Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 18:24:39
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО
Декан факультета
Информационных технологий

_____ / Д.Г. Демидов /

«_27_» ____февраля_____ 2025 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## «Искусственные нейронные сети»

Направление подготовки
**09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»**

Профиль подготовки
**«Интеллектуальные беспилотные системы»**

Год начала обучения:
**2025**

Квалификация (степень) выпускника
**Бакалавр**

Форма обучения
**Очная**

**Москва – 2025**

Программа дисциплины «**Искусственные нейронные сети**» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению **09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»** профилю подготовки **«Интеллектуальные беспилотные системы».**

**Составитель рабочей программы:**

к. т. н., доцент кафедры / Е.В. Петрунина /

**Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «СМАРТ-технологии»**

Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент / Е.В. Петрунина /

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой «СМАРТ-технологии»,
к.т.н., доцент / Е.В. Петрунина /

## Содержание


1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Структура и содержание дисциплины
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения)
3.1.1 Очная форма обучения
3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)
3.2.1 Очная форма обучения
3.3 Содержание дисциплины
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий
3.5 Тематика вопросов для самостоятельного изучения
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение
4.1 Основная литература
4.2 Дополнительная литература
4.3 Электронные образовательные ресурсы
4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение
4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы
5 Материально-техническое обеспечение
6 Методические рекомендации
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
6.3 Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
7 Фонд оценочных средств
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения
7.3 Оценочные средства
7.3.1 Текущий контроль на лабораторных занятиях
7.3.2 Промежуточная аттестация (экзамен)

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| ОПК-8. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения | ОПК-8.1 Знать основные принципы и методы разработки алгоритмов, как строится алгоритм, понимать используемый язык программирования.<br>ОПК-8.2 Уметь понимать написанные алгоритмы в разных видах: в блок-схемах, в программном коде, текстовым видом.<br>ОПК-8.3 Владеть навыком написания кода, методами, необходимыми для разработки алгоритмов и программ, пригодных для практического применения. |
| ПК-3. Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение | ПК-3.1 Знать основные принципы написания программного кода, алгоритма.<br>ПК-3.2 Уметь оперировать командами языка программирования и писать код, разрабатывать алгоритм, необходимы для решения поставленной задачи.<br>ПК-3.3 Владеть навыками решения поставленных задач, знаниями об используемом языке программирования. |
| ПК-5. Способен разрабатывать и применять системы на базе технологий искусственного интеллекта и беспилотной робототехники | ПК-5.1 Знать основные принципы применения искусственных нейронных сетей в системах автоматизации.<br>ПК-5.2 Уметь разрабатывать алгоритмы обработки данных и формирования управляющих команд с использованием искусственных нейронных сетей.<br>ПК-5.3 Владеть навыками разработки интеллектуальных приложений с интегрированными искусственными нейронными сетями. |

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Искусственные нейронные сети» относится к дисциплинам базовой части (Блока 1) основной образовательной программы бакалавриата; изучается во 5 семестре. Дисциплина базируется на следующих знаниях и навыках, приобретенных при освоении дисциплин:

- Программное обеспечение рабочего места оператора;
- Программирование и основы алгоритмизации;
- Программирование и алгоритмизация на языках высокого уровня;
- Проектирование алгоритмов систем управления;
- Системы технического зрения в автоматизированных системах управления;
- Алгоритмы и структуры данных в робототехнике;
- Математический анализ;
- Линейная алгебра;
- Теория вероятностей и математическая статистика.

