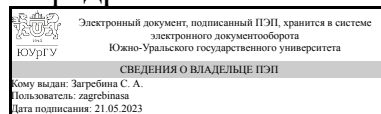


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



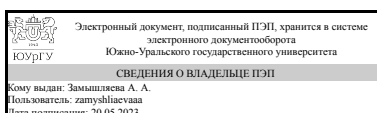
С. А. Загребина

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П0.22.02 Нейроматематика  
**для направления** 02.03.01 Математика и компьютерные науки  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Компьютерное моделирование в инженерном и технологическом проектировании  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Прикладная математика и программирование

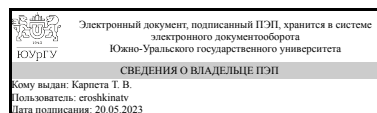
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки, утверждённым приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 807

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



Т. В. Карпета

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины: сформировать профессиональные компетенции в области нейроматематики; сформировать правильные представления об основных понятиях дисциплины; дать студентам глубокие знания об архитектуре нейронных сетей, способов их графического изображения в виде функциональных и структурных схем ; дать представления об инструментальном ПО для обучения нейронных сетей и экспериментов с ними; подготовить студентов к использованию нейросетевых технологий в научно-исследовательской деятельности. Задачи дисциплины: освоить теоретический материал, включающий рассмотрение различных моделей нейронных сетей и их особенности, классификацию, ознакомление с алгоритмами обучения нейронных сетей, ознакомление с существующими прикладными системами, основанных на применении нейронных сетей; освоить практическую часть в форме лабораторных занятий, назначением которых является ознакомление с особенностями решения задач с помощью нейронных сетей; способствовать получению фундаментальных знаний в ходе самостоятельной исследовательской работы; способствовать дальнейшему развитию системного и логического мышления; воспитывать математическую и профессиональную культуру.

## Краткое содержание дисциплины

Биологический нейрон, математические модели искусственного нейрона. Многослойные искусственные нейронные сети прямого распространения. Самоорганизующаяся карта признаков. Сеть Кохонена. Рекуррентные искусственные нейронные сети. Искусственные нейронные сети, имитирующие свойства естественных нейронных сетей. Применение искусственных нейронных сетей. Программные средства и системы моделирования искусственных нейронных сетей.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	Умеет: применять базовые методы математических и естественных наук, программирования и информационных технологий для решения задач с помощью нейронных сетей Имеет практический опыт: использования существующих прикладных систем, основанных на применении нейронных сетей
ПК-3 Способен создавать и исследовать математические модели в естественных науках и промышленности, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники	Умеет: использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта Имеет практический опыт: применения методов проектирования и производства программного продукта, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными

	средствами, поддерживающими создание программного продукта
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>Вычислительная математика, Современные технологии разработки программного обеспечения, Практикум по основам компьютерного моделирования, Офисные приложения и технологии, Практикум по интерактивным графическим системам, Основы компьютерного моделирования</p>	<p>Анализ требований и проектирование ПО, Дискретная оптимизация, Основы проектирования человеко-машинного интерфейса, Математика в современном естествознании, Параллельные и распределенные вычисления, Высокопроизводительные вычисления на графических ускорителях, Программирование для мобильных устройств, Анализ и обработка больших массивов данных, САПР технологических процессов, Математическое моделирование физических и технических процессов, Web-программирование, Введение в компьютерный анализ и интерпретация данных, Применение системы ANSYS к моделированию физических процессов, Применение системы ANSYS к решению инженерных задач, Функциональное и логическое программирование, Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)</p>

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Практикум по основам компьютерного моделирования	<p>Знает: Умеет: моделировать компьютерные изображения в пакете Math Works-MATLAB Имеет практический опыт: использовать средства моделирования компьютерных изображений в пакете Math Works-MATLAB</p>
Современные технологии разработки программного обеспечения	<p>Знает: основные технологии разработки программного обеспечения, современные технологии и методы программирования Умеет: работать с основными технологиями разработки программного обеспечения, формировать требования, спецификацию и структуру программы при решении прикладных задач, оценивать результаты тестирования, локализовать ошибки в коде Имеет практический опыт: использования основных технологий разработки программного обеспечения, использования современных CASE-</p>

