

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
вычислительной техники



Л.Р. Фионова

« 29 » июня 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.1.6 Современные проблемы прикладной математики и информатики

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Магистерская программа: Математическое моделирование в экономике и технике

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины "Современные проблемы прикладной математики и информатики" является формирование и развитие у будущих магистров прикладной математики и информатики общепрофессиональных и профессиональных компетенций, формирование системы знаний, умений и навыков в области построения и анализа математических моделей, включая нейросетевые и нечеткие.

Задачи изучаемой дисциплины:

- развитие способности разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач;
- овладение основными методами построения и анализа математических моделей;
- освоение основ имитационного моделирования систем;
- изучение основ построения и применения нейронных и нейро-нечетких систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина "Современные проблемы прикладной математики и информатики" относится к дисциплинам базовой части учебного плана.

Для освоения дисциплины "Современные проблемы прикладной математики и информатики" студенты используют знания, умения и навыки, полученные в ходе освоения программы бакалавриата.

Изучение дисциплины является базой для дальнейшего освоения студентами дисциплин базовой части учебного плана М1.1.4 "Непрерывные и дискретные математические модели" и дисциплин вариативной части учебного плана М1.2.3 "Математические модели физики", М1.2.8.1 "Математические модели и методы нанотехнологий".

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ"

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС-3+ по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
ОПК-4	Способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики	Знать: основные виды математических моделей
		Уметь: разрабатывать математические модели различных предметных областей
		Владеть: владеть основными методами построения и анализа математических моделей
ПК-3	Способность разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач	Знать: особенности реализации различных математических моделей
		Уметь: выбирать способ реализации модели
		Владеть: одним из пакетов математическо-

	научной и проектно-технологической деятельности	го моделирования
ПК-4	Способность разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности	Знать: порядок разработки моделей.
		Уметь: разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели.
		Владеть: навыками разработки математических моделей

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ"

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа				Опрос на лабораторных занятиях	Проверка отчетов о выполнении лабораторных работ
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к лекциям	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к экзамену		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	РАЗДЕЛ 1. МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ	1	1–2	6	4	2	6	2	4			
1.1	Тема 1.1. Понятие и классификация математических моделей	1	1	2	2		1	1				
1.2	Лабораторная работа 1. Освоение среды GPSS W	1	1	2		2	4		4		1	
1.3	Тема 1.2. Построение математических моделей	1	2	2	2		1	1				
2	РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	1	3–7	16	10	6	17	5	12			
2	Тема 2.1. Понятие имитационной модели	1	3	2	2		1	1				
2.1	Лабораторная работа 2. Модели обслуживающих устройств и очередей в GPSS W	1	3	2		2	4		4		3	3
2.2	Тема 2.2. Подходы к созданию имитационных моделей	1	4	2	2		1	1				
2.3	Тема 2.3. Моделирование случайных факторов	1	5	2	2		1	1				
2.4	Лабораторная работа 3. Функции в GPSS W. Моделирование потоков случайных событий	1	5	2		2	4		4		5	5
2.5	Тема 2.4. Тактическое планирование имитационного эксперимента	1	6	2	2		1	1				
	Тема 2.5. Стратегическое планирование имитационного эксперимента	1	7	2	2		1	1				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2.6	Лабораторная работа 4. Стандартные числовые атрибуты, параметры транзактов		7	2		2	4		4		7	7
3	РАЗДЕЛ 3. ОСНОВЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	1	8	2	2		1	1				
4	РАЗДЕЛ 4. НЕЙРОННЫЕ СЕТИ	1	9–15	22	14	8	23	7	16			
4.1	Тема 4.1. Введение в искусственные нейронные сети	1	9	2	2		1	1				
4.2	Лабораторная работа 5. Распознавание образов с использованием пакета Neural Network PatternRecognitionTool системы MATLAB	1	9	2		2	4		4		9	9
4.3	Тема 4.2. Математическая модель искусственного нейрона. Однослойные сети	1	10	2	2		1	1				
4.4	Тема 4.3. Нейроны с сигмоидальными функциями активации и нейроны типа WTA	1	11	2	2		1	1				
4.5	Лабораторная работа 6. Аппроксимация функций с использованием пакета Neural Network PatternRecognitionTool системы MATLAB	1	11	2		2	4		4		11	11
4.6	Тема 4.4. Основы построения и применения нейронных сетей	1	12	2	2		1	1				
4.7	Тема 4.5. Многослойный персептрон и градиентные алгоритмы обучения	1	13	2	2		1	1				
4.8	Лабораторная работа 7. Кластеризация с использованием пакета Neural Network ClusteringTool системы MATLAB	1	13	2		2	4		4		13	13
4.9	Тема 4.6. Сети и карты Кохонена	1	14	2	2		1	1				
4.10	Тема 4.7. Сети радиальных базисных функций	1	15	2	2		1	1				
	Лабораторная работа 8. Сети радиальных базисных функций	1	15	2		2	4		4		15	15
5	РАЗДЕЛ 5. НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ И СЕТИ	1	16–18	8	6	2	7	3	4			
5.1	Тема 5.1. Нечеткие множества, лингвистическая переменная, нечеткие величины, числа и интервалы	1	16	2	2		1	1				
5.2	Тема 5.2 Основы нечеткой логики. системы нечеткого вывода	1	17	2	2		1	1				
5.3	Лабораторная работа 9. Разработка системы нечеткого вывода в интерактивном режиме пакета FuzzyLogicToolbox системы MATLAB	1	17	2		2	4		4		17	17
5.4	Тема 5.3 Нейро-нечеткие сети	1	18	2	2		1	1				
	Общая трудоемкость, в часах			54	36	18	54	18	36	36	Промежуточная аттестация	
											Форма	Се- местр
											Экза- мен	1

