Тема №4. Математические аппараты для формальной дискретной модели: графы, набор элементов и связей между ними и окружающей средой.	2
5	Тема №5. Построение и описание простейших структурных моделей в различных сферах деятельности.	2
6	Тема №6. Дискретизация непрерывной конструкции на элементы. Уравнения связи между элементами и внешним силовым полем, их идеализация. Содержательная, концептуальная и математическая постановка.	2
7	Тема №7. Построение структурных математических моделей вязко-упруго-пластических тел.	2
8	Тема №8. Решение прикладных задач с различным расположением трех основных элементов в структурной модели. Двумерные и трехмерные структурные модели.	2

№ п/п	Темы лекций	Колич. часов в ауд.
9	Тема №9. Дискретные модели оптимального управления. Задачи поиска оптимальных решений. Метод динамического программирования для дискретных задач.	2
10	Тема №10. Вероятностно-статистические методы моделирование экономических систем.	2
11	Тема №11. Моделирование экономических систем с использованием марковских случайных процессов.	2
12	Тема №12. Моделирование систем массового обслуживания. Теория массового обслуживания.	2
13	Тема №13. Потoki в сетях. Поиск кратчайшего пути. Многошаговая оптимизация.	2
14	Тема №14. Имитационное моделирование.	2
15	Тема №15. Основы теории матричных игр. Конкуренция и сотрудничество. Метод Монте-Карло.	2
16	Тема №16. Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа.	2
Итого часов за 3 семестр		32

Лабораторные занятия

Тематика лабораторных занятий (в часах), целью которой является обучение магистров навыкам решения практических задач, способствующих приобретению соответствующих знаний, умений, навыков этапов дискретного математического моделирования, включая получением решений на компьютере.

В результате выполнения лабораторного практикума студенты должны уметь:

- выбрать объект исследования в примерах, соответствующих профилю специальности технического вуза, формулировать физической постановки задачи в дискретной области;
- создать математический модель, выбрать и применять метод решения задачи;
- построить алгоритмы решения, составить программы или пользоваться другими средствами информационной технологии и реализовать на компьютере;
- получить и обработать результаты искомых величин, выявить физические и экономические их сущности.

Таблица 2.2.

Тематический план лабораторных занятий

№ п/п	Темы лабораторных занятий	Колич. часов в ауд.
1	Лаб. зан. №1. Одномерные и многомерные дискретные системы при детерминированных воздействиях.	2
2	Лаб. зан. №2. Анализ устойчивости линейных дискретных одномерных и многомерных стационарных систем.	2
3	Лаб. зан. №3. Дискретные модели оптимального управления. Метод динамического программирования для дискретных задач.	2
4	Лаб. зан. №4. Построение структурных математических моделей вязко-упруго-пластических тел. Решения задач.	2

5	Лаб. зан. №5. Вероятностно-статистические методы моделирование экономических систем.	2
6	Лаб. зан. №6. Моделирование экономических систем с использованием марковских случайных процессов.	2
7	Лаб. зан. №7. Моделирование систем массового обслуживания. Статистическое моделирование экономических систем.	2
8	Лаб. зан. №8. Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа.	2
Итого часов за 3 семестр		16

Самостоятельная работа

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий, углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины; освоению умений практического использования полученных знаний по разработке мобильных приложений.

Самостоятельная работа обучающихся по данному курсу заключается:

- при подготовке к лекциям и практическим занятиям в изучении и доработке конспекта лекции с применением учебно-методической литературы, подборе дополнительных примеров к теоретическим положениям курса по данной теме;
- при подготовке к лабораторным работам в разработке, отладке и выполнении программы своего варианта задания по данной теме;
- при самостоятельном изучении отдельных вопросов и тем курса с применением рекомендуемой учебно-методической литературы;
- при подготовке к экзамену в изучении, осмыслении и повторении пройденного теоретического материала и выполненных практических заданий с применением конспекта лекций и учебно-методической литературы.

Перечень тем для самостоятельной работы студентов

№ темы	Содержание разделов и тем дисциплины	Кол-во часов
1 модуль		
1	Описание дискретных сигналов и систем с помощью z – преобразования.	8
2	Задача нахождения выходного сигнала с помощью z – преобразования.	8
3	Открытая модель транспортной задачи в сетевой постановке (случай фиктивного потребителя и фиктивного поставщика).	8
4	Задача о назначениях. Венгерский метод. Минимизация целевой функции. Максимизация целевой функции в задаче о назначениях.	9
5	Дискретный принцип максимума в задаче нахождения оптимального программного управления	9
6	Метод динамического программирования в дискретной задаче оптимального управления с квадратичным функционалом	9

