

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет компьютерных технологий и прикладной
математики
Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и
инновациям

Барышев М.Г.



2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
**Б1.В.ДВ.1.1 Численные и аналитические методы
исследований математических моделей**

Направление подготовки 09.06.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ
ТЕХНИКА

ПРОФИЛЬ 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ

Форма обучения Очная и заочная

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Численные и аналитические методы исследований математических моделей составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно- педагогических кадров в аспирантуре по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника.

Программу составил: Кармазин В.Н. – кандидат физико-математических наук, доцент



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры прикладной математики от «18» апреля 2018г., протокол № 7.
Заведующий кафедрой прикладной математики
д.ф.-м.н., профессор М.Х. Уртенев



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики от «20» апреля 2018г., протокол №1.

Председатель УМК факультета компьютерных технологий и прикладной математики
к.ф.-м.н., доцент К.В. Малыхин



Рецензенты:

Шапошникова Татьяна Леонидовна.

Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор. Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

Марков Виталий Николаевич.

Доктор технических наук. Профессор кафедры информационных систем и программирования института компьютерных систем и информационной безопасности (ИКСиИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

1. Цели и задачи учебной дисциплины

1.1 Цели изучения дисциплины определены федеральными государственными образовательными стандартами к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно- педагогических кадров в аспирантуре по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника.

В результате изучения настоящей дисциплины аспиранты получают знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и являющиеся фундаментом для изучения ряда последующих специальных дисциплин и практической научно-исследовательской работы аспирантов по профилю

05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Целью преподавания дисциплины «Численные и аналитические методы исследований математических моделей» является: обеспечение подготовки аспирантов к научно-исследовательской деятельности в области численных и аналитических методов математических моделей физики, химии, экономики, а также формирование у аспирантов знаний и умений, позволяющих численно моделировать физические, химические и экономические явления.

1.2 Задачи дисциплины:

- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решений;
- способность разрабатывать новые математические модели объектов и явлений;
- способность разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные вычислительные методы с применением современных компьютерных технологий;
- способность реализовывать эффективные численные методы и алгоритмы в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.

1.3 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Учебная дисциплина «Численные и аналитические методы исследований математических моделей» входит в вариативную часть учебного плана, относится к дисциплинам по выбору.

Данная программа строится на преемственности программ в системе высшего образования и предназначена для аспирантов КубГУ, прошедших обучение по программам подготовки магистров, прослушавших соответствующие курсы и имеющих по ним положительные оценки. Она основывается на положениях, отраженных в учебных программах указанных уровней.

Дисциплина «Численные и аналитические методы исследований математических моделей» необходима при подготовке выпускной квалификационной работы аспиранта и подготовке к сдаче кандидатского экзамена

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения курса «Численные и аналитические методы исследований математических моделей»:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть

1.	ОПК-4	готовность организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности.	актуальные проблемы и тенденции развития перспективных научных направлений развития современной профессиональной деятельности (Шифр: З (ОПК-4) - 1).	осуществлять личный выбор в процессе работы в исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом (Шифр: У (ОПК-4) - 1).	навыками построения моделей, выбора и реализации метода исследования, возникающих при решении научных задач в исследовательских коллективах (Шифр: В (ОПК-4) - 1).
2.	ОПК-8	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.	нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования (Шифр: З (ОПК-8) - 1); требования к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров (Шифр: З (ОПК-8)-2).	осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания (Шифр: У (ОПК-8)-1); курировать выполнение квалификационных работ бакалавров, специалистов, магистров (Шифр: У (ОПК-8) - 2).	технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования (Шифр: В (ОПК-8) - 1).

3.	ПК-1	знает и использует основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности, способен к системному мышлению.	основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности (Шифр: З (ПК-1)-1).	использовать основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности, способен к системному мышлению (Шифр: У (ПК-1) -1).	навыками использования основных теории, концепции и принципов в избранной области деятельности (Шифр: В (ПК-1) – 1); навыками использования основных теории, концепции и принципов в избранной области деятельности (Шифр: В (ПК-1) - 2).
----	------	--	--	--	---

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Для ОФО:

Вид работы	Трудоемкость, часов
Общая трудоемкость	144
Аудиторная работа:	
<i>Лекции (Л)</i>	8
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	18
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	
Самостоятельная работа:	
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	
Реферат (Р)	
Эссе (Э)	
Самостоятельное изучение разделов	
Контрольная работа (К)	
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	91
Подготовка и сдача экзамена ¹	27

Вид итогового контроля	экзамен
-------------------------------	---------

Структура учебной дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№ п/ п	Наименование раздела, темы	Всего труд ое мкос т ь	Аудиторные занятия				СР
			Вс ег о	Ле кц ии	Лаб	Прак	
	Раздел 1 Введение. Основные представления о роли математического моделирования в системах поддержки принятия решений						
1.	Понятие системы.	5	1	1			4
2.	Системы. Модели систем.	4	2			4	2
3.	Задача принятия решения. Становление и развитие теории принятия решений.	5	1	1			4
4.	Моделирование в науке как изучение природных, инженерных и общественных систем на основе использования вспомогательных объектов.	5	1	1			4
	Раздел 2 Основы математического моделирования в физике						
5.	Опыт математического моделирования в физике и технике. Законы сохранения.	8	6			6	2
6.	Основные типы математических моделей. Особенности линейных и нелинейных моделей.	4	2			4	2
	Раздел 3 Основы математического моделирования социально- экономических процессов						

7.	Математическое моделирование социально-экономических систем.	15	2			4	11
8.	Законы сохранения в экономике.	5	1	1			4
9.	Модели потребления.	5	1	1			4
	Раздел 4 Методы анализа математических моделей						
10.	Оптимизация при нескольких критериях качества решения.	6	4				2
11.	Оптимизация стохастических систем и систем с неопределенностями.	4	2				2
	Раздел 5 Введение. Основные понятия и принципы математического моделирования дискретных процессов						
12.	Основные понятия и принципы теории дискретных динамических систем.	7	3	1	2		4
13.	Квантование непрерывных систем, заданных уравнением состояния.	4	2				2
	Раздел 6 Типы дискретных систем						
14.	Линейные дискретные системы.	4	2				2
15.	Нелинейные дискретные уравнения первого порядка.	15	1	1			14
	Раздел 7 Анализ дискретных систем						
16.	Устойчивость дискретных систем.	6	2				4
17.	Неподвижные точки нелинейных отображений.	5	1	1			4
18.	Фазовые портреты динамических систем.	6	2				4
19.	Зависимость решений от параметров.	6	2				4
	Раздел 8 Взвешенные орграфы и импульсные процессы						

20.	Использование знаковых и взвешенных орграфов в качестве моделей сложных систем.	6	2				4
21.	Импульсные процессы.	6	2				4
22.	Марковские процессы.	6	2				4
	Подготовка к экзамену	27					
	Итого:	144	26	8		18	91

Для ЗФО:

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	3 курс	4 курс
Общая трудоемкость	144	
Аудиторная работа:		
<i>Лекции (Л)</i>	4	4
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>		
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	6	6
Самостоятельная работа:		
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)		
Расчетно-графическое задание (РГЗ)		
Реферат (Р)		
Эссе (Э)		
Самостоятельное изучение разделов		
Контрольная работа (К)		
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	62	32
Подготовка и сдача экзамена ¹		30
Вид итогового контроля	экзамен	

