

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 16 » *апреля* 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль/программа подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования \_\_\_\_\_ бакалавриат \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Семестр	Трудоемкость, зач. ед., час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма проме- жуточного кон- троля (экс./зачет)
7	2/ 72	18		18	36	Зачет
Итого	2/ 72	18		18	36	Зачет

Владимир, 2016

*Панфилов*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наступила эпоха интеллектуальных систем. Технологии НС их составная часть. Знание НС необходимы при решении задач, возникающих при исследовании, проектировании и эксплуатации реальных технических, финансовых и других систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Нейронные сети» является обязательной дисциплиной вариативной части ОПОП бакалавров по направлению подготовки – Информатика и вычислительная техника. Дисциплина логически, содержательно и методически тесно связана с рядом теоретических дисциплин ОПОП.

Для успешного изучения дисциплины студенты должны быть знакомы с дисциплинами «Математика», «Численные методы», «Программирование», «Методы оптимизации».

Знания, полученные при изучении дисциплины, необходимы студентам для изучения дисциплин «Моделирование», «Методы оптимизации», специальных дисциплин, выполнения выпускной квалификационной работы.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен *обладать следующими общекультурными и профессиональными компетенциями:* использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, способность работы с информацией из различных источников, включая сетевые ресурсы сети Интернет, осваивать методики использования программных средств для решения практических задач (ОПК-2).

*Должны знать:* общую теорию нейронных сетей, базовые модели, алгоритмы обучения с учителем и самообучения, - прикладные программные инструменты для исследования нейронных сетей. *Уметь:* разрабатывать модели компонентов информационных систем, включая модели баз данных и модели интерфейсов "человек - электронно-вычислительная машина" (ПК-1).

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Нейронные сети» составляет 2 зачетные единицы, 72 часа, в том числе аудиторные занятия 36 часов, СРС 36 часов.

### Тематический план курса

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / % аудиторных занятий)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Экзамен	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Цели и задачи дисциплины. Программные средства и системы	7	1-2	2	2			4	2/50	
2	Основные понятия нейронные сети. Принципы, классификация, модели. Представление знаний	7	3-4	2	2			4	2/50	
3	Методы обучения. Принципы обучения. Обучение с учителем и самообучение. Теория статистического обучения.	7	5-6	2	2			4	2/50	Рейтинг-контроль №1
4	Однослойный персептрон. Алгоритм обучения. Байесовский классификатор.	7	7-8	2	2		-	4	2/50	
5	Линейные сети. Обучение. Задача адаптивной фильтрации	7	9-10	2	2		-	4	2/50	
6	Многослойный персептрон. Алгоритм обратного распространения ошибок.	7	11-12	2	2		-	4	2/50	Рейтинг-контроль №2
7	Модели самообучения. Карта и сеть Кохонена.	7	13-14	2	2			4	2/50	
8	Радиальные базисные сети.	7	15-16	2	2			4	2/50	
9	Другие нейросетевые модели. Приложения. Заключение	7	17-18	2	2			4	2/50	Рейтинг-контроль №3
<b>ИТОГО</b>				18	18			36	18/50	Зачет

## Основное содержание

### Лекции

Основные понятия нейронные сети

Что такое нейронные сети. Человеческий мозг. Модели нейронов. Типы функций активации. Стохастическая модель нейрона. Представление нейронных сетей с помощью направленных графов. Обратная связь. Архитектура сетей. Однослойные сети прямого распространения. Многослойные сети прямого распространения. Рекуррентные сети.

Представление знаний. Как встроить априорную информацию в структуру нейронной сети. Как встроить инварианты в структуру нейронной сети. Искусственный интеллект и нейронные сети. Историческая справка.

Методы обучения

Принципы обучения. Обучение, основанное на коррекции ошибок. Обучение на основе памяти. Обучение Хебба. Усиление и ослабление синаптической связи. Математические модели предложенного Хеббом механизма модификации синаптической связи. Конкуренционное обучение. Обучение Больцмана. Задача присваивания коэффициентов доверия.