	средств, применяемых при проектировании, тестировании и командной разработке
Практикум по интерактивным графическим системам	Знает: Умеет: применять интерактивную графику в информационных системах Имеет практический опыт: работы с инструментальными средствами компьютерной графики
Вычислительная математика	Знает: существующие стандартные пакеты прикладных программ Умеет: применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов Имеет практический опыт: использования методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий
Офисные приложения и технологии	Знает: основные методы использования информационных технологий Умеет: работать с современными информационными технологиями Имеет практический опыт: использования современных информационных технологий
Основы компьютерного моделирования	Знает: основные понятия и методы компьютерного моделирования динамических систем Умеет: применять методы компьютерного моделирования динамических систем Имеет практический опыт: реализации моделирующих алгоритмов для исследования характеристик и поведения динамических систем.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,5	35,5
Подготовка к контрольной работе	5	5
Проработка лекций, изучение пособий	6,5	6.5
Подготовка к экзамену	14	14
Подготовка к лабораторным работам №1 - №7 и оформление отчетов к лабораторным работам	10	10

Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в теорию искусственных нейронных сетей	8	4	2	2
2	Многослойные искусственные нейронные сети прямого распространения	14	6	4	4
3	Самоорганизующаяся карта признаков. Сеть Кохонена.	10	4	2	4
4	Реккурентные искусственные нейронные сети	14	6	4	4
5	Искусственные нейронные сети, имитирующие свойства естественных нейронных сетей.	10	6	2	2
6	Применение искусственных нейронных сетей. Программные средства и системы моделирования искусственных нейронных сетей.	8	6	2	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Историческая справка. Биологический нейрон и его математическая модель. Структура и свойства искусственного нейрона. Разновидности искусственного нейрона.	2
2	1	Классификация нейронных сетей и их свойства. Представление знаний в искусственных нейронных сетях.	2
3	2	Перцептрон. Обучение, основанное на коррекции ошибок. Реализация булевых функций AND, OR и XOR при помощи перцептрона.	2
4	2	Многослойная нейронная сеть прямого распространения. Алгоритм обратного распространения ошибки. Тонкости обучения и его улучшения.	2
5	2	Сети радиальных базисных функций. Использование RBF сети для аппроксимации функции.	2
6	3	Сети (карты) Кохонена. Задачи классификации и кластеризации. Правило мягкой и жесткой конкуренции.	2
7	3	Сети встречного распространения.	2
8	4	Сеть Элмана. Алгоритм обучения. Задача прогнозирования.	2
9	4	Сеть Хопфилда. Алгоритм работы и обучения сети. Двухнаправленная ассоциативная память.	2
10	4	Сеть Хемминга. Обучение и функционирование сети. Достоинства и недостатки.	2
11	5	Адаптивные резонансные сети (ART-сети). Структура и функционирование сети. Запоминание и классификация векторов сетью.	2
12	5	Когнитрон и неокогнитрон (назначение, описание, структура, обучение, применение)	2
13	5	Сверточные нейронные сети	2
14	6	Применение искусственных нейронных сетей для моделирования статических объектов, классификации, аппроксимации функций, кластеризации, временных рядов, линейных динамических объектов.	2
15	6	Общие средства о современных программных средствах и системах	2

		моделирования искусственных сетей. Характеристики современных программных средств и систем моделирования искусственных сетей.	
16	6	Общие сведения и характеристики пакета Neural Networks Toolbox при решении задач: классификации, аппроксимации функции, прогнозирование значений процесса, автоматическое выделение центров кластеров. Использование среды Simulink для построения и визуализации искусственной нейронной сети.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Искусственный нейрон. Модель Маккалоха-Питса. Пороговые активационные функции. Линейная классификация.	2
2	2	Персептрон Розенблата. Обучение. Реализация булевых функций AND, OR, XOR	2
3	2	Алгоритм обратного распространения ошибки. Аппроксимация функций с помощью RBF-сети.	2
4	3	Задачи кластеризации и классификации. Сети Кохонена. Звезды Грозберга.	2
5	4	Сеть Элмана. Решение задач на прогнозирование.	2
6	4	Сети Хопфолда и Хемминга. Преимущества и недостатки.	2
7	5	Когнитрон и неокогнитрон. Сверточные нейронные сети.	2
8	6	Применение нейронных сетей для: решения задач на прогнозирование; решения дифференциальных уравнений.	2

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Построение нейронного алгоритма для обращения числа и реализовать данного алгоритма для вычисления значения экспоненты при произвольном вещественном значении аргумента	2
2	2	Персептрон Розенблата. Правило Хебба.	2
3	2	Метод обратного распространения ошибки (backpropagation).	2
4, 5	3	Сети встречного распространения. RBF-сети.	4
6	4	Сеть Хопфилда. Двухнаправленная ассоциативная память.	2
7	4	Сеть Хемминга	2
8	5	Адаптивные резонансные сети (ART-сети).	2