№ п/п	Наименование раздела, темы	Всего трудоемкость	Аудиторные занятия 3+4 курс				СР
			Всего	Лекции	Лаб	Прак	
	Раздел 1 Введение. Основные представления о роли математического моделирования в системах поддержки принятия решений						
1.	Понятие системы.	5	1	1			4

2.	Системы. Модели систем.	4	2				2
3.	Задача принятия решения. Становление и развитие теории принятия решений.	5	1	1			4
4.	Моделирование в науке как изучение природных, инженерных и общественных систем на основе использования вспомогательных объектов.	5	1	1			4
	Раздел 2 Основы математического моделирования в физике						
5.	Опыт математического моделирования в физике и технике. Законы сохранения.	8	6		2		2
6.	Основные типы математических моделей. Особенности линейных и нелинейных моделей.	4	2				2
	Раздел 3 Основы математического моделирования социально-экономических процессов						
7.	Математическое моделирование социально-экономических систем.	15	2				11
8.	Законы сохранения в экономике.	5	1	1			4
9.	Модели потребления.	5	1	1	4		4
	Раздел 4 Методы анализа математических моделей						
10.	Оптимизация при нескольких критериях качества решения.	6	4		4		2
11.	Оптимизация стохастических систем и систем с неопределенностями.	4	2				2
	Раздел 5 Введение. Основные понятия и принципы математического моделирования дискретных процессов						

12.	Основные понятия и принципы теории дискретных динамических систем.	7	3	1	2		4
13.	Квантование непрерывных систем, заданных уравнением состояния.	4	2				2
	Раздел 6 Типы дискретных систем						
14.	Линейные дискретные системы.	4	2				2
15.	Нелинейные дискретные уравнения первого порядка.	15	1	1			14
	Раздел 7 Анализ дискретных систем						
16.	Устойчивость дискретных систем.	6	2				4
17.	Неподвижные точки нелинейных отображений.	5	1	1			4
18.	Фазовые портреты динамических систем.	6	2				4
19.	Зависимость решений от параметров.	6	2				4
	Раздел 8 Взвешенные орграфы и импульсные процессы						
20.	Использование знаковых и взвешенных орграфов в качестве моделей сложных систем.	6	2				4
21.	Импульсные процессы.	6	2				4
22.	Марковские процессы.	6	2				4
	Подготовка к экзамену	30					
	Итого:	144	20	8	12		94

2.3 Содержание разделов дисциплины:

№ раздела	Наименование раздела/модуля	Форма текущего контроля
1	2	4

1	Введение. Основные представления о роли математического моделирования в системах поддержки принятия решений.	1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений. 2. Резюме, аналитический обзор по проблеме. 3. Проверка выполнения задания практической работы № 1.
2	Основы математического моделирования в физике.	1. Опрос по результатам индивидуального задания 2. Проверка выполнения заданий практических работ № 2-5.
3	Основы математического моделирования социально-экономических процессов.	1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений. 2. Проверка выполнения заданий практических работ № 6-9.
4	Методы анализа математических моделей.	1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений.
5	Введение. Основные понятия и принципы математического моделирования дискретных процессов.	1. Проверка выполнения заданий лабораторных работ № 1-3.
6	Типы дискретных систем.	1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений.
7	Анализ дискретных систем.	1. Проверка выполнения заданий лабораторных работ № 4,5.
8	Взвешенные оргграфы и импульсные процессы.	1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений. 2. Проверка выполнения заданий лабораторных работ № 6,7.

защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т)

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела/модуля	Содержание раздела/модуля	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение. Основные представления о роли математического моделирования в системах поддержки принятия решений.	<p>Тема 1. Понятие системы. Развитие системных представлений. Системность практической деятельности. Системность и алгоритмичность. Системность познавательной деятельности. Системность как всеобщее свойство материи.</p> <p>Тема 2. Системы. Модели систем. Первое определение системы. Модель «черного ящика». Модель состава системы. Модель структуры системы. Второе определение системы. Структурная схема системы. Динамические модели систем. Функционирование и развитие. Типы динамических моделей. Общая математическая модель динамики. Стационарные системы.</p> <p>Тема 3. Задача принятия решения. Становление и развитие теории принятия решений. Схема исследования операций. Системный подход и его особенности. Системный анализ проблем принятия решений. "Жесткий" и "мягкий" системный анализ. Системы поддержки принятия решений (СППР).</p> <p>Тема 4. Моделирование в науке как изучение природных, инженерных и общественных систем на основе использования вспомогательных объектов. Типы моделирования. Особенности математического моделирования. Основной вопрос моделирования и методы его решения в физике и технике. Методы решения основного вопроса моделирования в физике. Особенности математического моделирования поведения людей и их интересов. Моделирование экономических систем.</p>	<p>1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений.</p> <p>2. Резюме, аналитический обзор по проблеме.</p>

2	<p>Основы математического моделирования в физике.</p>	<p>Тема 5. Опыт математического моделирования в физике и технике. Законы сохранения. Использование законов Ньютона для описания движения материальной точки на основе использования обыкновенных дифференциальных уравнений. Вариационные принципы и их использование для построения уравнений движения. Вывод уравнения колебаний маятника. Гармонические колебания. Колебания под воздействием внешней силы. Явление резонанса. Универсальность модели колебаний: колебания жидкости, колебания в электрическом контуре и малые колебания в системе "хищник-жертва".</p> <p>Тема 6. Основные типы математических моделей. Особенности линейных и нелинейных моделей. Статические и динамические модели. Детерминированные и стохастические модели. Замкнутые и открытые модели. Модели с неопределенностью и управляющим воздействием.</p>	<p>1. Опрос по результатам индивидуального задания</p>
3.	<p>Основы математического моделирования социально-экономических процессов.</p>	<p>Тема 7. Математическое моделирование социально-экономических систем. Использование обыкновенных дифференциальных уравнений для моделирования демографических процессов и процесса установления зарплаты и уровня занятости. Особенности математического моделирования экономических процессов. Моделирование производственно-экономического уровня.</p> <p>Тема 8. Законы сохранения в экономике. Межотраслевой баланс и модель Леонтьева. Модели распределения сырья и продукции. Модели рыночного равновесия. Паутинообразная модель. О более сложных моделях рыночного равновесия. Учет влияния социальных факторов.</p> <p>Тема 9. Модели потребления. Теоретические модели. Функции спроса. Система функций спроса Стоуна. Учет влияния социальных факторов.</p>	<p>1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений.</p> <p>2. Промежуточное тестирование.</p>