4.2. Содержание дисциплины

4.2.1. Содержание лекционных занятий

РАЗДЕЛ 1. МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Тема 1.1. Понятие и классификация математических моделей

Определение модели, свойства моделей. Классификация моделей. Иерархия моделей. Определение математической модели. Классификация математических моделей.

Тема 1.2. Построение математических моделей

Этапы построения математической модели. Выбор метода решения. Верификация и валидация модели.

РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Тема 2.1. Понятие имитационной модели

Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло. Этапы имитационного моделирования. Основные понятия дискретно-событийного моделирования: процесс, событие, транзакт, ресурс, поток, задержка, обслуживание. Пример дискретно-событийного моделирования системы массового обслуживания.

Тема 2.2. Подходы к созданию имитационных моделей

Реальное, модельное и машинное время. Управление модельным временем. Организация квазипараллелизма в имитационных моделях.

Подходы к созданию моделей: транзактно-ориентированный, объектно-ориентированный, событийный, процессный, агентный.

Тема 2.3. Моделирование случайных факторов

Способы генерирования равномерно распределенных псевдослучайных чисел. Проверка качества равномерно распределенных псевдослучайных чисел. Моделирование случайных событий. Генерирование псевдослучайных чисел с заданным законом распределения: метод обратной функции, генерирование нормально распределенных псевдослучайных чисел с использованием условий предельных теорем теории вероятностей.

Тема 2.4. Тактическое планирование имитационного эксперимента

Проверка адекватности модели. Верификация имитационной модели. Валидация данных имитационной модели. Оценка точности результатов моделирования: точечные и интервальные оценки, проверка статистических гипотез. Анализ чувствительности имитационной модели. Организация прогонов модели.

Тема 2.5. Стратегическое планирование имитационного эксперимента

Направленный вычислительный эксперимент с имитационной моделью. Основные понятия планирования экспериментов. Применение дисперсионного анализа (отсеивающий эксперимент). Построение регрессионной модели. Поиск оптимальных параметров модели.

