

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(МИ ВлГУ)**

Кафедра ЭиВТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
_____ Д.Е. Андрианов
_____ 16.06.2020

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Нейрокомпьютерные системы

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль подготовки

Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
7	108 / 3	16		16	1,6	0,25	33,85	74,15	Зач.
Итого	108 / 3	16		16	1,6	0,25	33,85	74,15	

Муром, 2020 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: Дисциплина «Нейрокомпьютерные системы» предназначена для получения студентами направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» необходимых знаний в области проектирования и разработки искусственных нейронных сетей, создания на основе современных технологий и языков программирования нейросетевых продуктов для решения прикладных задач, формирование у студентов способностей к разработке программных продуктов для различных областей применения с использованием облачных-технологий. Программа дисциплины ставит перед студентами следующие задачи: познакомить студентов с базовыми концепциями построения искусственных нейронных сетей; дать представление о принципах проектирования нейросетей в соответствии с классом задачи; дать представление о современных технологиях машинного обучения, в частности, технологиях разработки искусственных нейронных сетей с применением облачных технологий; научить использовать современные языки и платформы для создания нейросетей, такие как TensorFlow, JavaScript, Python; научить создавать искусственные нейронные сети с использованием приведенных технологий с целью решение прикладных, научно-технических и производственных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Нейрокомпьютерные системы» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Программирование», «Системы управления базами данных», «Сети и телекоммуникации», «Теория автоматов», «Математическая логика и теория алгоритмов», «Технология программирования» и др. На дисциплине «Нейрокомпьютерные системы» базируется возможность проектирования и создания искусственных нейронных сетей в рамках написания выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2 Способен выполнять нейросетевое моделирование и проектирование нейросетевых систем	ПК-2.1 Разрабатывает модели нейронных сетей различной архитектуры; разрабатывает архитектуру нейросетевой системы на основе существующих моделей нейронных сетей.	Знать основы системного программирования и объектно-ориентированного подхода к программированию; методы исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности; интеллектуальные методы анализа информации для разработки и исследования устройств вычислительной техники и систем управления (ПК-2.1)	вопросы к устному опросу
	ПК-2.2 Разрабатывает стратегию обучения и тестирования нейросетевой системы.	Уметь работать с современными системами программирования, включая объектно-ориентированные; применять методы исследования в самостоятельной научно-	

		исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности; применять интеллектуальные методы анализа информации для разработки и исследования устройств вычислительной техники и систем управления (ПК-2.2)	
	ПК-2.3 Интегрирует отдельные нейронные сети в состав общей системы с применением существующих средств поддержки моделирования нейронных сетей.	Владеть методами и средствами разработки и оформления технической документации; навыками применения методов исследования в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности; навыками применения интеллектуальных методов анализа информации для разработки и исследования устройств вычислительной техники и систем управления (ПК-2.3)	

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Структура и	7	2		4						устный опрос, отчёт по лабораторной работе,

	функционирование биологических и искусственных нейронных сетей									тестирование	
2	Классификация, архитектура и алгоритмы наиболее известных нейронных сетей	7	2		4				23	устный опрос, отчёт по лабораторной работе, тестирование	
3	Основы теории и общая характеристика алгоритмов обучения	7	4		4				15	устный опрос, отчёт по лабораторной работе, тестирование	
4	Применения искусственных нейронных сетей	7	2						15	устный опрос	
5	Аппаратные средства, проблемы и перспективы нейрокомпьютерных систем	7	2						12,3	устный опрос, тестирование	
Всего за семестр		100	12		12			1,6	0,25	74,15	Зач.
Итого		100	12		12			1,6	0,25	74,15	

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 7

Лекция 1.

(2 часа).

Лекция 2.

(2 часа).

Раздел 1. Структура и функционирование биологических и искусственных нейронных сетей

Лекция 3.

Структура и функционирование биологических и искусственных нейронных сетей (2 часа).

Раздел 2. Классификация, архитектура и алгоритмы наиболее известных нейронных сетей

Лекция 4.

Классификация, архитектура и алгоритмы наиболее известных нейронных сетей (2 часа).

Раздел 3. Основы теории и общая характеристика алгоритмов обучения

Лекция 5.