4.	Методы анализа математических моделей.	<p>Тема 10. Оптимизация при нескольких критериях качества решения.</p> <p>Основные понятия многокритериальной оптимизации. Граница Парето и ее свойства. Понятия лица, принимающего решение (ЛПР). Методы многокритериальной оптимизации и их классификация по роли ЛПР.</p> <p>Тема 11. Оптимизация стохастических систем и систем с неопределенностями.</p> <p>Оптимизация стохастических систем на основе критерия математического ожидания. Анализ дерева решений. Оптимизация систем с неопределенностями. Критерии Вальда, Гурвица, Лапласа и Сэвиджа.</p>	1. Опрос по результатам индивидуального задания
5.	Введение. Основные понятия и принципы математического моделирования дискретных процессов.	<p>Тема 12. Основные понятия и принципы теории дискретных динамических систем.</p> <p>Особенности дискретных динамических систем. Современное состояние и перспективы развития теории.</p> <p>Тема 13. Квантование непрерывных систем, заданных уравнением состояния.</p> <p>Квантование непрерывных систем, заданных уравнением состояния, методом приближения нулевого порядка. Примеры.</p>	1. Опрос по результатам индивидуального задания
6.	Типы дискретных систем.	<p>Тема 14. Линейные дискретные системы.</p> <p>Линейные неоднородные уравнения первого порядка. Общая теория линейных однородных дискретных уравнений высших порядков. Линейные неоднородные дискретные уравнения высших порядков. Линейные уравнения высших порядков с постоянными коэффициентами. Общее решение линейного однородного уравнения. Решение линейного неоднородного уравнения с неоднородностью специального вида. Свойства решений линейных систем. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Структура фундаментальной матрицы.</p> <p>Тема 15. Нелинейные дискретные уравнения первого порядка.</p> <p>Геометрическое решение нелинейных дискретных уравнений первого порядка. Лестница Ламерея.</p>	1. Опрос по результатам индивидуального задания

7.	Анализ дискретных систем.	<p>Тема 16. Устойчивость дискретных систем. Второй метод Ляпунова. Устойчивость по первому приближению. Устойчивость дискретных полиномов.</p> <p>Тема 17. неподвижные точки нелинейных отображений.</p> <p>Существование неподвижных точек.</p> <p>Притягивающие и отталкивающие неподвижные точки. Периодические неподвижные точки.</p> <p>Тема 18. Фазовые портреты динамических систем. Характеристика основных типов положений равновесия на плоскости. Циклы.</p> <p>Тема 19. Зависимость решений от параметров. Бифуркации. Основные типы бифуркаций для дискретных систем. Бифуркации положений равновесия. Бифуркация рождения цикла. Бифуркация удвоения периода.</p>	1. Опрос по результатам индивидуального задания
8.	Взвешенные орграфы и импульсные процессы.	<p>Тема 20. Использование знаковых и взвешенных орграфов в качестве моделей сложных систем.</p> <p>Тема 21. Импульсные процессы. Устойчивость импульсных процессов. Структура и устойчивость. Розы. Применение теории устойчивости.</p> <p>Тема 22. Марковские процессы. Классификация цепей Маркова и их состояний. Поглощающие цепи. Регулярные цепи. Эргодические цепи. Поточковые модели. Математические модели обучения.</p>	1. Опрос по результатам индивидуального задания

2.3.2 Семинарские занятия

№ п/п	Наименование раздела	Наименование семинарских занятий	Форма текущего контроля
1.	Введение. Основные представления о роли математического моделирования в системах поддержки принятия решений.	Типы математических моделей. Основные требования к модели.	Проверка выполнения задания № 1
2.	Основы математического моделирования в физике.	Рассмотрение простейших моделей, получаемых из фундаментальных законов физики	Проверка выполнения задания № 2

		Вариационные принципы и их использование для построения уравнений движения.	Проверка выполнения задания № 3
		Математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями в частных производных.	Проверка выполнения задания № 4
		Модель переноса излучения. Численные методы решения уравнения переноса.	Проверка выполнения задания № 5
3.	Основы математического моделирования социально-экономических процессов.	Жесткие и мягкие математические модели.	Проверка выполнения задания № 6
		Модели соперничества.	Проверка выполнения задания № 7
		Оптимизация при нескольких критериях качества решения.	Проверка выполнения задания № 8
		Оптимизация стохастических систем и систем с неопределенностями.	Проверка выполнения задания № 9

2.3.3 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
5.	Введение. Основные понятия и принципы математического моделирования дискретных процессов	Моделирование на ЭВМ непрерывных и дискретных случайных величин с заданными законами распределения. Датчики случайных чисел с типовыми законами распределения в пакете Mathcad.	Проверка лабораторной работы № 1

		Тестирование и сравнительный анализ датчиков случайных чисел с равномерным распределением. Вычисление многократных интегралов.	Проверка лабораторной работы № 2
		Вычисление многократных интегралов. Вычисление точечных и интервальных оценок	Проверка лабораторной работы № 3
7.	Анализ дискретных систем	Моделирование дважды стохастического пуассоновского потока.	Проверка лабораторной работы № 4
		Моделирование многоканальной системы массового обслуживания	Проверка лабораторной работы № 5
8.	Взвешенные орграфы и импульсные процессы.	Взвешенные орграфы и импульсные процессы.	Проверка лабораторной работы № 6
		Марковские процессы.	Проверка лабораторной работы № 7

2.3.4 Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Целью самостоятельной работы аспиранта является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания полученные во время лабораторных и семинарских занятий.

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3

1.	Введение. Основные представления о роли математического моделирования в системах поддержки принятия решений.	<p>1. Юдович В.И. Математические модели естественных наук: учебное пособие. – Санкт-Петербург, Лань, 2011. – 336 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/</p> <p>2. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4862.</p>
2.	Основы математического моделирования в физике.	1. Данилов, Н.Н. Математическое моделирование: учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Кемерово : Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2014. — 98 с. — Режим доступа:
3.	Основы математического моделирования социально-экономических процессов.	Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4862 .
4.	Методы анализа математических моделей.	Арнольд, В.И. "Жесткие" и "мягкие" математические модели [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : МЦНМО (Московский центр непрерывного математического образования), 2011. — 32 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=9283 .
5.	Введение. Основные понятия и принципы математического моделирования дискретных процессов.	Майлыбаев, А.А. Многопараметрические задачи устойчивости [Электронный ресурс] : / А.А. Майлыбаев, А.П. Сейранян. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 398 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59583 .
6.	Типы дискретных систем.	Данилов, Н.Н. Математическое моделирование: учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Кемерово : Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2014. — 98 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58313 .
7.	Анализ дискретных систем.	Данилов, Н.Н. Математическое моделирование: учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Кемерово : Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2014. — 98 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58313 .
8.	Взвешенные орграфы и импульсные процессы.	Бояринцева, Т.И. Теория графов: метод. указания [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т.И. Бояринцева, А.А. Мастихина. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2014. — 40 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58426 .

3. Образовательные технологии

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Лекции представляют собой систематические обзоры численных и аналитических методов исследований математических моделей с подачей материала в виде презентаций.

Лабораторное занятие позволяет научить аспиранта применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, при этом практикуется работа в группах. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и аспирантами при проведении анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе исследования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список лабораторных работ и семинарских занятий, задач и вопросов) и итоговой аттестации (экзамена).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение аспирантами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Аспирант рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы.

Примерные темы семинарских занятий

Раздел 1 Введение. Основные представления о роли математического моделирования в системах поддержки принятия решений

Практическое занятие 1: Типы математических моделей.

Основные требования к модели

Содержание занятия:

1. Классификация математических моделей;
2. Принцип единства и множественности моделей;
3. Основные требования к модели;
4. Математическая адекватность модели;
5. Основные этапы построения математической модели.

Раздел 2 Основы математического моделирования в физике Методы и процедуры принятия решений

Практическое занятие 2: Рассмотрение простейших моделей, получаемых из фундаментальных законов физики

Содержание занятия:

1. Обсуждение моделей и границ их применимости: Модель траектории всплытия подводной лодки; Модель отклонения заряженной частицы в электронно-лучевой трубке; Модель движения шарика, присоединенного к пружине.
2. Проведение расчетов характеристик движения для одной из моделей и обсуждение полученных результатов.