РАЗДЕЛ 3. ОСНОВЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Понятие машинного обучения. Обучение по прецедентам (индуктивное обучение) и дедуктивное обучение. Способы машинного обучения: с учителем, без учителя, с подкреплением.

Основные задачи, решаемые с помощью машинного обучения: классификация, кластеризация, регрессия, прогнозирование.

Практические области применения машинного обучения.

РАЗДЕЛ 4. НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Тема 4.1. Введение в искусственные нейронные сети

Упрощенная структура и функционирование биологической нервной клетки. Предпосылки создания математической модели нейрона. Основные свойства искусственных нейронов как математических моделей. Краткая история развития искусственных нейронных сетей: Модель Мак-Каллока–Питса. Постулат (правило) Хебба. Персептрон Розенблатта. Книга М. Минского и С. Пайперта "Персептроны" и ее влияние на развитие искусственных нейронных сетей. Сети Хопфилда и Кохонена. Алгоритм обратного распространения ошибки и многослойные сети. Вклад отечественных ученых в теорию и практику нейронных сетей: теорема Колмогорова–Арнольда, работы А. И. Галушкина. Метод опорных векторов В. Н. Вапника. Сети глубокой архитектуры.

Основные направления использования нейронных сетей.

Тема 4.2. Математическая модель искусственного нейрона. Однослойные сети

Базовая структура и математическое описание искусственного нейрона. Функции активации.

Классификация нейронных сетей: по типу обрабатываемой информации, по способу решения задач, по топологическим признакам, по степени динамичности.

Однослойный персептрон: структура; линейное разделение входных векторов; ограничения однослойного персептрона; обучение.

Тема 4.3. Нейроны с сигмоидальными функциями активации и нейроны типа WTA

Нейрон с сигмоидальной функцией активации и его обучение алгоритмом градиентного спуска.

Нейроны типа WTA и их обучение по правилу Гроссберга.

Тема 4.4. Основы построения и применения нейронных сетей

Виды предварительной обработки. Обработка аномалий, противоречий и дубликатов. Восстановление пропущенных компонентов данных. Кодирование данных. Масштабирование данных. Понижение размерности исходных данных. Демасштабирование выходов сети. Интерпретация ответов классификаторов.

Виды ошибок обучения сети. Функционалы ошибок. Последовательный и пакетный режимы обучения. Критерий останова процесса обучения. Явление переобучения сети, преодоление эффекта переобучения.

Тема 4.5. Многослойный персептрон и градиентные алгоритмы обучения

Схема обработки информации в однонаправленной многослойной сети. Описание функционирования слоя сети. Функционалы ошибок для последовательного и пакетного режимов обучения. Общий алгоритм обратного распространения ошибки.

Основные положения градиентных алгоритмов обучения. Методы первого порядка: алгоритм градиентного спуска, алгоритм градиентного спуска с моментом, алгоритм RPROP, алгоритмы сопряженных градиентов. Методы второго порядка: квазиньютоновские методы, алгоритм Левенберга-Марквардта.

Тема 4.6. Сети и карты Кохонена

Построение и обучение сети Кохонена. Принципы построения карт Кохонена. Последовательное и пакетное обучение карт Кохонена. Графическое представление карты Кохонена.

Тема 4.7. Сети радиальных базисных функций

Архитектура сетей радиальных базисных функций. Теоретические основы сетей радиальных базисных функций: решение задач классификации, решение задач аппроксимации.

Обучение сетей радиальных базисных функций.

РАЗДЕЛ 5. НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ И СЕТИ

Тема 5.1. Нечеткие множества, лингвистическая переменная, нечеткие величины, числа и интервалы

Понятие нечетких множеств. Функция принадлежности. Виды функций принадлежности. Основные характеристики нечетких множеств.

Треугольная норма (Т-норма, t-норма), треугольная конорма (Т-конорма, s-норма). Операции объединения, пересечения, разности и дополнения нечетких множеств. Лингвистические модификаторы.

