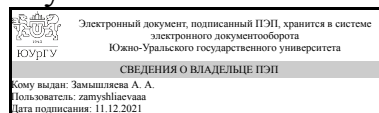


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



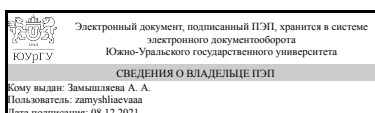
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П1.22.02 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

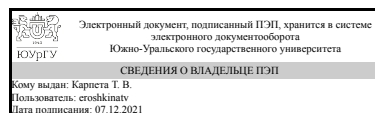
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки, утверждённым приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 807

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



А. А. Замышляева

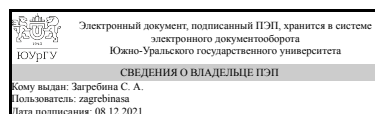
Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



Т. В. Карпета

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
д.физ.-мат.н., проф.



С. А. Загребина

## 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<br>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<br>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   |
|--|---|
| Вычислительная математика,<br>Основы компьютерного моделирования,<br>Практикум по основам компьютерного моделирования,<br>Современные технологии разработки программного обеспечения | Программирование для мобильных устройств,<br>Введение в компьютерный анализ и интерпретация данных,<br>Анализ и обработка больших массивов данных,<br>Математическое моделирование физических и технических процессов,<br>Основы проектирования человеко-машинного интерфейса,<br>Производственная практика, преддипломная практика (8 семестр) |

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

| Дисциплина   | Требования   |
|--|--|
| Основы компьютерного моделирования                         | Знает: базовые методы математических и естественных наук, программирования и информационных технологий<br>Умеет: применять базовые методы математических и естественных наук, программирования и информационных технологий<br>Имеет практический опыт: использования базовых методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий  |
| Практикум по основам компьютерного моделирования           | Знает: Умеет: применять базовые методы математических и естественных наук, программирования и информационных технологий<br>Имеет практический опыт: использования базовых методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий   |
| Современные технологии разработки программного обеспечения | Знает: основные методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программных продуктов и программных комплексов, их сопровождения, администрирования и развития (эволюции), основные технологии разработки программного обеспечения<br>Умеет: использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта, работать с основными технологиями |

|                           |   |
|---------------------------|---|
|                           | разработки программного обеспечения Имеет практический опыт: применения методов проектирования и производства программного продукта, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта, использования основных технологий разработки программного обеспечения                     |
| Вычислительная математика | Знает: базовые методы математических и естественных наук, программирования и информационных технологий Умеет: применять базовые методы математических и естественных наук, программирования и информационных технологий Имеет практический опыт: использования базовых методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий |

#### 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                               |  |
| с применением дистанционных образовательных технологий                                | 0           |                                    |  |
| Подготовка к лабораторным работам №1 - №7 и оформление отчетов к лабораторным работам | 10          | 10                                 |  |
| Подготовка к экзамену   | 14          | 14                                 |  |
| Проработка лекций, изучение пособий   | 6,5         | 6,5                                |  |
| Подготовка к контрольной работе   | 5           | 5                                  |  |
| 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 | Рекуррентные 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         | Персептрон. Обучение, основанное на коррекции ошибок. Реализация булевых функций AND, OR и XOR при помощи персептрона.  | 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 моделирования искусственных сетей. Характеристики современных программных средств и систем моделирования искусственных сетей.   | 2            |
| 16       | 6         | Общие сведения и характеристики пакета Neural Networks Toolbox при решении задач: классификации, аппроксимации функции, прогнозирования 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 лабораторным работам №1 - №7 и оформление отчетов к лабораторным работам | "ПУМД, осн. лит., 3, гл. 1, 2, 3, 4";<br>"ПУМД, осн. лит., 2, гл. 2, 4, 7, 9";<br>"ЭУМД, 3, гл. 1, 2, 3";                                  | 6       | 10           |
| 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           |
| 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, 2"; "ЭУМД, 2, гл. 2, 3";                         | 6       | 6,5          |
| 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            |

### 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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-мestr | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес  | Макс. балл | Порядок начисления баллов  | Учи-тыва-ется в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|------|------------|--|--------------------|
| 1    | 6        | Текущий контроль | Лабораторная работа №1            | 0,06 | 2          | 2 балла: Программа работает правильно и корректно.<br>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.    | экзамен            |
| 2    | 6        | Текущий контроль | Лабораторная работа №2            | 0,06 | 2          | 2 балла: Программа работает правильно и корректно.<br>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.    | экзамен            |
| 3    | 6        | Текущий контроль | Лабораторная работа №3            | 0,06 | 2          | 2 балла: Программа работает правильно и корректно.<br>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.    | экзамен            |
| 4    | 6        | Текущий контроль | Лабораторная работа №4            | 0,06 | 2          | 2 балла: Программа работает правильно и корректно.<br>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.    | экзамен            |
| 5    | 6        | Текущий контроль | Лабораторная работа №5            | 0,06 | 2          | 2 балла: Программа работает правильно и корректно.<br>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.    | экзамен            |
| 6    | 6        | Текущий контроль | Лабораторная работа №6            | 0,06 | 2          | 2 балла: Программа работает правильно и корректно.<br>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.    | экзамен            |
| 7    | 6        | Текущий контроль | Лабораторная работа №7            | 0,06 | 2          | 2 баллов: Программа работает правильно и корректно.<br>1 баллов: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает. | экзамен            |
| 8    | 6        | Текущий контроль | Контрольная работа                | 0,18 | 5          | 5 баллов ставится в том случае, если все задачи решены правильно   | экзамен            |

|   |   |                          |         |   |   |         |
|---|---|--------------------------|---------|---|---|---------|
|   |   |                          |         |   | 4 балла ставится в том случае, если правильно решены четыре из пяти задач<br>3 балла ставится в том случае, если правильно решены три из пяти задач<br>2 балла ставится в том случае, если правильно решены две<br>1 балл ставится в том случае, если правильно решена одна задача<br>0 баллов ставится в том случае, если нет правильно решенных задач   |         |
| 9 | 6 | Промежуточная аттестация | Экзамен | - | 4<br>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<br>3 балла заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в экзаменационном билете задания, но отвечающий на дополнительные вопросы с затруднениями<br>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;<br>1 балл ставится студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных экзаменационным билетом заданий.<br>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 и контрольного мероприятия промежуточной аттестации. Контрольное мероприятие экзамена проводится в очной форме и является обязательным. Студенту 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. Оценочные материалы

|             |                     |      |
|-------------|---------------------|------|
| 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 |   |   |   |   |   | + | + |   | + |

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский ; пер. с пол. И. Д. Рудинского. - 2-е изд., стер. - М.: Горячая линия - Телеком, 2013. - 383 с. ил.

2. 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(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|-------------|--|
| Практические занятия и семинары | 327<br>(3б) | компьютеры, ПО   |
| Лабораторные занятия            | 333<br>(3б) | компьютеры, ПО   |
| Лекции                          | 336<br>(3б) | компьютер, проектор  |