Практическое занятие 3: Вариационные принципы и их использование для построения уравнений движения

Содержание занятия:

1. Модель системы «шарик-пружина»;
2. Модель колебания маятника в поле силы тяжести;
3. Проведение расчетов характеристик движения для одной из моделей и обсуждение полученных результатов.

Практическое занятие 4: Математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями в частных производных

Содержание занятия:

1. Модели колебания струны и мембраны;
2. Электрические колебания в длинной линии;
3. Обсуждение границ применимости моделей и пути их совершенствования.

Практическое занятие 5: Модель переноса излучения. Численные методы решения уравнения переноса

Содержание занятия:

1. Обсуждение теоретического материала.
2. Обсуждение темы «Интегро-дифференциальное уравнение переноса и методы его решения», предложенной для самостоятельного изучения. По данной теме готовятся доклады с презентациями. Примерные темы докладов: Вывод уравнения переноса и области его применения; Численные методы решения уравнения переноса; Приближенные методы решения уравнения переноса.
3. Обсуждение материалов докладов.

Раздел 3 Основы математического моделирования социально-экономических процессов

Практическое занятие 6: Жесткие и мягкие математические модели Содержание

занятия:

1. Тема «Жесткие» и «мягкие» математические модели» предлагается для самостоятельного изучения. По данной теме готовятся доклады с презентациями.
Примерные темы докладов:
 Модель войны или сражения; Оптимизация как путь к катастрофе;
 «Жесткая» модель как путь к ошибочным предсказаниям;
 Опасность многоступенчатого управления и математическая модель перестройки.
2. Обсуждение материалов докладов.

Практическое занятие 7: Модели соперничества

Содержание занятия:

1. Обсуждение моделей:
 Взаимоотношения в системе «хищник-жертва»; Гонка вооружений между двумя странами; Боевые действия двух армий.
2. Решение задач.

Примерные задания на лабораторные работы

Раздел 1 Введение. Основные понятия и принципы математического моделирования

Лабораторная работа 1: Моделирование на ЭВМ непрерывных и дискретных случайных величин с заданными законами распределения. Датчики случайных чисел с типовыми законами распределения в пакете Mathcad.

Содержание занятия:

- Метод обратных функций для моделирования случайных величин с заданным законом распределения, реализация метода для заданного закона распределения;
3. Изучение возможностей пакета Mathcad для моделирования случайных величин с типовыми законами распределений (нормальное, экспоненциальное, Стьюдента, равномерное);
 4. Обсуждение полученных результатов.

Лабораторная работа 2: Тестирование и сравнительный анализ датчиков случайных чисел с равномерным распределением. Вычисление многократных интегралов.

Содержание работы:

1. Алгоритмы генераторов псевдослучайных чисел: Вичманна– Хилла, «Виток Мерсенна», Парка–Миллера, Метод Фибоначчи с запаздыванием.

2. Для датчиков псевдослучайных чисел в приложениях MathCad, Excel и на языках Pascal, Borland C, Microsoft Visual C++ 6.0 вычислить оценки среднего, дисперсии и построить гистограммы относительных частот. Сравнить полученные оценки с точными значениями математического ожидания $D(\square) \square 1/12$. $m \square \square 0,5$ и дисперсии. Вычисление многократного интеграла методом Монте-Карло.

3. Подготовка и защита отчета.

Раздел 3 Анализ дискретных систем

Лабораторная работа 3: Вычисление многократных интегралов. Вычисление точечных и интервальных оценок

Содержание занятия:

1. Обсуждение теоретического материала;
2. Реализация точечных и интервальных оценок параметров нормального распределения в среде Mathcad:
 - Реализовать одну из точечных оценок среднего (оценка максимального правдоподобия, оценка с помощью медианы, оценка с помощью порядковых статистик). Сформировать выборку и найти для нее оценку среднего. Сравнить полученный результат с точным значением.
 - Реализовать одну из точечных и интервальных оценок стандартного отклонения. Сформировать выборку и найти для нее оценки. Сравнить полученный результат с исходным значением;

Примечание: Основная часть практического задания (п.2) выполняется самостоятельно.

Лабораторная работа 4: Моделирование дважды стохастического пуассоновского потока

Содержание работы:

1. Реализовать на ЭВМ алгоритмы моделирования Марковских случайных процессов с дискретным временем.
2. Получить реализации случайных процессов, найти оценки среднего, дисперсии и корреляционной функции.
3. Для полученной реализации случайного процесса реализовать на ЭВМ алгоритм моделирования дважды стохастического пуассоновского потока.
4. Провести исследование статистических характеристик временных интервалов между соседними событиями дважды стохастического пуассоновского потока (найти оценки среднего и дисперсии, сравнить их с исходными параметрами).
5. Подготовка и защита отчета.

Раздел 4 Взвешенные орграфы и импульсные процессы

Лабораторная работа 5: Моделирование многоканальной системы массового обслуживания

Содержание работы:

1. Реализовать на ЭВМ алгоритм метода Монте-Карло моделирования СМО, позволяющий вычислять: относительную q и абсолютную A пропускную способность СМО, среднюю интенсивность потока заявок, покинувших СМО необслуженными, среднее время ожидания в очереди, средний интервал времени между событиями выходного потока. Входной поток заявок – поток Эрланга порядка k с параметром λ . Время обслуживания имеет экспоненциальную плотность вероятности с параметром μ . Число мест в очереди m , число обслуживающих устройств n и порядок потока Эрланга k приведены в таблице, значения параметров λ и μ выбрать самостоятельно.
2. Вычислить оценки указанных в задании характеристик СМО и определить величину их относительной среднеквадратической погрешности.
3. Построить гистограмму интервалов времени между событиями выходного потока.
4. Подготовка и защита отчета.

Варианты заданий для лабораторной работы 3

Номер вариант а	m	n	k
1	2	2	2
2	3	2	2
3	4	2	2
4	2	3	2
5	3	3	3
6	4	3	3
7	2	4	3
8	3	4	3
9	4	4	3
10	2	2	4

Лабораторная работа 6: Взвешенные орграфы и импульсные процессы

Содержание работы:

1. Использование знаковых и взвешенных орграфов в качестве моделей сложных систем.
2. Устойчивость импульсных процессов. Структура и устойчивость. Розы. Применение теории устойчивости.
3. Поглощающие цепи. Регулярные цепи. Эргодические цепи. Поточковые модели. Математические модели обучения.
4. Подготовка и защита отчета

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов для проведения текущего контроля и устного опроса обучающихся:

1. Моделирование как метод научного познания. Основные положения и определения теории моделирования.
2. Обоснование корректности моделей. Основы теории подобия и верификация моделей.
3. Методы идентификации. Вопросы выбора критериев идентификации, робастность.
4. Основные характеристики и особенности массивов информации в научных исследованиях.
5. Статистическая проверка гипотез. Основные типы гипотез, проверяемых в ходе статистической обработки данных.
6. Методы аппроксимации сложных зависимостей, построение прогностических и нормативных моделей.
7. Методы первичной обработки данных. Шкалы измерений. Унифицированное представление разнотипных данных.
8. Моделирование и обработка данных в условиях неопределенности. Имитационное моделирование.
9. Вычислительный эксперимент – современная методология и технология математического моделирования. Соотношение между физическим экспериментом и вычислительным экспериментом.
10. Современные концепции проблемно-ориентированных информационно-вычислительных систем.
11. Интеграция средств моделирования, интегрированные системы моделирования (ИСМ).