	Всего за 1 модуль	51
	2 модуль	
7	Гамма распределение. Распределение Эрланга. Выбор теоретического закона распределения случайной величины. Критерий Колмогорова.	8
8	Многоканальная модель с пуассоновским входным потоком и экспоненциальным распределением длительности обслуживания.	8
9	Методы и модели прогнозирования временных рядов экономических показателей. Прогнозирование с помощью методов экстраполяции.	8
10	Прогнозирование на основе временных рядов с использованием пакета прикладных программ ВТ.	9
11	Планирование и анализ проектов в условиях риска.	9
12	Задача инвестирования	9
	Всего за 2 модуль	51
	Итого за 3 семестр	102

1. Тематика (примерная) курсового проектирования (работ) направлено на самостоятельное выполнение и получение определенных компетенций и применение полученных знаний, умений по изучаемому курсу дисциплины. Должны быть указаны сроки и этапы выполнения КП (КР), критерии оценки.

Перечень тем курсовых работ

1. Способы построения переходной матрицы многомерной дискретной системы.
2. Исследование устойчивости линейных дискретных стационарных систем.
3. Способы построения передаточной функции дискретной системы.
4. Дискретное преобразования Лапласа.
5. Метод динамического программирования для дискретных задач.
6. Основные законы распределения случайных величин.
7. Моделирование экономических процессов с использованием марковских случайных процессов.
8. Моделирование систем массового обслуживания методом Монте-Карло.
9. Моделирование потоков отказов элементов сложных технических систем.
10. Однофакторные линейные и нелинейные модели.
11. Многофакторные линейные и нелинейные модели.
12. Прогнозирование на основе временных рядов с использованием пакета прикладных программ ВТ.

Распределение баллов по модулям и видам учебных занятий

Текущий контроль	Баллы							
	Лк		Лб		СРС		Всего	
	min	max	min	max	min	max	min	max
I	6	10	4	8	8	12	18	30
II	6	10	4	8	8	12	18	30
Итоговый контроль - экзамен	13	20	12	20			25	40
Всего	25	40	20	36	16	24	61	100

Оценки в кредитной технологии обучения

Оценка по буквенной системе (по 10-балльный)	% ное содержание (баллы)	Цифровой эквивалент баллов	Оценка балльной системе
A	87 - 100	4,0	отлично
B	80 – 86	3,33	хорошо
C	74 – 79	3	
D	68 – 73	2,33	удовлетворительно
E	61-67	2	«посредственно» - результат отвечает минимальным требованиям
FX	41-60	1,0	«неудовлетворительно» - для получения экзамена необходимо сдать минимум
F	0-40	0	«неудовлетворительно» - необходимо пересдать весь пройденный материал

Перечень контрольных вопросов теоретического курса «Дискретные математические модели»

1 модуль

1. Математическое моделирование систем и явлений. Математические модели на дискретных множествах.
2. Классификация математических моделей в зависимости от: сложности объекта моделирования, оператора модели, параметров модели, целей моделирования методов реализации.

3. Этапы построения математической модели объекта. Основные типы моделей. Примеры составления математических моделей.
4. Обследование объекта исследования. Концептуальная и математическая постановка задачи моделирования. Элементы теории множеств.
5. Выбор и обоснование метода решения. Реализация математической модели средствами непрерывной или дискретной математики, алгоритмизация метода решения.
6. Адекватность модели. Практическое использование построенной модели, анализ результатов моделирования и корректировка модели.
7. Математические аппараты для формальной дискретной модели. Элементы теории графов.
8. Построение и описание простейших структурных моделей в различных сферах деятельности.
9. Классификация структурных моделей: пространственные, временные, физические и иерархические. Решение задач.
10. Статический анализ конструкций. Дискретизация непрерывной конструкции на элементы.
11. Уравнения связи между элементами и внешним силовым полем, их идеализация.
12. Задачи поиска оптимальных решений. Виды и примеры задач оптимизации и управления.
13. Понятие оптимального поведения и его формализация в математических моделях.
14. Одномерная линейная дискретная нестационарная и стационарная система, описываемая линейным разностным уравнением.
15. Свободное движение. Свободное движение системы.
16. Вынужденное движение. Методика нахождения свободного и вынужденного движения для стационарных систем.
17. Многомерная линейная нестационарная дискретная система, описываемая уравнением состояния.
18. Потoki в сетях.
19. Построение переходной матрицы многомерной дискретной системы.
20. Свойства переходной матрицы.
21. Поиск кратчайшего пути.
22. Алгоритм задачи нахождения законы изменения вектора состояния многомерной динамической системы.
23. Асимптотическая устойчивость одномерной и многомерной линейной стационарной дискретной системы.
24. Определения характеристики и передаточная функция дискретной системы.
25. Дискретное и обратное преобразования Лапласа.
26. Однопродуктовая модель оптимального развития экономики.
27. Модель оптимального распределение капитальных вложений в отрасли, между отраслями и между предприятиями.
28. Многошаговая оптимизация.
29. Допустимые управление и траектория динамической системы (процесса).
30. Нахождение оптимального управления и оптимальной траектории.
31. Алгоритм метода динамического программирования.