## 3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения)

#### 3.1.1 Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 5 |
| 1 | Аудиторные занятия | 54 | 54 |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 18 | 18 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | | |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 36 | 36 |
| 2 | Самостоятельная работа | 90 | 90 |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Подготовка к практическим занятиям | 72 | 72 |
| 2.2 | Тестирование | 18 | 18 |
| 3 | Промежуточная аттестация | | |
| | Экзамен | | |
| | Итого: | 144/4 | 144/4 |

### 3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)

#### 3.2.1 Очная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| 1 | Тема 1. Введение. Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные положения, понятия и определения. | | 2 | | 4 | | 12 |
| 2 | Тема 2. Модели представления знаний | | 2 | | 4 | | 12 |
| 3 | Тема 3. Нейрокибернетика и кибернетика «черного ящика» | | 2 | | 4 | | 12 |
| 4 | Тема 4. Искусственные нейронные сети (ИНС) | | 2 | | 4 | | 12 |
| 5 | Тема 5. Персептроны. Классификация персептронов. Линейная разделимость. | | 2 | | 4 | | 12 |
| 6 | Обучение искусственных нейронных сетей | | 2 | | 4 | | 12 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Предобработка данных. Принцип максимизации энтропии. Формирование оптимального пространства признаков. | | 2 | | 4 | | 12 |
| 8 | Прикладные задачи применения искусственных нейронных сетей | | 4 | | 8 | | 24 |
| Итого | | | 18 | | 36 | | 108 |

### 3.3 Содержание дисциплины

**Тема 1.** Введение
Краткая история возникновения и развития ИИ. Идея создания искусственного подобия человека для решения сложных задач и моделирования человеческого разума. О термине «искусственный интеллект». Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные положения, понятия и определения.

**Тема 2.** Модели представления знаний
Определение данных. Этапы трансформации данных при обработке. Определение знаний. Этапы трансформации знаний. Различие между понятиями «данные» и «знания». Генерация и интерпретация знаний. Поверхностные и глубинные знания. Процедурные и декларативные знания. Модели представления знаний: продукционные модели; семантические сети; фреймы; формальные логические модели.

**Тема 3.** Нейрокибернетика и кибернетика «черного ящика»
Биологические аспекты нервной деятельности. Биологический нейрон. Биологические аспекты нервной деятельности. Нейронные сети как основа центральной и периферийной нервной системы. Биологические аспекты нервной деятельности. Биологическая изменчивость и обучение нейронных сетей. Программно-аппаратное моделирование структур, подобных структуре мозга. Искусственный нейрон. Формальный нейрон Маккалока-Питтса. Поиски алгоритмов решения интеллектуальных задач на существующих моделях компьютеров. Кибернетические модели и подходы. Основные направления развития ИИ.

**Тема 4.** Искусственные нейронные сети (ИНС)
Искусственный нейрон и ИНС. Синапсы и синапсические связи. Уровни сложности нейросетей. Задачи, решаемые с помощью ИНС. Преимущества нейронных сетей. Недостатки нейросетей. Функция активации. Виды функций активации: единичная ступенчатая, логистическая, гиперболический тангенс. Свойства сигмоидальных функций активации. Виды ИНС. Однослойные нейронные сети. Многослойные нейронные сети. Сети прямого распространения. Сети с обратными связями. Обучение нейронной сети. Обучающая и тестовая выборки. Обучение с учителем. Обучение без учителя. Алгоритм обучения по методу обратного распространения ошибки.

**Тема 5.** Персептроны
Персептрон как простейший вид ИНС. Сенсоры, ассоциативные элементы, реагирующие элементы. Персептрон Розенблатта. Теорема об обучении персептрона. Персептронная представляемость. Проблема функции ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ. Линейная разделимость. Преодоление проблемы линейной разделимости. Классификация персептронов. Персептрон с одним скрытым слоем (элементарный персептрон). Однослойный персептрон. Сравнение однослойного персептрона и искусственного нейрона. Многослойный персептрон по Розенблатту. Многослойный персептрон по Румельхарту. Задачи, решаемы персептроном. Задачи классификации. Теоремы Розенблатта. Линейная разделимость.

