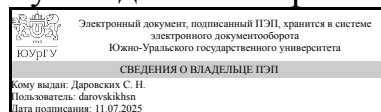


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



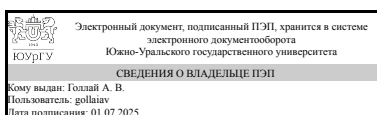
С. Н. Даровских

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.О.03 Современные нейросетевые технологии  
**для направления** 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
**уровень** Магистратура  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Информационные системы и технологии

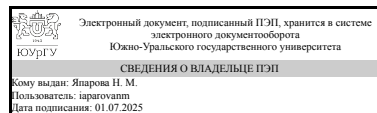
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 958

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., доц.



А. В. Голлай

Разработчик программы,  
д.техн.н., доц., профессор



Н. М. Япарова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Получение знаний об основных принципах построения нейронных сетей (НС), их архитектуре, типах нейронных сетей, теории обучения, основных моделях и их применении.

## Краткое содержание дисциплины

Принципы построения, обучения и функционирования искусственной нейронной сети. Распространенные архитектуры нейронных сетей прямого распространения и с обратными связями. Классы задач, решаемых с использованием нейронных сетей.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: современный уровень и основные направления в области нейросетевых технологий Умеет: выбирать необходимые ресурсы для решения задач в области инфокоммуникационных технологий и систем связи Имеет практический опыт: использования нейросетевых технологий для выполнения задач в области инфокоммуникационных технологий и систем связи
ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решении проектно-конструкторских и научно-исследовательских задач	Знает: базовые принципы нейросетевых технологий Умеет: применять нейронные сети для решения инженерных задач Имеет практический опыт: использования нейросетевых технологий для решения инженерных задач

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.07 Компьютерное проектирование и моделирование систем и устройств радиосвязи	1.Ф.03 Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем

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

Дисциплина	Требования
1.О.07 Компьютерное проектирование и моделирование систем и устройств радиосвязи	Знает: Принципы имитационного моделирования телекоммуникационных систем и сетей. Способы построения и функционирования аналоговых и цифровых систем коммутации.; Пакеты программ, которые используются для решения

	<p>задач. Умеет: Выполнять конкретные технические требования к качеству услуг и процессам их производства. Управлять задачами, которые решаются на суперкомпьютере. Разрабатывать алгоритмы обработки цифровых устройств Имеет практический опыт: Владения методами моделирования телекоммуникационных систем и сетей и методами расчета их пропускной способности. Методами проектирования систем коммутации.</p>
--	--

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	71,75	71,75
Разработать программу моделирования нейронной сети для решения конкретной задачи	36,75	36.75
Создать нейронную сеть для распознавания 26 букв латинского алфавита	35	35
Консультации и промежуточная аттестация	8,25	8,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общая характеристика искусственных нейронных сетей	16	8	8	0
2	Сети прямого распространения	16	8	8	0
3	Рекуррентные нейронные сети	16	8	8	0
4	Сверточные сети	16	8	8	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
----------	-----------	---	--------------