12. Среда мультимедиа и математическое моделирование, технология мультимедиа.
13. Численные методы в задачах моделирования. Теория разностных схем. Проблемы аппроксимации, устойчивости, сходимости.
14. Параллельные вычисления и методы расщепления.
15. Прикладное программное обеспечение. Математические пакеты Derive, Matlab, MathCad, Mathematica.2 и др.
16. Особенности моделирования динамических систем по временным рядам. Регулярное, хаотическое и случайное поведение траекторий динамических систем.
17. Постановка задач в физике плазмы, радиоэлектронике, экологии.
18. Математические модели в радиоэлектронике. Кинетические и гидродинамические модели. Уравнения распространения электромагнитных волн в волноводных структурах, пучковых и плазменных средах.
19. Математические модели в экологии атмосферы. Уравнения газовой динамики, описывающие течение газовых потоков в атмосфере. Прямые и обратные задачи. Задача зондирования атмосферы.
20. Методы информатизации, прикладной математики и моделирование в исследованиях неравновесных динамических систем.
21. Автоматизированные системы реального времени в научных исследованиях и промышленных.

Тестовые задания

1) Что такое системный анализ?

1. Новое, интенсивно развивающееся научное направление, которое служит для анализа сложных задач политического, военного, социального, научного, экономического и технического характера.
2. Новое, интенсивно развивающееся научное направление, которое служит для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам политического, военного, социального, научного, экономического и технического характера.
3. Новое, интенсивно развивающееся научное направление, которое служит для изучения сложных проблем политического, военного, социального, научного, экономического и технического характера.

2) Какие категории лиц участвуют в процессе решения проблемы?

1. Лица, принимающие решения; лица, несущие ответственность за принятое решение; системные аналитики.
2. Исследователи, занимающиеся подготовкой и обоснованием решений; группа лиц, либо организация принимающая решение; высококвалифицированные специалисты, имеющие знание, опыт и интуицию и привлекаемые по отдельным аспектам проблемы.
3. Лица, принимающие решения и несущие за них ответственность, системные аналитики, эксперты.

3) Что следует понимать под системой?

1. Множества элементов, сложное взаимодействие которых приводит к достижению некой цели.

2. Сложное взаимодействие множества элементов.
3. Система методов для достижения некоторых целей.

4) Первое определение системы:

1. Совокупность взаимосвязанных элементов, обособленная от среды и взаимодействующая с ней как целое.
2. Средство достижения цели.
3. Совокупность взаимосвязанных элементов

5) Свойства модели «черного ящика»?

1. Целостность и полная изолированность от среды.
2. Динамичность и обособленность от среды.
3. Целостность и обособленность от среды.

6) Что входит в состав системы?

1. Элементы и подсистемы.
2. Элементы и связи между ними.
3. Элементы, связи между элементами, подсистемы.

7) Что называется структурой системы?

1. Совокупность необходимых и достаточных для достижения цели отношений между подсистемами.
2. Совокупность необходимых и достаточных для достижения цели отношений между элементами.
3. Совокупность необходимых и достаточных для достижения цели отношений между элементами и подсистемами.

8) Назовите второе определение системы?

1. Совокупность взаимосвязанных элементов, обособленная от среды и взаимодействующая с ней как целое.
2. Средство достижения цели.

9) Совокупность взаимосвязанных элементов.

10) Что указываются в структурной схеме ?

1. Все элементы системы и все связи между элементами внутри системы.
2. Все элементы системы, все связи между элементами внутри системы и связи всех элементов с окружающей средой (входы и выходы системы).
3. Все элементы системы, все связи между элементами внутри системы и связи определенных элементов с окружающей средой (входы и выходы системы).

11) Какие системы называются динамическими ?

1. Системы, в которых не происходят какие бы то ни было изменения со временем, называются динамическими.
2. Системы, в которых происходят какие бы то ни было изменения со временем, называются динамическими
3. Системы, обособленные от среды и взаимодействующие с ней как целое, называются динамическими.

12) Что подразумевают под функционированием динамической модели?

1. Процессы, которые происходят в системе, стабильно реализующей фиксированную цель.
2. То, что происходит с системой при изменении ее целей.
3. Процессы, которые происходят вне систем, стабильно реализующих фиксированную цель.

13) Что подразумевают под развитием динамической модели?

1. Процессы, которые происходят в системе, стабильно реализующей фиксированную цель.
2. То, что происходит с системой при изменении ее целей.
3. То, что происходит в системе при изменении ее целей.

14) Что такое математическая модель системы?

1. Задание множества входов, состояний и выходов, и связей между ними.
2. Задание множества входов, состояний, пространств, выходов, и связей между ними.
3. Задание множества входов, пространств, выходов, и связей между ними.

15) Что такое стационарные системы?

1. Системы, свойства которых изменяются со временем.
2. Системы, обособленные от среды.

3. Системы, свойства которых не изменяются со временем.

16) Какие предназначения имеют блоки в BPWin?

1. Слева отображаются входные данные, справа показываются выходные ресурсы, сверху механизм, управление изображается снизу.
2. Слева отображаются входные данные, справа показываются механизмы, сверху управление, выходные ресурсы изображаются снизу.
3. Слева отображаются входные данные, справа показываются выходные ресурсы, сверху управление, механизм изображается снизу

17) Что собой представляет управление?

1. То, что воздействует на процесс выполнения описываемой блоком функции и позволяет влиять на результат выполнения действия.
2. То, посредством чего осуществляется данное действие.
3. Исходные ресурсы для описываемой блоком функции.

18) Что дает нам внутреннее математическое описание систем?

1. Представление о поведении элементов системы в некоторой локальной окрестности текущего состояния.
2. Представление о поведении системы в некоторой локальной окрестности текущего состояния.
3. Представление о поведении системы текущего состояния.

19) Что называют внешним описанием системы?

1. Описание выходов системы.
2. Описание состояния системы.
3. Связь «вход-выход».

20) Какую систему называют системой с конечным числом состояний?

1. Систему с конечным количеством состояний.
2. Систему, в которой бесконечная мерность пространства состояний заменяется предположением о конечности числа его элементов.

21) Систему, в которой предположение о конечной мерности пространства состояний заменяется предположением о конечности числа его элементов.

22) Что такое энтропия?

1. Энтропия является мерой упорядоченности, существующей в данной системе.
2. Энтропия является мерой беспорядка, существующего в данной системе.
3. Энтропия — это метод описания систем.

23) Что такое управляемые и неуправляемые динамические системы?

1. Системы, на которые можно оказывать влияние называются управляемыми, а системы которые обладают активной динамикой называются неуправляемыми динамическими системами.
2. Системы на которые можно оказывать влияние называются управляемыми, а системы которые не обладают средствами, с помощью которых можно было бы влиять на их динамику, называются неуправляемыми динамическими системами.
3. Системы на которые можно оказывать пассивное влияние называются управляемыми, а системы которые не обладают средствами, с помощью которых можно было бы влиять на их динамику называются неуправляемыми динамическими системами.

24) Что включает в себя идентификация?