**Тема 6.** Обучение искусственных нейронных сетей
Обучение с учителем: классификация образов. Обучение с учителем: аппроксимация многомерных функций. Теорема Колмогорова. Теорема Стоуна. Алгоритм обратного распространения ошибки. Проблемы обучения: ошибка аппроксимации; переобучение; ошибка, связанная со сложностью модели. Оптимизация размера сети. Адаптивная оптимизации архитектуры сети. Валидация обучения. Обучение сети при обработке изображений методом градиентного спуска. Обучение без учителя: Структура слоя Кохоненна. Структура слоя Гроссберга. Обучение слоя Кохонена. Предварительная обработка входных векторов. Выбор начальных значений весовых векторов. Статистические свойства обученной сети. Обучение слоя Гроссберга. Сеть встречного распространения полностью. Сети встречного распространения. Сжатие данных. Сети с обратными связями. Нейродинамика в модели Хопфилда. Правило обучения Хебба. Ассоциативность памяти и задача распознавания образов. Сеть Хемминга. Двунаправленная ассоциативная память. Применения сети Хопфилда к задачам комбинаторной оптимизации. Метод иммитации отжига. Машина Больцмана. Оптимизация с помощью сети Кохонена. Растущие нейронные сети.

**Тема 7.** Предобработка данных
Общие вопросы подготовки данных. Максимизация энтропии как цель предобработки. Кодирование нечисловых переменных. Отличие между входными и выходными переменными. Индивидуальная нормировка данных. Совместная нормировка: выбеливание входов. Понижение размерности входов методом главных компонент. Восстановление пропущенных компонент данных. Понижение размерности входов с помощью нейросетей. Квантование входов. Линейная значимость входов. Нелинейная значимость входов. Box-counting алгоритмы. Формирование оптимального пространства признаков.

**Тема 8.** Прикладные задачи применения искусственных нейронных сетей
Сверточные сети. Обработка изображений с применением скользящего ядра. Обучение сети. Алгоритмические методы сегментации в задачах обработки изображений. Нейронные сети для сегментации изображений. Архитектура U-Net.
Рекуррентные нейронные сети. Предобученные модели. Современные архитектуры сетей. Автокодировщики, VAE, CVAE, Генеративные состязательные сети. Генератор. Дискриминатор. Обучение.

### 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

***Лабораторные работы***
Лабораторная работа №1 «Ознакомление с фреймворком Scilearn. Препроцессинг данных. Нормализация.»
Лабораторная работа №2 «Tensorflow. Ознакомление с фреймворком Keras. Решение задачи классификации изображений. MLP»
Лабораторная работа №3 «Обучение нейронной сети. Гиперпараметры. Подбор гиперпараметров с помощью KerasTuner. Переобучение, недообучение.»
Лабораторная работа №4 «Создание модели сверточной нейронной мети для решения задачи распознавания букв латинского алфавита»
Лабораторная работа №5 «Переобучение, недообучение Внутренний ковариационный сдвиг. Инициализация параметров. Предактивационная нормализация.»
Лабораторная работа №6 «CNN. Архитектуры RCNN, FastCNN, ResNet.»
Лабораторная работа №7 «Глубокое обучение. Использование предобученных моделей для решения задачи классификации»
Лабораторная работа №8 «RNN. Применение рекуррентных сетей в задачах предиктивной анаитики. Слой LSTM»

Лабораторная работа №9 «Автокодировщики. VAE, CVAE. Генератиные состязательные сети.»

Для проведения лабораторных работ требуется компьютерный класс. объеденный в локальную сеть с выходом в Интернет. Компьютеры должны быть объединены локальной сетью. Необходим выход в глобальную сеть Интернет. Требуемое программное обеспечением: компилятор языка Python, Tensorflow с пакетом Keras, текстовый редактор, офисный пакет LibreOffice.

Компьютерный класс должен иметь возможность обновления и установки дополнительного свободно распространяемого программного обеспечения.

### 3.5 Тематика вопросов для самостоятельного изучения

• Изучение тенденции применения различных языков программирования при решении разных практических задач.

• Изучение сред разработки, систем управления версиями.

• Изучение методов коллективной разработки.

• Изучение средств автоматизированного тестирования приложений.