Понятие и способы задания нечетких отношений. Операции над нечеткими отношениями.

Определение лингвистической переменной. Нечеткие интервалы и числа. Операции над нечеткими числами.

Тема 5.2 Основы нечеткой логики. системы нечеткого вывода

Нечеткие высказывания. Основные логические операции с нечеткими высказываниями.

Обобщенное нечеткое правило *modusponens*. Обобщенное нечеткое правило *modustollens*. Нечеткие лингвистические высказывания. Правила нечетких продукций. Этапы нечеткого вывода. Алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритмы Мамдани и Сугено-Такаги.

Тема 5.3 Нейро-нечеткие сети

Структура нечеткой нейронной сети. Нечеткая нейронная сеть ANFIS. Обучение нечеткой нейронной сети.

4.2.2. Темы лабораторных работ

1. Освоение среды GPSS W.
2. Модели обслуживающих устройств и очередей в GPSS W.
3. Функции в GPSS W. Моделирование потоков случайных событий.
4. Стандартные числовые атрибуты, параметры транзактов.
5. Распознавание образов с использованием системы MATLAB.
6. Аппроксимация функций с использованием системы MATLAB.
7. Кластеризация с использованием системы MATLAB.
8. Сети радиальных базисных функций.
9. Разработка системы нечеткого вывода в системе MATLAB.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины "Современные проблемы прикладной математики и информатики" при проведении аудиторных занятий используется образовательная технология, предусматривающая такие методы и формы изучения материала как лекция, лабораторное занятие, включающие активные и интерактивные формы занятий:

- проведение лекции проблемного характера (тема 2.5. "Стратегическое планирование имитационного эксперимента", раздел 3 "Основы машинного обучения", тема 4.1. "Введение в искусственные нейронные сети", тема 4.4. "Основы построения и применения нейронных сетей", тема 4.7 "Сети радиальных базисных функций");
- проведение лабораторных занятий в интерактивной форме и публичная защита отчетов по лабораторным работам: Лабораторная работа 5. "Распознавание образов с использованием системы MATLAB"; Лабораторная работа 8. "Сети радиальных базисных функций"; Лабораторная работа 9. "Разработка системы нечеткого вывода в системе MATLAB".

Занятия, проводимые в активной и интерактивной формах составляют 20 % от общего количества аудиторных занятий.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя (консультации, помощь в написании и отладки программ и др.) и индивидуальную работу студента, выполняемую как дома, так и в компьютерном классе с выходом в Интернет.

При реализации образовательных технологий используются следующие виды самостоятельной работы:

- работа с конспектом лекции и литературой;
- подготовка к лабораторной работе: изучение теоретического материала, разработка и отладка программ заданий по лабораторным работам;
- обработка результатов лабораторных работ и подготовка письменных отчетов;
- поиск информации в сети «Интернет» и литературе;
- подготовка к сдаче экзамена.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	1.1. Понятие и классификация математических моделей	Подготовка к лекциям	Изучить определение и свойства моделей, иерархию моделей.	1,2, 7	1
1	Лабораторная работа 1. Освоение среды GPSS W	Подготовка к лабораторным работам	Изучить среду GPSS W.	9	4
2	1.2. Построение математических моделей	Подготовка к лекциям	Изучить этапы построения математических моделей. Повторить из курса "Численные методы" понятия корректности и обусловленности задачи и метода решения.	1,2, 7	1
3	2.1. Понятие имитационной модели	Подготовка к лекциям	Изучить основные понятия дискретно-событийного моделирования. Разработать алгоритм моделирования системы массового обслуживания с ожиданием.	6, 9	1
3	Лабораторная работа 2. Модели обслуживающих устройств и очередей в GPSS W	Подготовка к лабораторным работам	Изучить моделирование обслуживающих устройств и очередей.	9	4
4	2.2. Подходы к созданию имитационных моделей	Подготовка к лекциям	Изучить управление модельным временем в дискретно-событийном моделировании. Изучить управление модельным временем в системе GPSS. Найти в Internet и изучить организацию агентного моделирования в системе AnyLogic.	6, 9	1
5	2.3. Моделирование слу-	Подготовка к	Изучить моделирование случайных	6, 9	1