1. Определение размерности пространства состояний, описание внутренней динамики системы и содержательных связей между множествами объектов, распределение вероятностей для случайных воздействий.
2. Определение размерности пространства состояний, описание внешней динамики системы и содержательных связей между множествами объектов, распределение вероятностей для случайных воздействий.
3. Определение количества состояний, описание внутренней динамики системы и содержательных связей между множествами объектов, распределение вероятностей для случайных воздействий.

25) Дайте определение типов ограничений?

1. Внутренние — ограничения, налагаемые элементами самой системы; внешние — ограничения, налагаемые на поведение системы внешними факторами.
2. Внутренние — ограничения, налагаемые структурой самой системы; внешние — ограничения, налагаемые на структуру системы внешними факторами.
3. Внутренние — ограничения, налагаемые структурой самой системы; внешние — ограничения, налагаемые на поведение системы внешними факторами.

26) Что такое оптимизация?

1. Проблема выбора критерия, т.е. вопрос о том, каким образом следует сравнивать между собой различные элементы систем.
2. Проблема выбора критерия, т.е. вопрос о том, каким образом следует сравнивать между собой различные элементы и реализации поведения систем.

3. Проблема выбора критерия, т.е. вопрос о том, каким образом следует сравнивать между собой различные реализации поведения систем.

27) Что такое образ?

1. Образ отражает внутреннее состояние системы.
2. Образ отражает внешнее состояние системы.
3. Образ отражает динамические изменения, происходящие в системе со временем.

28) Что называют случайным процессом?

1. Если ввести вероятностную меру на множество реализаций, то мы получим математическую модель, называемую случайным процессом.
2. Если ввести вероятностную меру на функцию, то мы получим математическую модель, называемую случайным процессом.
3. Если ввести вероятностную меру на переменную, то мы получим математическую модель, называемую случайным процессом.

29) Что называют энтропией?

1. Конечное множество возможных состояний с соответствующими вероятностями называют энтропией случайного объекта.
2. Мера неопределенности случайного объекта с конечным множеством возможных состояний с соответствующими вероятностями называют энтропией случайного объекта.
3. Мера неопределенности случайного объекта с конечным множеством возможных состояний называют энтропией случайного объекта.

30) Что такое дифференциальная энтропия?

1. Мера неопределенности на непрерывные случайные величины.
2. Мера неопределенности равномерно распределенной в единичном интервале.
3. Аналог энтропии дискретной величины, но аналог условный, относительный, т.к. единица измерения произвольна.

31) Что такое процесс получения информации?

1. Изменение неопределенности в результате приема полезных сигналов.
2. Изменение неопределенности в результате приема полезных сигналов и шумов.

32) Изменение неопределенности в результате приема сигнала.

33) Что такое среднее количество информации?

1. Характеристика связи двух случайных объектов.
2. Мера соответствия двух случайных объектов.
3. Мера отражение одного объекта другим, проявляющееся в соответствии их состояний.

43) Что такое выбор?

1. Перенос информации во времени и в пространстве, получение новой информации.
2. Действие, придающее всей деятельности целенаправленность.
3. Принятие решения над множеством альтернатив.

44) Назовите два важных этапа системного анализа:

1.
 1. порождение множества альтернатив, на котором предстоит осуществлять выбор;
 2. определение единственного решения.
2.
 1. порождение множества альтернатив, на котором предстоит осуществлять выбор;
 2. оценка и сравнение альтернатив.
3.
 1. порождение множества альтернатив, на котором предстоит осуществлять выбор;
 2. определение целей, ради достижения которых производится выбор.

45) Суть критериального языка?

1. Каждую отдельно взятую альтернативу можно оценить конкретным числом (значением критерия), и сравнение альтернатив сводится к сравнению соответствующих им чисел.
2. Каждую дополнительную альтернативу можно оценить конкретным числом (значением критерия), и сравнение альтернатив сводится к сравнению соответствующих им чисел.
3. Каждую отдельно взятую главную альтернативу можно оценить конкретным числом (значением критерия), и сравнение альтернатив сводится к сравнению соответствующих им чисел.

46) Суть поиска альтернативы с заданными свойствами?

1. Заранее могут быть указаны значения общих критериев (или их границы). Задача состоит в том, чтобы найти альтернативу, удовлетворяющую этим требованиям, либо, установив, что такая альтернатива во множестве отсутствует, найти в альтернативу, которая подходит к поставленным целям ближе всего.
2. Заранее могут быть указаны значения частных и общих критериев (или их границы).

Задача состоит в том, чтобы найти альтернативу, удовлетворяющую этим требованиям, либо, установив, что такая альтернатива во множестве отсутствует, найти в альтернативу, которая подходит к поставленным целям ближе всего.

3. Заранее могут быть указаны значения частных критериев (или их границы). Задача состоит в том, чтобы найти альтернативу, удовлетворяющую этим требованиям, либо, установив, что такая альтернатива во множестве отсутствует, найти в альтернативу, которая подходит к поставленным целям ближе всего.

47) Суть нахождения паретовского множества?

1. В результате последовательного сравнения альтернатив все худшие по всем критериям альтернативы отбрасываются, а все оставшиеся несравнимые между собой принимаются.

2. В результате попарного сравнения альтернатив все худшие по всем критериям альтернативы отбрасываются, а все оставшиеся несравнимые между собой принимаются.

3. В результате попарного сравнения альтернатив все лучшие по всем критериям альтернативы отбрасываются, а все оставшиеся несравнимые между собой принимаются.

48) Суть языка бинарных отношений?

1. Рассматривать альтернативу не в отдельности, а все вместе и находить какая из них более предпочтительна.

2. Рассматривать альтернативу не в отдельности, а в паре с другой и находить какая из них более предпочтительна.

3. Рассматривать альтернативу не в отдельности, а со всеми другими и находить какая из них более предпочтительна.

49) Перечислите три языка выбора?

1. Критериальный, язык бинарных отношений и язык функций выбора.

2. Паретовский, язык бинарных отношений и язык функций выбора.

3. Критериальный, язык бинарных отношений и язык альтернативного выбора.

50) Назовите три класса проблем:

1. Хорошо структурированные или количественно выраженные проблемы, неструктурированные или качественно выраженные проблемы, слабоструктурированные (смешанные проблемы).

2. Плохо структурированные или количественно выраженные проблемы, неструктурированные или качественно выраженные проблемы, слабо структурированные (смешанные проблемы). Плохо структурированные или количественно выраженные проблемы, хорошо структурированные или качественно выраженные проблемы, слабо структурированные (смешанные проблемы).

51) Какие проблемы называют хорошо структурированными (количественно выраженными) проблемами?

1. Проблемы, которые описываются лишь на содержательном уровне и решаются с использованием неформальных процедур.
2. Проблемы, которые содержат количественные и качественные проблемы, причем качественные, малоизвестные и неопределенные стороны проблем имеют тенденцию
3. Проблемы, которые поддаются математической формализации и решаются с использованием формальных методов доминирования.

52) Какие проблемы называют неструктурированными (качественно выраженными) проблемами?

1. Проблемы, которые содержат количественные и качественные проблемы, причем качественные, малоизвестные и неопределенные стороны проблем имеют тенденцию доминирования.
2. Проблемы, которые поддаются математической формализации и решаются с использованием формальных методов.
3. Проблемы, которые описываются лишь на содержательном уровне и решаются с использованием неформальных процедур.

53) Какие проблемы называют слабоструктурированными проблемами?