## 4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Основная литература


1. Яхъяева Г. Э. Основы теории нейронных сетей. – Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016 г. – 200 с. (http://www.knigafund.ru/books/178963).
2. Семенов А., Соловьев Н., Чернопрудова Е., Цыганков А. Интеллектуальные системы: учебное пособие. – ОГУ, 2013 г. – 236 с. (http://www.knigafund.ru/books/181693).


### 4.2 Дополнительная литература


1. Емельянов В.В., Курейчик В.М., Курейчик В.В. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 432 с. – ISBN 5-9221-0337-7. (www.knigafund.ru/books/207330)
2. Бречка, Д.М. Алгоритмы машинных вычислений: учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Омск : ОмГУ, 2014. — 64 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/75387 — Загл. с экрана.
3. Окулов, С.М. Алгоритмы компьютерной арифметики. [Электронный ресурс] / С.М. Окулов, С.М. Лялин, О.А. Пестов, Е.В. Разова. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 288 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/66112 — Загл. с экрана.
4. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И. Д. Рудинского. – М.: Горячая линия –Телеком, 2006. – 452 с.
5. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с. (Науки об искусственном). – ISBN 5-8360-0330-0.
6. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
7. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей. Кн.1: Учебное пособие для вузов. – М.: ИПЖР, 2000. – 416 с.
8. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. – 304 с. – (Серия «Информатика в техническом университете»).

### 4.3 Электронные образовательные ресурсы

1. Платформа цифрового образования Мосполитеха (ЭОР): – Нейросетевые технологии – https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=13407
2. https://habrahabr.ru/
3. https://tproger.ru/tag/c-language/
4. https://prog-cpp.ru/c/

### 4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft Windows 10, Microsoft Visual Studio Professional 2017 - Microsoft DreamSpark, subscriber id: 1204033694.
2. Среда разработки Microsoft VisualStudio с установленным пакетом расширения языка Python
3. Офисный пакет Libre Office или Microsoft Office
4. Mathworks MatLab с пакетом FuzzyLogicToolbox

### 4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Справочно-правовая системы «КонсультантПлюс: Некоммерческая интернетверсия» https://www.consultant.ru/online/
2. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru
3. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
5. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
6. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
7. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

## 5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерные классы с оснащением: столы, стулья, аудиторная доска, использование переносного мультимедийного комплекса (переносной проектор, персональный ноутбук).
2. Персональные компьютеры, мониторы, мышки, клавиатуры. Рабочее место преподавателя: стол, стул.
3. Аудитория для самостоятельной работы.
4. Библиотека, читальный зал.

## 6 Методические рекомендации

### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

1. При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы – теоретические сведения, задачи и др. При проведении занятия следует контролировать подачу материала и решение заданий с учетом учебного времени, отведенного для занятия.
2. При проверке работ и отчетов следует учитывать не только правильность выполнения заданий, но и оптимальность выбранных методов решения, правильность выполнения всех его шагов.
3. При организации и проведения экзаменов в практико-ориентированной форме следует использовать утвержденные кафедрой Методические рекомендации.

## 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Получение углубленных знаний по дисциплине достигается за счет активной самостоятельной работы обучающихся. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с учебной и научной литературой по проблемам дисциплины, анализа научных концепций.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачѐта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «не удовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Искусственные нейронные сети».

## 6.3 Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья: - создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и ассимиляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи: - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут; - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления, обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Для обеспечения подготовки людей в формате очной аудиторной работы с ограниченными возможностями движения выбираются аудитории с доступностью в рамках требований по организации безбарьерной среды движения.