Основы теории обучения нейронных сетей (2 часа).

Лекция 6.

Алгоритмы обучения нейронных сетей (2 часа).

Раздел 4. Применения искусственных нейронных сетей

Лекция 7.

Нейронные сети классификации образов и ассоциативной обработки информации (2 часа).

Раздел 5. Аппаратные средства, проблемы и перспективы нейрокомпьютерных систем

Лекция 8.

Нейронные сети управления объектами и робототехническими системами (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 7

Лабораторная 1.

(4 часа).

Раздел 1. Структура и функционирование биологических и искусственных нейронных сетей

Лабораторная 2.

Программные инструменты создания искусственных нейронных сетей. Создание простейших искусственных нейронных сетей. Процедуры обучения Хебба и Розеблатта (4 часа).

Раздел 2. Классификация, архитектура и алгоритмы наиболее известных нейронных сетей

Лабораторная 3.

Алгоритм обратного распространения ошибки на примере распознавания цифр в условиях помех (4 часа).

Раздел 3. Основы теории и общая характеристика алгоритмов обучения

Лабораторная 4.

Процедуры обучения Хебба и Розеблатта. Моделирование нейронных сетей аппроксимации функциональных зависимостей. Моделирование нейронных сетей предсказания сигналов и временных рядов (4 часа).

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Основные положения теории искусственных нейронных сетей.
2. Классификация нейронных сетей.
3. Основные концепции искусственных нейронных сетей.
4. Нейронные сети Хопфилда и Хэмминга.
5. Сеть типа ВАН.
6. Двухнаправленная ассоциативная память.
7. Машина Больцмана.
8. Алгоритм обучения Кохонена.
9. Нечеткие нейронные продукционные сети.
10. Нейронные нечеткие сети.
11. Применение искусственных нейронных сетей.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении лабораторных работ применяется имитационный или симуляционный подход. Шаги решения задач студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. В дальнейшем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. 1. Нейрокомпьютерные системы: Практикум для студентов образовательной программы 09.03.01 Информатика и вычислительная техника / сост. Проскуряков А.Ю. [Электронный ресурс]. - <https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=623>
2. 2. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем[Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, .— 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>.— ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/7003>

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. 1. Тарков М.С. Нейрокомпьютерные системы [Электронный ресурс] / М.С. Тарков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 170 с. — 5-9556-0063-9. - <http://www.iprbookshop.ru/52200.html>

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

1. Онлайн-учебник по машинному обучению - <https://academy.yandex.ru/handbook/ml>
2. Информационно-аналитический ресурс по машинному обучению и интеллектуальному анализу machinelearning.ru
3. Блог про технологии облачных сервисов от Mail.Ru Cloud Solutions=
<https://mcs.mail.ru/blog/>
4. Справочная документация облачной платформы Яндекс.Облако - <https://cloud.yandex.ru/docs>.

Программное обеспечение:

Microsoft Office Professional Plus 2013 Open License Pack No Level Academic Edition (Договор поставки №Сч-С-4278 от 06.10.2014 года)

MATLAB Classroom 100-149 Group All Platform Licenses (Государственный контракт №2.6.6.1 на закупку, установку, апробацию и внедрение современных средств САПР и библиотек проектирования от 20.11.2008 года)

Mozilla Firefox (MPL)

Microsoft Windows 7 Professional (Программа Microsoft Azure Dev Tools for Teaching (Order Number: IM126433))

Notepad++ (GNU GPL 3)

Kaspersky Anti-Virus Suite для WKS и FS (Лицензия от 02.02.2021)

Adobe Acrobat Reader DC (Общие условия использования продуктов Adobe)

StarUML (Proprietary commercial software (formerly GNU GPL))

Python 3.9.4 (Python Software Foundation License)

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

mivlgu.ru
iprbookshop.ru
mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория сетевых технологий и систем пространственного позиционирования
Компьютер IN WIN - 12 шт.; проектор NEC Projector NP40G; экран настенный, акустическая система