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
	чайных факторов	лекциям	факторов.		
5	Лабораторная работа 3. Функции в GPSS W. Моделирование потоков случайных событий	Подготовка к лабораторным работам	Изучить моделирование случайных факторов с использованием функций GPSS W. Выполнить задания из методических указаний к лабораторной работе. Оформить отчет по лабораторной работе.	9	4
6	2.4. Тактическое планирование имитационного эксперимента	Подготовка к лекциям	Изучить тактическое планирование имитационного эксперимента. Самостоятельно провести вывод оценки числа прогонов модели.	6, 9	1
7	Тема 2.5. Стратегическое планирование имитационного эксперимента	Подготовка к лекциям	Изучить стратегическое планирование имитационного эксперимента. Повторить основы оптимизации методом градиентного спуска.	6, 9	1
7	Лабораторная работа 4. Стандартные числовые атрибуты, параметры транзактов.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить стандартные числовые атрибуты. Выполнить задания из методических указаний к лабораторной работе. Оформить отчет по лабораторной работе.	9	4
8	3. Основы машинного обучения	Подготовка к лекциям	Изучить основные понятия машинного обучения. Найти в Internet примеры практического применения машинного обучения.	11	1
9	4.1. Введение в искусственные нейронные сети	Подготовка к лекциям	Изучить основные свойства искусственных нейронов. Самостоятельно изучить краткую историю нейронных сетей. Найти в Internet примеры применения в коммерческих целях глубоких нейронных сетей.	5, 10	1
9	Лабораторная работа 5. Распознавание образов с системы MATLAB	Подготовка к лабораторным работам	Освоить работу с Neural Network Pattern Recognition Tool. Выполнить задания из методических указаний к лабораторной работе. Оформить отчет по лабораторной работе.	4	4
10	4.2. Математическая модель искусственного нейрона. Однослойные сети	Подготовка к лекциям	Изучить математическую модель искусственного нейрона и классификацию нейронных сетей. Разработать алгоритм обучения однослойного персептрона.	5, 10	1
11	4.3. Нейроны с сигмоидальными функциями активации и нейроны типа WTA	Подготовка к лекциям	Вывести формулы обучения нейрона с сигмоидальными функциями активации. Построить алгоритм обучения нейрона типа WTA.	5, 10	1
11	Лабораторная работа 6. Аппроксимация функций с использованием системы MATLAB	Подготовка к лабораторным работам	Освоить работу с Neural Network Fitting Tool. Выполнить задания из методических указаний к лабораторной работе. Оформить отчет по лабораторной работе.	4	4
12	4.4. Основы построения и применения нейронных сетей	Подготовка к лекциям	Изучить методы подготовки данных для обучения нейронных сетей. Изучить различные функционалы оши-	5, 10	1