## 7 Фонд оценочных средств

### 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| ОПК-8Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения | | | | |
| **знать:** основные принципы и методы разработки алгоритмов, как строится алгоритм, понимать используемый язык программирования | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний основных характеристик, областей применения модулей управления и систем различных типов, состава, структуры, принципов организации вычислительных сетей и принципов передачи данных в них. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний основных характеристик, областей применения модулей управления и систем различных типов, принципов организации вычислительных сетей и принципов передачи данных в них Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний основных характеристик, областей применения модулей управления и систем различных типов, состава, структуры, принципов организации вычислительных сетей и принципов передачи данных в них. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний основных характеристик, областей применения модулей управления и систем различных типов, состава, структуры, принципов организации вычислительных сетей и принципов передачи данных в них. Свободно оперирует приобретенными знаниями. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **уметь:** понимать написанные алгоритмы в разных видах: в блок-схемах, в программном коде, текстовым видом. | Обучающийся не умеет пользоваться инструментальными средствами ОС, использовать команды управления системой, настраивать сетевые сервисы. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: пользоваться инструментальными средствами ОС, использовать команды управления системой, настраивать сетевые сервисы. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: пользоваться инструментальными средствами ОС, использовать команды управления системой, настраивать сетевые сервисы. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: пользоваться инструментальными средствами ОС, использовать команды управления системой, настраивать сетевые сервисы. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:** навыком написания кода, методами, необходимыми для разработки алгоритмов и программ, пригодных для практического применения. | Обучающийся не владеет навыками поддержки работоспособности вычислительной машины в процессе ее эксплуатации, навыками настройки компьютера для работы в сети и проверки качества связи между компьютерами. | Обучающийся в неполном объеме владеет навыками поддержки работоспособности вычислительной машины в процессе ее эксплуатации, навыками настройки компьютера для работы в сети и проверки качества связи между компьютерами. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает | Обучающийся частично владеет навыками поддержки работоспособности вычислительной машины в процессе ее эксплуатации, навыками настройки компьютера для работы в сети и проверки качества связи между компьютерами. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, | Обучающийся в полном объеме владеет навыками поддержки работоспособности вычислительной машины в процессе ее эксплуатации, навыками настройки компьютера для работы в сети и проверки качества связи между компьютерами. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | нестандартные ситуации. | |
| **ПК-3 Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение** | | | | |
| Знать основные принципы написания программного кода, алгоритма. | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний принципов написания программного кода, составления алгоритмов, проектирования программного обеспечения | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний принципов написания программного кода, составления алгоритмов, проектирования программного обеспечения Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний основных принципов написания программного кода, составления алгоритмов, проектирования программного обеспечения Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний основных принципов написания программного кода, составления алгоритмов, проектирования программного обеспечения. Свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| Уметь оперировать командами языка программирования и писать код, разрабатывать алгоритм, необходимы для решения поставленной задачи. | Обучающийся не умеет пользоваться инструментальными средствами разработки программного обеспечения, не показывает умения проектирования алгоритмов и прогнаммного обеспечения для обработки данных и реализации систем управления. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: пользоваться инструментальными средствами разработки программного обеспечения, не показывает умения проектирования алгоритмов и прогнаммного обеспечения для обработки данных и реализации систем управления. Допускаются значительные | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: пользоваться инструментальными средствами разработки программного обеспечения, не показывает умения проектирования алгоритмов и прогнаммного обеспечения для обработки данных и реализации систем управления. Умения освоены, но допускаются | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: пользоваться инструментальными средствами разработки программного обеспечения, не показывает умения проектирования алгоритмов и прогнаммного обеспечения для обработки данных и реализации систем управления.Свободно оперирует приобретенными |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| Владеть навыками решения поставленных задач, знаниями об используемом языке программирования. | Обучающийся не владеет навыками решения поставленных задач на выбранном языке программирования, подготовки и чтения программной документации. | Обучающийся в неполном объеме владеет навыками решения поставленных задач на выбранном языке программирования, подготовки и чтения программной документации. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет навыками решения поставленных задач на выбранном языке программирования, подготовки и чтения программной документации. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет навыками решения поставленных задач на выбранном языке программирования, подготовки и чтения программной документации. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |
| **ПК-5. Способен разрабатывать и применять системы на базе технологий искусственного интеллекта и беспилотной робототехники** | | | | |
| Знать основные принципы применения искусственных нейронных сетей в системах автоматизации. | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний принципов обработки данных с применением искусственных нейронных сетей в системах автоматизации | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний принципов обработки данных с применением искусственных нейронных сетей в системах автоматизации. Допускаются значительные ошибки, | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний основных принципов обработки данных с применением искусственных нейронных сетей в системах автоматизации. Допускаются незначительные | Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний основных принципов обработки данных с применением искусственных нейронных сетей в системах автоматизации. Свободно оперирует |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | приобретенными знаниями. |
| Уметь разрабатывать алгоритмы обработки данных и формирования управляющих команд с использование м искусственных нейронных сетей. | Обучающийся не умеет разрабатывать алгоритмы получения и обработки данных и формирования управляющих команд с использованием искусственных нейронных сетей. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: разрабатывать алгоритмы получения и обработки данных и формирования управляющих команд с использованием искусственных нейронных сетей. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: разрабатывать алгоритмы получения и обработки данных и формирования управляющих команд с использованием искусственных нейронных сетей.. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: разрабатывать алгоритмы получения и обработки данных и формирования управляющих команд с использованием искусственных нейронных сетей. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| Владеть навыками разработки интеллектуаль ных приложений с интегрированн ыми искусственным и нейронными сетями. | Обучающийся не владеет навыками разработки интеллектуальных приложений с интегрированными искусственными нейронными сетями. | Обучающийся в неполном объеме владеет навыками разработки интеллектуальных приложений с интегрированными искусственными нейронными сетями. Допускаются значительные ошибки, | Обучающийся частично владеет навыками разработки интеллектуальных приложений с интегрированными искусственными нейронными сетями. Навыки освоены, но допускаются незначительные | Обучающийся в полном объеме владеет навыками разработки интеллектуальных приложений с интегрированными искусственными нейронными сетями. Свободно применяет полученные навыки в |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | ситуациях повышенной сложности. |