2 модуль

1. Основные понятия о случайных событиях, величинах и функциях.
2. Числовые характеристики случайных величин.
3. Статистическая оценка законов распределения случайных величин.
4. Основные законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин.
5. Выбор теоретического закона распределения случайной величины. Основы теории матричных игр.
6. Основные понятия марковских процессов. Марковские цепи.
7. Непрерывные цепи Маркова. Предельные вероятности состояний.
8. Моделирование работы автотранспортного предприятия с использованием марковских случайных процессов.
9. Компоненты и классификация моделей массового обслуживания.

10. Введение в систему имитационного моделирования. Понятие, принципы организации имитационного моделирования.
11. Имитационное моделирование.
12. Метод статистического моделирование (Метод Монте-Карло).
13. Моделирование систем массового обслуживания методом Монте-Карло.
14. Основные понятия корреляционно-регрессионного анализа.
15. Выборочные уравнения регрессии.
16. Этапы построения корреляционно-регрессионной модели.
17. Однофакторные линейные модели.
18. Однофакторные нелинейные модели.
19. Многофакторные линейные модели.
20. Многофакторные нелинейные модели.
21. Определение характеристик систем массового обслуживания.

Литература

Основная:

1. Рубчинский А.А. Дискретные математические модели. Начальные понятия и стандартные задачи: уч. пособие / А. А. Рубчинский. — М.: Директ-Медиа, 2014. — 269 с.
2. Мур Джеффри, Уэдерфорд Лари Р. Экономическое моделирование в [Microsoft Excel](#), 6-е изд.: Пер. с англ. — М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. — 1024 с.
3. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. — СПб: СПбГУ, 2009. — 363 с.
4. Королев А.Л. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум. — Челябинск, 2019. — 170 с.
5. Маковкин Г.А., Лихачева С.Ю. Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела. Уч. пос. Ч. 1. Н.-Новгород: Изд. ННГАСУ, 2012. 71 с.
6. Глушко А. И., Нещеретов И. И. Модели и задачи механики деформируемых сред: Сб. статей. Труды ФБУ «НТЦ ЯРБ». — М.: ФБУ «НТЦ ЯРБ», 2022. — 304 с.
7. Андреев В.К. А 65 Математические модели механики сплошных сред: Уч. пособие. — СПб.: Изд. «Лань», 2015. — 240 с.
8. Ильин В.П. Математическое моделирование. Непрерывные и дискретные модели. Ч. 1, Новосибирск, СО РАН, 2017, - 430 с.

Дополнительная:

9. Кубышкин Е.П. Основные методы решения уравнений математической физики: уч. пособие / Е.П. Кубышкин, А.Н. Куликов, Д.А. Куликов; Яросл. гос. ун.-т. — Ярославль : ЯрГУ, 2018. — 130 с.
9. Мат.мод. Непр. дискр.мод., Ильин, 2017, Новосибирск.
10. Ланцева А.А., Иванов С.В. Дискретные математические модели. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ. Уч.-мет. пособие. — СПб: СПбГУ ИТМО, 2018. — 33 с.

Ресурсы InterNet

11. Образовательный сайт компании Ascon [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.edu-ascon.ru>, свободный. — Яз. рус.
12. Образовательный математический сайт [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.exponenta.ru>, свободный. — Яз. рус.
13. Образовательный сайт имитационного моделирования [Электронный ресурс].—Режим доступа: <http://www.matlab.ru>, свободный. — Яз. рус.
14. Сайт компании Mathworks [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mathworks.ru>, свободный. — Яз. англ.
15. Сайт компании MVStadium Group [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mvstadium.com>, свободный. — Яз. рус.

Глоссарий

Адекватность (от лат. *adaequatus* – приравненный, равный) – соответствие модели оригиналу, характеризуемое степенью близости свойств модели свойствам исследуемой системы.

Анализ (от греч. *analysis* — разложение, расчленение) – процесс определения свойств, присущих системе.

Модель – физический или абстрактный объект, адекватно отображающий исследуемую систему.

Стохастические модели, функционирование которых описывается случайными величинами.

Непрерывные модели, в которых процессы протекают непрерывно во времени.

Дискретные модели, в которых процессы меняют свое состояние скачкообразно в дискретные моменты времени.