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
			бок. Изучить способы преодоления явления переобучения.		
13	4.5. Многослойный персептрон и градиентные алгоритмы обучения	Подготовка к лекциям	Самостоятельно изучить вывод формул обучения многослойного персептрона методом обратного распространения ошибки. Самостоятельно изучить вывод формул алгоритма Левенберга-Марквардта	5, 10	1
13	Лабораторная работа 7. Кластеризация с использованием системы MATLAB	Подготовка к лабораторным работам	Освоить работу с Neural Network Clustering Tool. Выполнить задания из методических указаний к лабораторной работе. Оформить отчет по лабораторной работе.	4	4
14	4.6. Сети и карты Кохонена	Подготовка к лекциям	Изучить построение и обучение сетей и карт Кохонена. Самостоятельно изучить решение проблемы "мертвых нейронов" в NeuralNetworkToolbox системы MATLAB.	5, 10	1
15	4.7. Сети радиальных базисных функций	Подготовка к лекциям	Изучить обучение сетей радиальных базисных функций. Самостоятельно изучить применение сетей радиальных базисных функций для решения задач аппроксимации.	5, 10	1
15	Лабораторная работа 8. Сети радиальных базисных функций	Подготовка к лабораторным работам	Выполнить задания из методических указаний к лабораторной работе. Оформить отчет по лабораторной работе.	4	4
16	Тема 5.1. Нечеткие множества, лингвистическая переменная, нечеткие величины, числа и интервалы	Подготовка к лекциям	Изучить основные виды функций принадлежности, операций над нечеткими множествами, понятие нечетких отношений.	3, 5	1
17	5.2 Основы нечеткой логики. системы нечеткого вывода	Подготовка к лекциям	Изучить операции с нечеткими высказываниями. Повторить правила логического вывода, сравнить с нечеткими правилами логического вывода. Изучить алгоритмы нечеткого вывода.	3, 5	1
17	Лабораторная работа 9. Разработка системы нечеткого вывода в интерактивном режиме системы MATLAB	Подготовка к лабораторным работам	Освоить работу с FuzzyLogicToolbox. Выполнить задания из методических указаний к лабораторной работе. Оформить отчет по лабораторной работе.	4	4
18	5.3 Нейро-нечеткие сети	Подготовка к лекциям	Изучить нечеткую нейронную сеть ANFIS. Вывести алгоритм обучения сети ANFIS.	3, 5	1

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

При работе с конспектом лекций и изучении рекомендованной литературы студенту необходимо изучить конспект лекций, ответить на контрольные вопросы, изучить разделы рекомендованной литературы. Следует поощрять регулярную работу студентов с теоретиче-

ским материалом и чтение источников, выходящих за пределы рекомендованного списка литературы.

При подготовке к лабораторным работам студентам следует изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, ответить на контрольные вопросы

При оформлении отчетов по лабораторным работам студент должен изучить требования к оформлению отчета, представить результаты выполнения работы, проанализировать результаты работы и сделать выводы по работе.

Подготовка к экзамену подразумевает повторение изученного материал. Использование при подготовке и ответах результатов выполнения лабораторных работ облегчает подготовку и повышает качество ответа.

Студентам из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья могут быть предложены электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые разделы	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Текущий: опрос на лабораторных работах.	1–5	ОПК-4, ПК-3, ПК-4
2.	Проверка отчетов о выполнении лабораторных работ.	1–5	ОПК-4, ПК-3, ПК-4
3.	Промежуточный: экзамен	1–5	ОПК-4, ПК-3, ПК-4

Перечень примерных вопросов к экзамену

1. Понятие модели.
2. Классификация моделей.
3. Классификация математических моделей.
4. Этапы построения математической модели.
5. Выбор метода решения задачи.
6. Проверка адекватности модели.
7. Типы математических моделей.
8. Понятие имитационной модели.
9. Этапы имитационного моделирования.
10. Пример дискретно-событийного моделирования системы массового обслуживания.
11. Модельное время. Управление модельным временем.
12. Подходы к созданию имитационных моделей.
13. Транзактно-ориентированный подход к созданию моделей. Управление процессом моделирования в системе GPSS.
14. Процессный подход к созданию моделей.
15. Понятие агентных моделей.
16. Способы генерирования равномерно распределенных псевдослучайных чисел.
17. Моделирование случайных событий.
18. Генерирование методом обратной функции псевдослучайных чисел с заданным законом распределения.
19. Моделирование потоков событий.