Обучение с учителем. Обучение без учителя. Обучение с подкреплением, или нейродинамическое программирование.

Задачи обучения. Ассоциативная память. Распознавание образов. Аппроксимация функций. Управление. Фильтрация. Формирование диаграммы направленности.

Память. Память в виде матрицы корреляции. Извлечение из памяти.

Адаптация.

Статистическая природа процесса обучения.

Теория статистического обучения. Некоторые основные определения. Принцип минимизации эмпирического риска. VC-измерение. Важность VC-измерения и его оценка. Конструктивные, независимые от распределения пределы обобщающей способности обучаемых машин. Минимизация структурного риска. Вероятностно-корректная в смысле аппроксимации модель обучения. Сложность обучающего множества. Вычислительная сложность.

Однослойный персептрон

Введение. Задача адаптивной фильтрации. Методы безусловной оптимизации. Метод наискорейшего спуска. Метод Ньютона. Метод Гаусса-Ньютона. Линейный фильтр, построенный по методу наименьших квадратов. Фильтр Винера как ограниченная форма линейного фильтра, построенного по методу наименьших квадратов для эргодической среды.

Алгоритм минимизации среднеквадратической ошибки. Граф передачи сигнала для алгоритма LMS. Условия сходимости алгоритма LMS. Преимущества и недостатки алгоритма LMS. Графики процесса обучения. Изменение параметра скорости обучения по модели отжига.

Персептрон. Теорема о сходимости персептрона. Взаимосвязь персептрона и байесовского классификатора в гауссовой среде. Байесовский классификатор. Байесовский классификатор и распределение Гаусса.

Многослойный персептрон

Введение.

Алгоритм обратного распространения. Нейрон  $j$  — выходной узел. Нейрон  $j$  — скрытый узел. Два прохода вычислений. Функция активации. Скорость обучения. Последовательный и пакетный режимы обучения. Критерий останова. Алгоритм обратного распространения в краткой форме.

Задача XOR.

Эвристические рекомендации по улучшению работы алгоритма обратного распространения. Представление выхода и решающее правило. Компьютерный эксперимент. Байесовская граница решений. Экспериментальное построение оптимального многослойного персептрона. Извлечение признаков. Связь с линейным дискриминантом Фишера. Обратное распространение ошибки и дифференцирование. Матрица якобиана. Гессиан. Обобщение. Достаточный объем примеров обучения для корректного обобщения.

Аппроксимация функций. Теорема об универсальной аппроксимации. Пределы ошибок аппроксимации. "Проклятие размерности". Практические соображения. Перекрестная про-

верка. Выбор модели. Метод обучения с ранним остановом. Варианты метода перекрестной проверки. Методы упрощения структуры сети. Регуляризация сложности. Упрощение структуры сети на основе Гессиана.

Преимущества и ограничения обучения методом обратного распространения. Связность. Извлечение признаков. Аппроксимация функций. Вычислительная эффективность. Анализ чувствительности. Робастность. Сходимость. Локальные минимумы. Масштабирование.

Ускорение сходимости процесса обучения методом обратного распространения. Обучение с учителем как задача оптимизации. Метод сопряженных градиентов. Нелинейный алгоритм сопряженных градиентов в сжатом виде. Квазиньютоновские методы. Сравнение квазиньютоновских методов с методом сопряженных градиентов. Сети свертки.

Другие нейросетевые модели

Сети на основе радиальных базисных функций.

Машины опорных векторов.

Ассоциативные машины.

Анализ главных компонент.

Карты самоорганизации.

Модели на основе теории информации.

Стохастические машины и их аппроксимации в статистической механике.

Нейродинамическое программирование.

Временная обработка с использованием сетей прямого распространения.

Нейродинамика.

Динамически управляемые рекуррентные сети.