## 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

***Критерии оценки ответа на экзамене***

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| *Отлично* | *Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.* |
| *Хорошо* | *Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.* |
| *Удовлетворительно* | *Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.* |
| *Неудовлетворительно* | *Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.* |

***Критерии оценки работы обучающегося на лабораторных занятиях***

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| *Отлично* | *Выполнены все практические задания, предусмотренные* |

| | |
|---|---|
| | *практическими занятиями, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, активно работал на практических занятиях.* |
| *Хорошо* | *Выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы, достаточно активно работал на практических занятиях.* |
| *Удовлетворительно* | *Выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями с замечаниями преподавателя; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.* |
| *Неудовлетворительно* | *Обучающийся не выполнил или выполнил неправильно практические задания, предусмотренные практическими занятиями; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.* |

***Критерии оценки тестирования***

Тестирование оценивается в соответствии с процентом правильных ответов, данных студентом на вопросы теста. Стандартная шкала соответствия результатов тестирования выставляемой балльной оценке:

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| *Отлично* | *Свыше 85% правильных ответов (включительно);* |
| *Хорошо* | *От 70 % до 84,9 % правильных ответов;* |
| *Удовлетворительно* | *От 55 % до 69,9 % правильных ответов;* |
| *Неудовлетворительно* | *Менее 54,9 % правильных ответов.* |

### 7.3 Оценочные средства

#### 7.3.1 Текущий контроль на лабораторных занятиях

***Пример заданий текущего контроля:***

К лабораторной работе №1
1. Что нужно сделать для создания нейронной сети?
2. Что означает тип нейронной сети Feed-forward backprop?
3. Что необходимо сделать для повышения точности сети?
4. Как вызвать графический интерфейс пользователя?

К лабораторной работе №2
1. В чем отличие М-файла от М-функции?
2. Укажите значение функции: Neff, Logsig, Train, Sim.
3. Каким способом можно уменьшить время обучения?

К лабораторной работе №3
1. Для чего необходимо проводить обучение сети с шумом?
2. Какая цветовая палитра используется?
3. Как в итоговом массиве цифр определить, что сеть правильно распознала букву?