20. Оценка адекватности модели.
21. Анализ устойчивости и чувствительности модели.
22. Определение точности моделирования и числа реализаций.
23. Нестационарные режимы работы модели. Методы понижения дисперсии.
24. Применение в моделировании дисперсионного анализа (отсеивающий эксперимент).
25. Основные понятия планирования эксперимента.
26. Математическая модель полного факторного эксперимента. Построение регрессионной модели.
27. Поиск оптимальных параметров модели. Методология поверхности отклика.
28. Понятие машинного обучения. Способы машинного обучения
29. Основные задачи, решаемые с помощью машинного обучения.
30. Биологические основы функционирования нейрона.
31. Основные направления использования нейронных сетей.
32. Математическая модель искусственного нейрона.
33. Основные виды функции активации.
34. Классификация нейронных сетей.
35. Однослойный персептрон: структура, обучение, ограничения однослойного персептрона.
36. Нейрон с сигмоидальной функцией активации и его обучение алгоритмом градиентного спуска.
37. Нейроны типа WTA и их обучение по правилу Гроссберга.
38. Виды предварительной обработки данных для нейронной сети.
39. Препроцессорная обработка: кодирование и масштабирование исходных данных.
40. Понижение размерности исходных данных.
41. Восстановление пропущенных данных в обучающей выборке.
42. Интерпретация ответов сети и оценка качества работы сети.
43. Подходы к подбору оптимальной архитектуры сети.
44. Явление переобучения сети. Преодоление эффекта переобучения.
45. Схема обработки информации в однонаправленной многослойной сети. Функционалы ошибок для последовательного и пакетного режимов обучения.
46. Алгоритм обратного распространения ошибки.
47. Общие принципы построения градиентных алгоритмов обучения.
48. Алгоритм градиентного спуска, алгоритм RPROP
49. Алгоритмы сопряженных градиентов.
50. Методы второго порядка: квазиньютоновские методы, алгоритм Левенберга-Марквардта.
51. Архитектура и обучение сети Кохонена.
52. Карты Кохонена.
53. Структура радиальных базисных сетей. Примеры радиальных базисных функций. Решение задач классификации, теорема Ковера. Решение задач аппроксимации функций.
54. Обучение радиальных базисных нейронных сетей.
55. Понятие нечетких множеств. Функция принадлежности.
56. Треугольная норма, треугольная конорма. Операции с нечеткими множествами.
57. Нечеткие отношения и операции над ними.
58. Лингвистическая переменная. Нечеткие интервалы и числа. Операции над нечеткими числами.
59. Нечеткие высказывания. Логические операции с нечеткими высказываниями.
60. Обобщенное нечеткое правило *modusponens*. Обобщенное нечеткое правило *modus tollens*. Нечеткие лингвистические высказывания.
61. Правила нечетких продукций. Этапы нечеткого вывода.
62. Алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритмы Мамдани и Сугено-Такаги.

63. Структура нечеткой нейронной сети. Нечеткая нейронная сеть ANFIS.
64. Обучение нечеткой нейронной сети.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ"

7.1. Основная литература

1. Введение в математическое моделирование / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер, О. Б. Наймарк, В. Ю. Столбов, П. В. Трусков, П. Г. Фрик; Под ред. П. В. Трускова. — М.: Логос, 2007. — 440 с.
Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета
<http://lib.mexmat.ru/books/148658>
2. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов. — СПб.: Лань, 2013. — 192 с.
(ЭБС "Лань". Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/76825#book_name)
3. Кузнецова О. Ю., Горбаченко В. И. Основы нечетких множеств и нечетких нейронных сетей. — Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2015. — 98 с. (52 экз.)
(http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=17682)
4. Моделирование нейронных сетей в системе MATLAB / Д. А. Донской и др. — Пенза: Информ.-изд. центр ПГУ, 2006. — 156 с. (66 экз.)
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=6469
5. Рудковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рудковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. — М.: Горячая линия–Телеком, 2007. — 452 с. (21 экз.)
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=7271
6. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем. — М.: Высшая школа, 2005. — 343 с. (25 экз.)
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=5270
7. Тында А.Н. Математическое моделирование. — Пенза: Информ.-изд. центр ПГУ, 2007. — 108 с. (31 экз.)
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=8128