### **Лабораторные работы**

Содержание занятий – изучение нейронных сетей путем моделирования с использованием пакета MatLab. Из всего многообразия вопросов, относящемуся к этому направлению выбраны наиболее практически значимые.

#### *Темы лабораторных занятий:*

Изучение ППП Neural Network Toolbox MatLab.

Персептрон и однослойные нейронные сети.

Методы и алгоритмы обучения.

Многослойный персептрон.

Радиальные базисные сети.

Сети Кохонена.

Карты Кохонена.

Рекуррентные сети. Сети Хопфилда.

Машины опорных векторов.

Методика выполнения лабораторных работ: лабораторные работы выполняются в компьютерном классе кафедры ИВТ.

*Учебное пособие и методические указания к лабораторному практикуму:*

*Жирков В.Ф., Печникова Ю.В. «Нейронные сети».*

Подготовка к занятиям выполняется дома, в том числе на домашнем компьютере. Она заключается в изучении теории и подготовке объектов для тестирования в лаборатории. В лаборатории выполняется отладка, затем исследование изучаемых методов и моделей в соответствующей среде, анализ результатов, выводы, сдача работы преподавателю.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе преподавания дисциплины применяются мультимедийные образовательные технологии при чтении лекций и проведении практических и лабораторных занятий, дистанционные образовательные технологии при организации самостоятельной работы студентов, а также накопительная балльно-рейтинговую система оценки, включающая результаты текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

В учебный процесс встроены интерактивные образовательные технологии, включая информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), при осуществлении различных видов учебной работы. Это учебная дискуссия и электронные средства обучения.

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций сопровождается демонстрацией компьютерных программ и вариантов их интерактивного выполнения.

Все виды занятий проводятся в аудиториях и компьютерных классах с использованием Matlab.

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

Для промежуточной аттестации предлагается использование рейтинговой системы оценки, которая носит интегрированный характер и учитывает успешность студента в различных видах учебной деятельности, степень общекультурных и профессиональных компетенций студента.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости:

1. Отчет по выполненным *самостоятельным работам*, в том числе отчеты по подготовке и оформлению результатов лабораторных работ;
2. Выполнение контрольных работ;
3. Легучий устный или письменный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу;

### Вопросы рейтинг контроля

#### Рейтинг-контроль №1

Что такое нейронные сети. Основные определения. Область применения. Программные средства и системы. Основные понятия нейронные сети. Принципы, классификация, модели. Представление знаний. Методы обучения. Принципы обучения. Обучение с учителем и самообучение. Теория статистического обучения.

#### Рейтинг контроль №2

Однослойный перцептрон. Алгоритм обучения. Байесовский классификатор. Линейные сети. Обучение. Задача адаптивной фильтрации. Многослойный перцептрон. Алгоритм обратного распространения ошибок.

#### Рейтинг контроль №3

Карта и сеть Кохонена. Модели самообучения. Радиальные базисные сети. Другие нейросетевые модели.

## Темы самостоятельной работы студентов

Программные средства и системы.  
Основные понятия нейронные сети.  
Принципы, классификация, модели. Представление знаний  
Методы обучения. Принципы обучения. Обучение с учителем и самообучение. Теория статистического обучения.  
Однослойный персептрон. Алгоритм обучения. Байесовский классификатор.  
Линейные сети. Обучение. Задача адаптивной фильтрации.  
Многослойный персептрон. Алгоритм обратного распространения ошибок.  
Карта и сеть Кохонена Модели самообучения.  
Радиальные базисные сети.  
Другие нейросетевые модели.