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебным пособием.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторная работа проводится в компьютерном классе. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу компьютерного моделирования в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Методические указания для самостоятельной работы размещены на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=623>. Для самостоятельной работы также используются издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы. Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение: 1. Основные положения теории искусственных нейронных сетей. Классификация нейронных сетей. 2. Основные концепции искусственных нейронных сетей. Нейронные сети Хопфилда и Хэмминга. 3. Сеть типа ВМ. Двухнаправленная ассоциативная память. Машина Больцмана. 4. Алгоритм обучения Кохонена. 5. Нечеткие нейронные продукционные сети. 6. Нейронные нечеткие сети. 7. Применение искусственных нейронных сетей.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *09.03.01 Информатика и вычислительная техника* и профилю подготовки *Вычислительные машины, комплексы, системы и сети*
Рабочую программу составил *к.т.н., доцент кафедры ЭиВТ, Проскуряков А.Ю.*_____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ЭиВТ* протокол № 24 от 27.05.2020 года.
Заведующий кафедрой *ЭиВТ* _____ *Кропотов Ю.А.*
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета ФРЭКС

протокол № 9 от 11.06.2020 года.
Председатель комиссии ФРЭКС _____ *Белов А.А.*
(Подпись)

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине
Нейрокомпьютерные системы

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости
по дисциплине**

Примерные тестовые вопросы для проведения текущего контроля знаний студентов.

1 Какая функция активации характеризуется резким изменением своего состояния

А) жесткая пороговая функция

Б) гистерезис

В) сигмоид

Г) тангенс

2 Какое из этих свойств не относится к нейронным сетям

А) обучение

Б) обобщение

В) открытость

Г) динамичность

3 Какой из свойств относится к нейронным сетям

А) многоуровневость

Б) линейность

В) абстрагирование

Г) применимость

4 Персептрон относится к классу сетей ...

А) полносвязного распространения

Б) многослойного распространения

В) обратного распространения

Г) прямого распространения

5 Задача нейронной сети, заключающаяся в указании принадлежности входного образа, представленного вектором признаков, одному или нескольким предварительно определенным множествам, называется

А) классификация

Б) кластеризация

В) прогнозирование

Г) разделение

6 Задача нейронной сети, заключающаяся в разделении входных данных на группы со сходными характеристиками, называется

А) кластеризация

Б) классификация

В) разделение

Г) разбиение

7 Задача нейронной сети, заключающаяся в нахождении по входным данным

$\{y_1, \dots, y_k\}$, содержащим какую-либо функцию, значений $\{y_{k+1}, \dots, y_m\}$, продолжающих эту функцию, называется ...

А) прогнозирование

Б) аппроксимация

В) интерполяция

Г) пролонгирование

8 Задача нейронной сети, заключающаяся в нахождении такого решения, которое удовлетворяет системе ограничений и максимизирует или минимизирует целевую функцию, называется

А) оптимизация

Б) аппроксимация

В) интерполяция

Г) максимизация

- 9 Что является явным преимуществом использования нейронных сетей для решения практических задач
- А) Устойчивость к шумам во входных данных
 - Б) Независимость от платформы-исполнителя
 - В) Большое количество специалистов в этой области
 - Г) Адаптирование к изменениям окружающей среды
- 10 Машинное обучение может включать два разных способа обработки информации:
- А) индуктивный и дедуктивный
 - Б) индуктивный и конструктивный
 - В) нативный и адаптивный
 - Г) дедуктивный и адаптивный

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	устный опрос, 1 тест, 1 отчет по лабораторным работам	до 20 баллов
Рейтинг-контроль 2	устный опрос, 1 тест, 1 отчет по лабораторным работам	до 20 баллов
Рейтинг-контроль 3	устный опрос, 1 тест, 2 отчета по лабораторным работам	до 40 баллов
Посещение занятий студентом	контроль посещаемости	до 16 баллов
Дополнительные баллы (бонусы)	за своевременную защиту всех лабораторных	4
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	нет	0

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

Примерные тестовые вопросы для проведения текущего контроля знаний студентов.

1 Какая функция активации характеризуется резким изменением своего состояния

- А) жесткая пороговая функция
- Б) гистерезис
- В) сигмоид
- Г) тангенс

2 Какое из этих свойств не относится к нейронным сетям

- А) обучение
- Б) обобщение
- В) открытость
- Г) динамичность

3 Какой из свойств относится к нейронным сетям

- А) многоуровневость
- Б) линейность
- В) абстрагирование
- Г) применимость

4 Персептрон относится к классу сетей ...