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к контрольной работе	ПУМД, осн. лит., 1, гл. 2, 3, 4"; "ПУМД, осн. лит., 2, гл. 3, 5, 7, 9"; "ЭУМД, 1, гл. 1, 2"; "ЭУМД, 2, гл. 2, 3";	6	5
Проработка лекций, изучение пособий	"ПУМД, осн. лит., 1, гл. 2, 3, 4"; "ПУМД, осн. лит., 2, гл. 3, 5, 7, 9"; "ЭУМД, 1, гл. 1,	6	6,5

	2"; "ЭУМД, 2, гл. 2, 3";		
Подготовка к экзамену	"ПУМД, осн. лит., 1, гл. 2, 3, 4"; "ПУМД, осн. лит., 2, гл. 3, 5, 7, 9"; "ЭУМД, 1, гл. 1, 2"; "ЭУМД, 2, гл. 2, 3"; "ЭУМД, 3, гл. 1, 2, 3";	6	14
Подготовка к лабораторным работам №1 - №7 и оформление отчетов к лабораторным работам	"ПУМД, осн. лит., 3, гл. 1, 2, 3, 4"; "ПУМД, осн. лит., 2, гл. 2, 4, 7, 9"; "ЭУМД, 3, гл. 1, 2, 3";	6	10

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №1	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	экзамен
2	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №2	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	экзамен
3	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №3	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.	экзамен

						1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	
4	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №4	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	экзамен
5	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №5	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	экзамен
6	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №6	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	экзамен
7	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №7	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	экзамен
8	6	Текущий контроль	Контрольная работа	3	5	5 баллов ставится в том случае, если все задачи решены правильно 4 балла ставится с том случае, если	экзамен



						правильно решены четыре из пяти задач 3 балла ставится в том случае, если правильно решены три из пяти задач 2 балла ставится в том случае, если правильно решены две 1 балл ставится в том случае, если правильно решена одна задача 0 баллов ставится в том случае, если нет правильно решенных задач	
9	6	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	4	4 балла получает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные экзаменационным билетом и свободно отвечающий на дополнительные вопросы 3 балла заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в экзаменационном билете задания, но отвечающий на дополнительные вопросы с затруднениями 2 балла получает студент, допустивший погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя; 1 балл ставится студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных экзаменационным билетом заданий. 0 баллов ставится студенту, который не смог выполнить ни одно задание в экзаменационном билете.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Рейтинг обучающегося по дисциплине формируется по результатам текущего контроля. Контрольное мероприятие экзамена проводится в очной форме и не является обязательным, однако студент может прийти на экзамен и повысить свой рейтинг. Студенту на экзамене выдаётся билет. Дается 90 минут для подготовки к ответу. Проводится собеседование по выданным вопросам.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ
-------------	---------------------	------

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ПК-2	Умеет: применять базовые методы математических и естественных наук, программирования и информационных технологий для решения задач с помощью нейронных сетей	+	+	+	+				+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: использования существующих прикладных систем, основанных на применении нейронных сетей	+				+			+		+
ПК-3	Умеет: использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта			+	+			+	+	+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: применения методов проектирования и производства программного продукта, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта							+	+		+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Ясницкий, Л. Н. Введение в искусственный интеллект [Текст] учеб. пособие Л. Н. Ясницкий. - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2008. - 174, [1] с.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Нейронные сети

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Нейронные сети

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Барский, А.Б. Логические нейронные сети [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Б. Барский. — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 492 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/100630">https://e.lanbook.com/book/100630</a> . — Загл. с экрана.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Борисов, В.В. Нечеткие модели и сети [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. — 284 с. — Режим доступа:

			<a href="https://e.lanbook.com/book/111022">https://e.lanbook.com/book/111022</a> . — Загл. с экрана.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ясницкий, Л.Н. Интеллектуальные системы [Электронный ресурс] : учебник / Л.Н. Ясницкий. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 224 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/90254">https://e.lanbook.com/book/90254</a> . — Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Embarcadero-C++ Builder 10 Seattle Professional Architect(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
3. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	336 (36)	компьютер, проектор
Практические занятия и семинары	327 (36)	компьютеры, ПО
Лабораторные занятия	333 (36)	компьютеры, ПО