## Перечень вопросов к зачету

Что такое нейронные сети.  
Модели нейронов.  
Архитектура сетей. Базовые варианты.  
Искусственный интеллект и нейронные сети.  
Представление знаний.  
Методы обучения  
Принципы обучения  
Обучение с учителем.  
Обучение без учителя.  
Задачи обучения.  
Память.  
Адаптация.  
Теория статистического обучения.  
Однослойный персептрон  
Методы безусловной оптимизации  
Алгоритм минимизации среднеквадратической ошибки.  
Теорема о сходимости персептрона.  
Байесовский классификатор.  
Многослойный персептрон  
Алгоритм обратного распространения.  
Аппроксимация функций.  
Сети на основе радиальных базисных функций.  
Методы самообучения.  
Сети с самоорганизацией.  
Рекуррентные сети.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Основная литература:

1. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике [Электронный ресурс] /: учеб. пособие / М.Г. Матвеев, А.С. Свиридов, Н.А. Алейникова. - М. : Финансы и статистика, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785279032792.html>
2. Автономный искусственный интеллект [Электронный ресурс] / Жданов А. А. - 4-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - (Адаптивные и интеллектуальные системы). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325405.html>
3. Алгоритмы категорирования персональных данных для систем автоматизированного проектирования баз данных информационных систем [Электронный ресурс] / А.В. Благодаров, В.С. Зияутдинов, П.А.

Корнев, В.Н. Малыш - М. : Горячая линия - Телеком, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203074.html>

*б) Дополнительная литература:*

4. Нейросетевые технологии в России (1982-2010) [Электронный ресурс] / Галушкин А.И., Симоров С.Н. - М. : Горячая линия - Телеком, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202282.html>
5. Искусственный интеллект. Элективный курс [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ясницкий Л.Н. - М. : БИНОМ, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996314812.html>
6. Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии [Электронный ресурс] / Червяков Н.И., Евдокимов А.А., Галушкин А.И., Лавриненко И.Н., Лавриненко А.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113861.html>
7. Нейронные сети: основы теории [Электронный ресурс] / Галушкин А.И. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991200820.html>
8. Самоорганизующиеся карты [Электронный ресурс] / Т. Кохонен. - М. : БИНОМ, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313488.html>

*в) Интернет-ресурсы:*

Рекомендуется использовать следующие Интернет-ресурсы:

1. <http://matlab.exponenta.ru/> - образовательный математический сайт.
2. <http://window.edu.ru/> - единое окно доступа к образовательным ресурсам.
3. <http://www.intuit.ru/> - интернет университет информационных технологий.

Коммуникационное обеспечение учебного процесса включает локальные вычислительные сети с выходом в Интернет.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Кафедра ВТ для подготовки студентов располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов занятий и научно-исследовательской работы студентов, предусмотренных учебным планом вуза и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Учебные лаборатории и классы оснащены современными компьютерами, объединенными локальными вычислительными сетями с выходом в Интернет. Студентам предоставлены все возможности практической работы на ЭВМ.

Программные средства обеспечения учебного процесса включают:


1. Windows - операционная система;
2. MS Office – сервисный пакет;
3. Matlab+Symulink - [пакет прикладных программ](#), система моделирования.

Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах кафедры ВТ.

Лекции читаются в аудиториях кафедры ВТ, оборудованных электронными проекторами.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника»

Рабочую программу составил к.т.н., профессор кафедры ВТ  В.Ф. Жирков  
(подпись, ФИО)

Рецензент:  
к.т.н., доцент кафедры ВТ  А.С. Меркутов

Рецензент:  
Ведущий инженер-программист встраиваемых систем ЗАО "Свидель" к.т.н.  Г.А. Лобачев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Вычислительная техника  
Протокол № 6 от 15 февраля 2016 года

Заведующий кафедрой  В.Н.Ланцов  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника»

Протокол № 1 от 15 февраля 2016 года

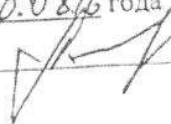
Председатель комиссии  В.Н.Ланцов  
(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 10 от 30.08.16 года

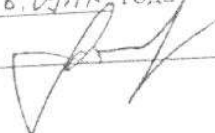
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 6.09.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2018/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 14.09.18 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 10.09.19 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.20 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