7.2. Дополнительная литература

8. Безяев В. С., Прошкина Е. Н. Искусственные нейронные сети. — Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2013. — 76 с. (26 экз.)
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=16584

9. Кудрявцев Е. М. GPSSWorld. Основы имитационного моделирования различных систем. — ДМК-Пресс, 2008. — 317 с.
(ЭБС Лань http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1213)
10. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. — М.: Финансы и статистика, 2016. — 448 с.
Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета <http://lib.mexmat.ru/books/75833>
11. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. — М.: ДМК Пресс, 2015. — 400 с. (ЭБС "Лань". Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/69955>)

7.3. Интернет-ресурсы

№ п/п	Адрес сайта	Описание материала, содержащегося на сайте
1.	http://www.intuit.ru/studies/courses/260/156/info/	Губарь Ю. Введение в математическое моделирование.
2.	http://www.intuit.ru/studies/courses/643/499/info/	Боев В., Сыпченко Р. Компьютерное моделирование.
3.	http://www.intuit.ru/studies/courses/623/479/info/	Афонин В., Федосин С. Моделирование систем.
4.	http://www.intuit.ru/studies/courses/4818/1066/info/	Боев В. Концептуальное проектирование систем в AnyLogic и GPSS World
6.	http://simulation.su/ru.html	Сайт Российского Национального общества имитационного моделирования. Содержит наиболее полную информацию о применении методов компьютерного моделирования в России. Представлены новинки учебной литературы (некоторые пособия можно скачать).
7.	http://gpss.ru/	Российский сайт, посвященный использованию языка GPSS.
8	http://www.machinelearning.ru	Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных.
9.	http://www.intuit.ru/department/expert/neuro/	Тарков М. С. Нейрокомпьютерные системы.
10.	http://www.intuit.ru/department/expert/neurocomputing/	Ежов А. А., Шумский С. А. Нейрокомпьютеринг и его применение в экономике и бизнесе.
11.	http://www.intuit.ru/department/ds/neuronets/	Яхьяева Г. Э. Основы теории нейронных сетей.
12.	http://www.intuit.ru/department/ds/fuzzysets/	Яхьяева Г. Э. Основы теории нечетких множеств.
13.	http://habrahabr.ru/	Сайт Хабрахабр, содержит много материалов по нейронным сетям.
14.	http://ai-news.ru/	Новости Искусственного Интеллекта (ИИ), нейронные сети, квантовые компьютеры, машинное обучение

7.4. Программное обеспечение

Все лабораторные работы выполняются на персональных компьютерах в свободно распространяемой системе GPSSWorld (<http://www.minutemansoftware.com/>) и MATLAB (договор № 047-17-44 от 25 декабря 2017 г.).

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ"

Студенты используют рабочие места в компьютерном классе, оборудованном локальной сетью и выходом в Internet, имеющиеся в библиотеке учебники. На сетевом ресурсе университета представлены в свободном доступе входящие в состав учебно-методического комплекса полные электронные версии лекционного курса и лабораторный практикум. Все лабораторные работы выполняются на персональных компьютерах.


Рабочая программа дисциплины "Современные проблемы прикладной математики и информатики" составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки "Прикладная математика и информатика", магистерская программа "Математическое моделирование в экономике и технике".

Программу составил
д.т.н., профессор


 Горбаченко В. И.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры "Компьютерные технологии"
протокол № 9 от "28" 06 2016 года

Зав. каф. "Компьютерные технологии" д.т.н., профессор  Горбаченко В. И.

Программа согласована с выпускающей кафедрой "Высшая и прикладная математика"
протокол № 11.1 от "28" 06 2016 года

 Зав. каф. "Высшая и прикладная математика"
д.ф.-м.н., профессор

 Бойков И. В.

Программа одобрена методической комиссией факультета ВТ

протокол № 6-9 от «29» 06 2016 г.

Председатель методической комиссии факультета ВТ  Коннов Н. Н.