- А) полносвязного распространения
- Б) многослойного распространения
- В) обратного распространения

Г) прямого распространения

5 Задача нейронной сети, заключающаяся в указании принадлежности входного образа, представленного вектором признаков, одному или нескольким предварительно определенным множествам, называется

А) классификация

Б) кластеризация

В) прогнозирование

Г) разделение

6 Задача нейронной сети, заключающаяся в разделении входных данных на группы со сходными характеристиками, называется

А) кластеризация

Б) классификация

В) разделение

Г) разбиение

7 Задача нейронной сети, заключающаяся в нахождении по входным данным $\{y_1, \dots, y_k\}$, содержащим какую-либо функцию, значений $\{y_{k+1}, \dots, y_m\}$, продолжающих эту функцию, называется ...

А) прогнозирование

Б) аппроксимация

В) интерполяция

Г) пролонгирование

8 Задача нейронной сети, заключающаяся в нахождении такого решения, которое удовлетворяет системе ограничений и максимизирует или минимизирует целевую функцию, называется

А) оптимизация

Б) аппроксимация

В) интерполяция

Г) максимизация

9 Что является явным преимуществом использования нейронных сетей для решения практических задач

А) Устойчивость к шумам во входных данных

Б) Независимость от платформы-исполнителя

В) Большое количество специалистов в этой области

Г) Адаптирование к изменениям окружающей среды

10 Машинное обучение может включать два разных способа обработки информации:

А) индуктивный и дедуктивный

Б) индуктивный и конструктивный

В) нативный и адаптивный

Г) дедуктивный и адаптивный

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

На основе типовых вопросов, представленных в п. 6.3, осуществляется проведение устных опросов преподавателем студентов в течении семестра, а также выполнение ими контрольных работ на 6 и 12 контрольных неделях, с выставлением промежуточных результатов за соответствующие контрольные недели.

При этом для подготовки к опросам, контрольным работам, а также при выполнении лабораторных работ, курсового проектирования студентам рекомендуется пользоваться методическими указаниями в системе iör

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<i>Высокий уровень</i>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<i>Продвинутый уровень</i>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<i>Пороговый уровень</i>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<i>Компетенции не сформированы</i>

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Примерные тестовые вопросы закрытой формы:

1 Переобучение - это:

- А) Излишне точное соответствие нейронной сети конкретному набору обучающих векторов, при котором сеть теряет способность к обобщению
- Б) Зацикливание процесса обучения
- В) Паралич сети
- Г) Обучение на основе обратного распространения ошибки

2 Алгоритм обратного распространения - это:

- А) Алгоритм обучения без учителя
- Б) Алгоритм обучения Хебба
- В) Алгоритм обучения с учителем
- Г) алгоритм функционирования сети

3 Обучение с учителем в НС является:

- А) Обучение карт Кохонена
- Б) Обучение с использованием обучающих пар
- В) Обучение звезд Гроссберга
- Г) Обучение с репетитором

4 Точка соединения отростков нейронов называется:

- А) Аксон
- Б) Дендрит
- В) Синапс
- Г) Спайк

5 Выходной отросток нейрона называется:

- А) Аксон
- Б) Дендрит
- В) Синапс
- Г) Спайк

Примерные тестовые вопросы открытой формы:

1. Нейронные сети в простом варианте Кохонена не могут быть огромными, поэтому их делят на гиперслои (гиперколонки) и ядра (микроколонки). Если сравнивать с мозгом человека, то идеальное количество параллельных слоёв не должно быть более ...?

2. Сети с фиксированными связями (весовые коэффициенты нейронной сети выбираются сразу, исходя из условий задачи, при этом: $dW/dt = \dots$, где W — весовые коэффициенты сети) Чему равно выражение?

3. В каком году Френсис Розенблат предложил свою модель нейронной сети?

4. Диапазон значений у гиперболического тангенса равен [...,1]:

5. Точка соединения отростков нейронов называется (в ответ слово):

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=623&category=30033%2C21306&qshowtext=0&recurse=0&showhidden=0>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.