1. Проблемы, которые содержат количественные и качественные проблемы, причем качественные, малоизвестные и неопределенные стороны проблем имеют тенденцию доминирования.
2. Проблемы, которые поддаются математической формализации и решаются с использованием формальных методов.
3. Проблемы, которые описываются лишь на содержательном уровне и решаются с использованием неформальных процедур.

54) Какие методы используются при решении хорошо структурированных проблем?

1. Методы экспертных оценок.
2. Математические методы.
3. Методы системного анализа.

55) Какие методы используются при решении неструктурированных проблем?

1. Методы системного анализа.
2. Методы экспертных оценок.
3. Математические методы.

56) Какие методы используются при решении слабоструктурированных проблем?

1. Целесообразно использовать методы системного анализа.
2. Целесообразно использовать математические методы.
3. Целесообразно использовать методы экспертных оценок.

57) Назовите основные этапы системного анализа:

1.

1. выбор проблемы
2. Описание
3. установление критериев
4. выбор путей решения
5. декомпозиция (разбивка по частям),(нашли решение по частям)
6. композиция (т.е. «склеиваем» решения частей все вместе)
7. решение (выбираем наилучшее решение)

2.

1. выделение проблемы
2. Описание
3. установление критериев
4. идеализация (т.е. предельное упрощение, попытка построения модели)
5. декомпозиция (разбивка по частям),(нашли решение по частям)
6. композиция (т.е. «склеиваем» решения частей все вместе)
7. решение (выбираем наилучшее решение)

3.

1. выделение проблемы
2. Описание
3. установление критериев
4. идеализация (т.е. предельное упрощение, попытка построения модели)
5. формирование альтернативных решений
6. получение информации на основе модели
7. решение (выбираем наилучшее решение)

58) В научный инструментарий системного анализа входят следующие методы:

1.

- метод сценариев (пытаются дать описание системы)
- метод дерева целей (есть конечная цель, она разбивается на подцели, подцели на проблемы и т.д., т.е. декомпозиция до задач, которые мы можем решить)
- метод морфологического анализа (для изобретений)
- методы декомпозиции
- неструктурированный метод

- методы ИО (скалярная опт)
- методы векторной оптимизации
- методы имитационного моделирования (например, GPSS)
- структурированные методы
- матричные методы
- методы экономического анализа и др.

2.

- метод сценариев (пытаются дать описание системы)
- метод дерева целей (есть конечная цель, она разбивается на подцели, подцели на проблемы и т.д., т.е. декомпозиция до задач, которые мы можем решить)
- метод морфологического анализа (для изобретений)
- методы экспертных оценок
- вероятностно-статистические методы (теория МО, игр и т.д.)
- кибернетические методы (объект в виде черного ящика)
- методы декомпозиции
- методы векторной оптимизации
- методы имитационного моделирования (например, GPSS)
- сетевые методы
- структурированные методы
- методы экономического анализа и др.

3.

- метод сценариев (пытаются дать описание системы)
- метод дерева целей (есть конечная цель, она разбивается на подцели, подцели на проблемы и т.д., т.е. декомпозиция до задач, которые мы можем решить)
- метод агрегирования
- методы экспертных оценок
- вероятностно-статистические методы (теория МО, игр и т.д.)
- кибернетические методы (объект в виде черного ящика)
- методы ИО (скалярная опт)
- методы векторной оптимизации
- математические методы
- сетевые методы
- матричные методы
- методы экономического анализа и др.

59) Какими факторами определяется система предпочтений ЛПР?

1.

- текущая информация о состоянии некоторой операции и внешние условия ее протекания;
- синтез управления;
- юридические, экономические, социальные, психологические факторы, традиции и др.

2.

- понимание проблемы и перспектив развития;
- ограничения по ресурсам, степени самостоятельности;

- синтез управления;
 - юридические, экономические, социальные, психологические факторы, традиции и др.
- 3.
- понимание проблемы и перспектив развития;
 - текущая информация о состоянии некоторой операции и внешние условия ее протекания;
 - директивы от вышестоящих инстанций и различного рода ограничений;
 - юридические, экономические, социальные, психологические факторы, традиции и др.

60) Из каких процедур состоит системный подход к процессу принятия решений?

- 1.
1. Понимание проблемы и перспектив развития.
 2. Выделяется множество потенциально возможных решений.
 3. Из их числа отбирается множество конкурирующих решений.
 4. Выбирается рациональное решение с учетом системы предпочтений ЛПП.
- 2.
1. Выделяется множество потенциально возможных решений.
 2. Из их числа отбирается множество конкурирующих решений.
 3. Выбирается рациональное решение с учетом системы предпочтений ЛПП.
- 3.
1. Понимание проблемы и директивы от вышестоящих инстанций
 2. Отбор множество рациональных решений.
 3. Выбирается рациональное решение с учетом системы предпочтений ЛПП.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Основные понятия и описания систем.
2. Понятие системы. Системы. Модели систем.
3. Первые определения системы.
4. Модель «черного ящика».
5. Модель структуры системы.
6. Системный анализ проблем принятия решений.
7. "Жесткий" и "мягкий" системный анализ.
8. Типы моделирования. Особенности математического моделирования.
9. Основной вопрос моделирования и методы его решения в физике и технике.
10. Особенности математического моделирования поведения людей и их интересов.
11. Использование законов Ньютона для описания движения материальной точки на основе использования обыкновенных дифференциальных уравнений.

12. Вариационные принципы и их использование для построения уравнений движения.
13. Универсальность модели колебаний.
14. Особенности линейных и нелинейных моделей.
15. Статические и динамические модели.
16. Детерминированные и стохастические модели.
17. Замкнутые и открытые модели.

18. Модели с неопределенностью и управляющим воздействием.

19. Особенности математического моделирования экономических процессов.

20. Использование обыкновенных дифференциальных уравнений для моделирования демографических процессов.
21. Использование обыкновенных дифференциальных уравнений для моделирования процесса установления зарплаты и уровня занятости.
22. Законы сохранения в экономике.
23. Моделирование рыночного равновесия.
24. Границы применимости моделей рыночного равновесия и пути их усовершенствования.
25. Функции спроса.
26. Система функций спроса Стоуна.

27. Основные понятия многокритериальной оптимизации.

28. Методы многокритериальной оптимизации и их классификация по роли лица принимающего решения.

29. Оптимизация стохастических систем на основе критерия математического ожидания.

30. Анализ дерева решений.

31. Оптимизация систем с неопределенностями.

32. Выбор оптимальной стратегии на основе Байесовской теории решений.
33. Особенности разностных динамических систем.
34. Квантование непрерывных систем.

35. Линейные неоднородные уравнения первого порядка.
36. Общая теория линейных однородных дискретных уравнений высших порядков.
37. Линейные уравнения высших порядков с постоянными коэффициентами.

38. Свойства решений линейных систем.

39. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами.

40. Геометрическое решение нелинейных дискретных уравнений первого порядка.