1,2	1	Цель и задачи дисциплины. Биологические предпосылки возникновения искусственных нейронных сетей. Структура человеческого мозга. Искусственные нейронные сети. Типы функций активации нейронов.	4
3-4	1	Сети прямого распространения. Персептрон Розенблатта. Методы обучения. Правило Хэбба. Метод стохастического градиента. Правило Видроу-Хоффа.	4
5-6	2	Алгоритм обратного распространения ошибки. Ньюансы обучения.	4
7-8	2	Нормализация данных. Паралич сети.	4
9-10	3	Сети с обратными связями. Структура и обучение сети Элмана. Сети Хопфилда.	4
11-12	3	Двунаправленная ассоциативная память (сеть Коско). Сети Хемминга. Обучение сети Хемминга.	4
13-14	4	Сверточные сети и принципы их обучения. Сверточный слой. Субдискретизирующий слой.	4
15-16	4	Сверточный слой. Субдискретизирующий слой.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1,2	1	Типы функций активации нейронов. Сети прямого распространения. Персептрон Розенблатта. Методы обучения. Правило Хэбба. Метод стохастического градиента. Правило Видроу-Хоффа. Контрольная точка №1	4
3,4	1	Алгоритм обратного распространения ошибки. Ньюансы обучения. Нормализация данных. Паралич сети. Выбывание из локального минимума. Эвристики для улучшения сходимости. Метод Левенберга-Марквардта. Последовательное формирование сети. Контрольная точка №2	4
5,6	2	Задачи классификации и кластеризации данных. Сети Кохонена. Правила конкурентного обучения WTA и WTM. Входная и выходная звезда Гроссберга. Алгоритм обучения слоя Кохонена. Алгоритм обучения слоя Гроссберга. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Контрольная точка №3	4
7,8	2	Однонаправленная сеть встречного распространения. Обучение сети. Двунаправленная сеть встречного распространения. Сети на основе радиальных базисных функций. Сравнение сетей RBF и многослойных персептронов. Контрольная точка №4	4
9,10	3	Сети с обратными связями. Структура и обучение сети Элмана. Сети Хопфилда. Двунаправленная ассоциативная память (сеть Коско). Сети Хемминга. Обучение сети Хемминга. Контрольная точка №5	4
11,12	3	ART- сети: структура и функционирование. Слой сравнения. Слой распознавания. Обучение ART-1.	4
13,14	4	Сверточные сети и принципы их обучения. Сверточный слой.	4
15,16	4	Каскадные сети. Субдискретизирующий слой. Контрольная точка №6	4

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на	Семестр	Кол-во

	ресурс		часов
Разработать программу моделирования нейронной сети для решения конкретной задачи	Ахметов Б.С., Горбаченко В.И., Лабораторный практикум по курсу «Нейронные сети», с. 141-146	2	36,75
Создать нейронную сеть для распознавания 26 букв латинского алфавита	Ахметов Б.С., Горбаченко В.И., Лабораторный практикум по курсу «Нейронные сети», с. 48-58	2	35

## 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	2	Текущий контроль	Контрольная точка №1	4	5	<p>5 - выставляется обучающемуся, если он владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы, подчеркивает при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы.</p> <p>4 - выставляется обучающемуся, если он владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах.</p> <p>3 - выставляется обучающемуся, если он владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов.</p> <p>2 - выставляется обучающемуся, если он допускает ошибки по существу вопросов.</p> <p>1 - выставляется обучающемуся, если он</p>	зачет

						владеет поверхностными знаниями. 0 - выставляется обучающемуся, если он не владеет знаниями.	
2	2	Текущий контроль	Контрольная точка №2	4	5	<p>5 - выставляется обучающемуся, если он владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы, подчеркивает при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы.</p> <p>4 - выставляется обучающемуся, если он владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах.</p> <p>3 - выставляется обучающемуся, если он владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов.</p> <p>2 - выставляется обучающемуся, если он допускает ошибки по существу вопросов.</p> <p>1 - выставляется обучающемуся, если он владеет поверхностными знаниями.</p> <p>0 - выставляется обучающемуся, если он не владеет знаниями.</p>	зачет
3	2	Текущий контроль	Контрольная точка №3	4	5	<p>5 - выставляется обучающемуся, если он владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы, подчеркивает при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы.</p> <p>4 - выставляется обучающемуся, если он</p>	зачет

					<p>владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах.</p> <p>3 - выставляется обучающемуся, если он владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов.</p> <p>2 - выставляется обучающемуся, если он допускает ошибки по существу вопросов.</p> <p>1 - выставляется обучающемуся, если он владеет поверхностными знаниями.</p> <p>0 - выставляется обучающемуся, если он не владеет знаниями.</p>	
4	2	Текущий контроль	Контрольная точка №4	4	5 <p>5 - выставляется обучающемуся, если он владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы, подчеркивает при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное; устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы.</p> <p>4 - выставляется обучающемуся, если он владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах.</p> <p>3 - выставляется обучающемуся, если он владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов.</p> <p>2 - выставляется обучающемуся, если он допускает ошибки по существу вопросов.</p> <p>1 - выставляется обучающемуся, если он владеет поверхностными знаниями.</p>	зачет