Физические или материальные модели – модели, эквивалентные или подобные оригиналу (макеты) или процесс функционирования которых такой же, как у оригинала и имеет ту же или другую физическую природу.

Математические или абстрактные модели – модели, представляющие собой формализованное описание системы с помощью абстрактного языка, в частности с помощью математических соотношений, отражающих процесс функционирования системы.

Программные (алгоритмические, компьютерные) модели – программы для ЭВМ, позволяющие наглядно представить исследуемый объект посредством имитации или графического отображения математических зависимостей, описывающих искомый объект.

Имитационная модель – универсальное средство исследования сложных систем, представляющее собой логико-алгоритмическое описание поведения отдельных элементов системы и правил их взаимодействия, отображающих последовательность событий, возникающих в моделируемой системе.

Аналитические методы состоят в построении математической модели в виде математических символов и отношений, при этом требуемые зависимости выводятся из математической модели последовательным применением математических правил.

Численные методы основываются на построении конечной последовательности действий над числами.

Численно-аналитические методы – методы, в которых часть результатов получается численно, а остальные – с использованием аналитических зависимостей.

Аналитико-имитационные методы - методы, представляющие собой имитационное моделирование в сочетании с аналитическими методами, позволяющими сократить время моделирования за счет определения значений ряда характеристик на основе аналитических зависимостей по значениям одной или нескольких характеристик, найденных путем статистической обработки результатов имитационного моделирования.

Процесс (от лат. *processus* – продвижение) – последовательная смена состояний системы во времени.

Псевдослучайными последовательностями называются вполне *детерминированные* числа, обладающие: *статистическими свойствами случайных чисел*, определяемых путем их проверки специальными тестами, *периодичностью*, то есть повторяемостью через определенные промежутки времени.

Длина периода генератора случайных величин – это количество случайных величин, вырабатываемых между двумя одинаковыми значениями.

Дискретные (прерывные) случайные величины – величины, принимающие только отделённые друг от друга значения, которые можно пронумеровать.

Непрерывные (аналоговые) случайные величины - величины, которые могут принимать любое значение из некоторого промежутка.

Законом распределения случайной величины называется всякое соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятностями.

Плотность распределения вероятностей $f(x)$ определяется как производная от функции распределения $F(x)$ по x .

Событие – всякий факт, который в результате опыта может произойти или не произойти.

Вероятность события есть численная мера степени объективной возможности этого события.

Система массового обслуживания (СМО) – математический (абстрактный) объект, содержащий один или несколько *приборов* Π (каналов), обслуживающих заявки \mathcal{Z} , поступающие в систему, и *накопитель* \mathcal{H} , в котором находятся заявки, образующие *очередь* \mathcal{O} и ожидающие обслуживания.

Заявка (требование, запрос, вызов, клиент) – объект, поступающий в СМО и требующий обслуживания в обслуживающем приборе.

Обслуживающий прибор (устройство, канал, линия) – элемент СМО, функцией которого является обслуживание заявок.

Обслуживание – задержка заявки на некоторое время в обслуживающем приборе.

Накопитель (буфер) – совокупность мест для ожидания заявок перед обслуживающим прибором.

Дисциплина обслуживания – правило выбора заявок из очереди для обслуживания в приборе.

Сеть массового обслуживания (СeМО) – совокупность взаимосвязанных СМО, в среде которых циркулируют заявки.

Узел сети представляет собой систему массового обслуживания.

Граф СeМО – ориентированный граф, вершины которого соответствуют узлам СeМО, а дуги отображают переходы заявок между узлами.

Случайным процессом с дискретным временем называется случайный процесс $Z(t)$, если переходы из состояния в состояние возможны только в строго *определенные заранее фиксированные моменты времени*, которые можно пронумеровать: t_1, t_2, \dots

Стохастическими последовательностями или случайными цепями называются процессы с дискретным временем.

Транзитивным называется случайный процесс, если из любого состояния можно перейти за то или иное число шагов в любое другое состояние и вернуться в исходное.

Марковским называется случайный процесс, если вероятность любого состояния в будущем зависит только от его состояния в настоящем и не зависит от того, когда и каким образом процесс оказался в этом состоянии.

Состояние системы задается совокупностью значений переменных, описывающих это состояние.

GPSS (General Purpose Simulation System) – общецелевая система имитационного моделирования (СИМ), предназначенная для разработки моделей сложных систем с дискретным и непрерывным характером функционирования и проведения экспериментов с целью изучения свойств и закономерностей процессов, протекающих в них, а также выбора наилучшего проектного решения среди нескольких возможных вариантов.

GPSS-модель представляет собой программу, написанную на языке GPSS в виде последовательности *операторов*, описывающих логику работы моделируемой системы.