41. Устойчивость дискретных систем. Второй метод Ляпунова.
42. Устойчивость по первому приближению. Устойчивость дискретных полиномов.
43. Неподвижные точки нелинейных отображений.
44. Периодические неподвижные точки. Циклы.
45. Фазовые портреты динамических систем.
46. Зависимость решений от параметров.
47. Основные типы бифуркаций для дискретных систем.
48. Теорема Шарковского.
49. Детерминированный хаос.
50. Когнитивные карты.
51. Устойчивость импульсных процессов. Структура и устойчивость.
52. Розы. Применение теории устойчивости.
53. Классификация цепей Маркова и их состояний.
54. Поглощающие цепи.
55. Регулярные цепи.
56. Эргодические цепи.
57. Поточковые модели.
58. Математические модели обучения.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1. Основная литература

1. Поршнев, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. + CD [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2011. — 727 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=650.
2. Данилов, Н.Н. Математическое моделирование: учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Кемерово : Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2014. — 98 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58313.
3. Арнольд, В.И. "Жесткие" и "мягкие" математические модели [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : МЦНМО (Московский центр непрерывного математического образования), 2011. — 32 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=9283.
4. Юмагулов, М.Г. Введение в теорию динамических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 272 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56177.
5. Майлыбаев, А.А. Многопараметрические задачи устойчивости [Электронный ресурс] : / А.А. Майлыбаев, А.П. Сейранян. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 398 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59583.
6. Бояринцева, Т.И. Теория графов: метод. указания [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т.И. Бояринцева, А.А. Мاستихина. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет

имени Н.Э. Баумана), 2014. — 40 с. — Режим доступа:
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58426.

Дополнительная литература:

1. Самарский, А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры [Электронный ресурс] : монография / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59285.
2. Наац, В.И. Математические модели и численные методы в задачах экологического мониторинга атмосферы. [Электронный ресурс] : монография / В.И. Наац, И.Э. Наац. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 327 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2268.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" - www.biblioclub.ru.
2. Электронная библиотечная система издательства "Лань" - <http://e.lanbook.com/>.
3. Электронная библиотечная система "ZNANIUM.COM" - <http://znanium.com/>.
4. Коллекция журналов издательства Elsevier на портале ScienceDirect - <http://www.sciencedirect.com/>.
5. Scopus - мультидисциплинарная реферативная база данных: - Подробное описание ресурса: <http://www.elsevier.com/locate/scopus/>, доступ к базе данных Scopus: <http://www.scopus.com/>.
6. MathSciNet – онлайн-база реферативной БД математической литературы с данными о цитировании авторов и источников.
7. Доступ по ссылке: <http://www.ams.org/mathscinet/index.html>.
8. Электронная библиотечная система "РУКОНТ" – <http://www.rucont.ru>.
9. Springer - <http://www.springerlink.com>.
10. "Лекториум ТВ" - видеолекции ведущих лекторов России - <http://www.lektorium.tv/>.
11. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда - Оксфордский Российский Фонд: <http://www.oxfordrussia.ru> - Доступ с компьютеров университета без логина и пароля - <http://lib.mylibrary.com>.
12. Электронная Библиотека Диссертаций - <https://dvs.rsl.ru/> (для доступа к ресурсу необходимо зарегистрироваться и получить пароль).
13. Электронная библиотека "Издательского дома "Гребенников" - www.grebennikon.ru.
14. Научная электронная библиотека (НЭБ) - <http://www.elibrary.ru/>.
15. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН - <http://archive.neicon.ru>.
16. Базы данных компании «Ист Вью» - Американская патентная база данных - <http://www.uspto.gov/patft/> (<http://dlib.eastview.com>).
17. Полные тексты канадских диссертаций на английском или французском языках - <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>.

18. EBSCO Publishing - Доступ к мультидисциплинарным базам данных компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>.

19. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС Россия) - <http://uisrussia.msu.ru> (Логин: ibo@mail.kubsu.ru, Пароль: 123456).

20. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий - <http://mschool.kubsu.ru/>.

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Контрольная работа представляет собой самостоятельную реферативную работу аспирантов. Каждый аспирант выполняет работу по одной теме.

Для написания реферата необходимо подобрать литературу. Общее количество литературных источников, включая тексты из Интернета, (публикации в журналах), должно составлять не менее 10 наименований. Учебники, как правило, в литературные источники не входят.

Рефераты выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют, рисунки снабжают подрисовочными надписями. Текст следует печатать шрифтом №14 с интервалом между строками в 1,5 интервала, без недопустимых сокращений. В конце реферата должны быть сделаны выводы.

В конце работы приводят список использованных источников.

Реферат должен быть подписан аспирантом с указанием даты ее оформления.

Работы, выполненные без соблюдения перечисленных требований, возвращаются на доработку.

Выполненная аспирантом работа определяется на проверку преподавателю в установленные сроки. Если у преподавателя есть замечания, работа возвращается и после исправлений либо вновь отправляется на проверку, если исправления существенные, либо предъявляется на занятия, где происходит ее защита.

Творческие задания (проекты), способствующие формированию компетенций базовой части ООП

Основные направления для непрерывного и дискретного моделирования реальных ситуаций:

- Физические системы;
- Экономические системы;
- Биологические системы;
- Экологические системы.
- Когнитивные карты;
- Поглощающие цепи;
- Эргодические цепи.

Проведите анализ по одной из выбранных вами тематик (не менее 10 слайдов и 20 листов текста). Возможно использование звукового сопровождения, анимации (аудио-, и видеоматериала).

На первой странице слайда обязательно укажите Ф.И.О. автора, курс.

Оценивается работа по следующим критериям:

- полнота представленного материала;
- оформление;
- представление и защита.

Темы презентаций и докладов

1. Принципы математического моделирования.
2. Методы оптимизации в историческом развитии.
3. Принцип максимума Понтрягина.
4. Метод Кротова.
5. Особенности математического моделирования живых систем.
6. Обыкновенные дифференциальные уравнения в моделях биологических процессов.
7. Теория динамических систем.
8. Математическая биология.
9. Моделирование микробных культур.
10. Распределенные модели биологических процессов.
11. Модели популяционной динамики.
12. Моделирование биологических сообществ.
13. Модели водных экосистем.
14. Управление в моделях экономической динамики.
15. Детерминированный хаос.
16. Когнитивные карты.
17. Устойчивость импульсных процессов. Структура и устойчивость.
18. Розы. Применение теории устойчивости.
19. Классификация цепей Маркова и их состояний.
20. Поглощающие цепи.
21. Регулярные цепи.
22. Эргодические цепи.
23. Поточковые модели.
24. Математические модели обучения.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows (разделы 2, 3 дисциплины).
2. Интегрированное офисное приложение MS Office (разделы 2, 3 дисциплины).

3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет (разделы 2, 3 дисциплины).

4. Statistica Neural Network (раздел 2 дисциплины).

5. Matlab Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, ANFIS (разделы 1 и 3 дисциплины).

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Википедия, свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – Wikipedia <http://ru.wikipedia.org>

2. Электронная библиотека КубГУ

9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются - проекционное оборудование (цифровой проектор, экран, ноутбук).

№	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Аудитория, для лекционных занятий	Учебная мебель, компьютерная техника, стационарное или переносное мультимедийное оборудование (129, 131, 133, А305, А307, А508, 239А)
2.	Аудитория, для лабораторных занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301, А504, 239А)
3.	Аудитория, для практических занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья), презентационной техникой (аудитории: 129, 131, А305, А307, 239А) или переносным демонстрационным оборудованием (аудитории: 133,147, 148, 149, 150, 100С, А3016, А512, А508, 239А)
4.	Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А504, А506, 239А)

5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512, А508), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301, А504, 239А)
6.	Аудитория для самостоятельной работы	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А 504, 102А)