						0 - выставляется обучающемуся, если он не владеет знаниями.	
5	2	Текущий контроль	Контрольная точка №5	4	5	<p>5 - выставляется обучающемуся, если он владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы, подчеркивает при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы.</p> <p>4 - выставляется обучающемуся, если он владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах.</p> <p>3 - выставляется обучающемуся, если он владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов.</p> <p>2 - выставляется обучающемуся, если он допускает ошибки по существу вопросов.</p> <p>1 - выставляется обучающемуся, если он владеет поверхностными знаниями.</p> <p>0 - выставляется обучающемуся, если он не владеет знаниями.</p>	зачет
6	2	Текущий контроль	Контрольная точка №6	4	5	<p>5 - выставляется обучающемуся, если он владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы, подчеркивает при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы.</p> <p>4 - выставляется обучающемуся, если он владеет знаниями дисциплины почти в</p>	зачет



					<p>полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах.</p> <p>3 - выставляется обучающемуся, если он владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов.</p> <p>2 - выставляется обучающемуся, если он допускает ошибки по существу вопросов.</p> <p>1 - выставляется обучающемуся, если он владеет поверхностными знаниями.</p> <p>0 - выставляется обучающемуся, если он не владеет знаниями.</p>	
8	2	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5 <p>5 - выставляется обучающемуся, если он владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы, подчеркивает при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное; устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы.</p> <p>4 - выставляется обучающемуся, если он владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах.</p> <p>3 - выставляется обучающемуся, если он владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов.</p> <p>2 - выставляется обучающемуся, если он допускает ошибки по существу вопросов.</p> <p>1 - выставляется обучающемуся, если он владеет поверхностными знаниями.</p> <p>0 - выставляется обучающемуся, если он не владеет знаниями.</p>	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Собеседование	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
УК-1	Знает: современный уровень и основные направления в области нейросетевых технологий		+				+
УК-1	Умеет: выбирать необходимые ресурсы для решения задач в области инфокоммуникационных технологий и систем связи			+			+
УК-1	Имеет практический опыт: использования нейросетевых технологий для выполнения задач в области инфокоммуникационных технологий и систем связи					+	+
ОПК-4	Знает: базовые принципы нейросетевых технологий	+					+
ОПК-4	Умеет: применять нейронные сети для решения инженерных задач	+					+
ОПК-4	Имеет практический опыт: использования нейросетевых технологий для решения инженерных задач						+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Воскобойников, Ю. Е. Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad [Текст] учеб. пособие для техн. и экон. специальностей вузов Ю. Е. Воскобойников. - СПб. и др.: Лань, 2011. - 223, [1] с. ил., табл. 1 электрон. опт. диск
2. Крамер, Д. Математическая обработка данных в социальных науках : современные методы [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению и специальностям психологии Д. Крамер ; пер. с англ. И. В. Тимофеева, Я. И. Киселевой ; науч. ред. О. В. Митина. - М.: Академия, 2007. - 287, [1] с. ил.
3. Вычислительная техника и обработка данных [Текст] терминологический словарь фирмы IBM пер. с англ. Т. Тер-Микаэляна. - М.: Статистика, 1978. - 231 с.
4. Тепляков, С. Паттерны проектирования на платформе .NET [Текст] С. Тепляков. - СПб. и др.: Питер, 2016. - 316, [1] с. ил.
5. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский ; пер. с пол. И. Д. Рудинского. - 2-е изд., стер.. - М. : Горячая линия - Телеком, 2013. - 383 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Радиотехника

## 2. Вестник ЮУрГУ

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Ахметов Б.С., Горбаченко В.И. Лабораторный практикум по курсу «Нейронные сети». – Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2015. – 152 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Ахметов Б.С., Горбаченко В.И. Лабораторный практикум по курсу «Нейронные сети». – Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2015. – 152 с.

### Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(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	486 (3)	компьютеры с установленным программным обеспечением и выходом в Интернет