К лабораторной работе №4
1. Какие существуют способы задания математической модели функции?

2. В чем состоит главная особенность радиально базисных сетей?
3. Что означают команды: Radbas(a), Hold on, Newrb, Goad, Spread?

К лабораторной работе №5

1. Что представляет собой нейроконтроллер?
2. Где применяются нейроконтроллеры?
3. На основании каких показателей строится результат?

К лабораторной работе №6

1. Как выглядит математическое обозначение нечеткого множества?
2. Что означают функции trimf, trapmf, gaussmf?
3. Какие параметры имеет гауссовская функция?

К лабораторной работе №7

1. Как открывается редактор FIS?
2. Что такое редактор FIS?
3. Какие графические средства используются для разработки и дальнейшего применения нечеткого вывода?

### 7.3.2 Промежуточная аттестация (экзамен)

***Пример экзаменационного билета***

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии
Дисциплина: Искусственные нейронные сети
Образовательная программа: Интеллектуальные беспилотные системы

**БИЛЕТ № 1**

1. Персептрон Розенблатта. Теорема об обучении персептрона.

2. Проблемы обучения: ошибка аппроксимации; переобучение; ошибка, связанная со сложностью модели.

Зав. Кафедрой _____ / _____

***Пример заданий рубежного контроля (экзамена)***

1. Теоретический вопрос
1. Биологические аспекты нервной деятельности. Биологический нейрон.
2. Биологические аспекты нервной деятельности. Нейронные сети.
3. Биологические аспекты нервной деятельности. Биологическая изменчивость и обучение нейронных сетей
4. Формальный нейрон Маккалока-Питтса.
5. Персептрон Розенблатта. Теорема об обучении персептрона.
6. Персептронная представляемость.
7. Проблема функции ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ.
8. Линейная разделимость. Преодоление проблемы линейной разделимости.
9. Обучение с учителем: классификация образов.
10. Обучение с учителем: аппроксимация многомерных функций
11. Теорема Колмогорова.
12. Теорема Стоуна.
13. Алгоритм обратного распространения ошибки.
14. Проблемы обучения: ошибка аппроксимации; переобучение; ошибка, связанная со сложностью модели.
15. Оптимизация размера сети.
16. Адаптивная оптимизации архитектуры сети. Валидация обучения. Ранняя остановка обучения.
17. Прореживание связей.
18. Сети встречного распространения. Структура сети.
19. Обучение без учителя: Структура слоя Кохоненна. Структура слоя Гроссберга.
20. Обучение слоя Кохонена. Предварительная обработка входных векторов. Выбор начальных значений весовых векторов. Статистические свойства обученной сети.
21. Обучение слоя Гроссберга. Сеть встречного распространения полностью.
22. Сети встречного распространения. Сжатие данных.
23. Сети с обратными связями.
24. Нейродинамика в модели Хопфилда.
25. Правило обучения Хебба.
26. Ассоциативность памяти и задача распознавания образов.
27. Сеть Хемминга.
28. Двунаправленная ассоциативная память.
29. Применения сети Хопфилда к задачам комбинаторной оптимизации.
30. Метод иммитации отжига. Машина Больцмана.
31. Оптимизация с помощью сети Кохонена.
32. Растущие нейронные сети.
33. Предобработка данных. Общие вопросы.
34. Предобработка данных. Максимизация энтропии как цель предобработки.
35. Предобработка данных.Кодирование нечисловых переменных.
36. Предобработка данных. Отличие между входными и выходными переменными.
37. Предобработка данных. Индивидуальная нормировка данных.

38. Предобработка данных. Совместная нормировка: выбеливание входов.
39. Предобработка данных. Понижение размерности входов методом главных компонент.
40. Предобработка данных. Восстановление пропущенных компонент данных.
41. Предобработка данных. Понижение размерности входов с помощью нейросетей.
42. Предобработка данных. Квантование входов.
43. Предобработка данных. Линейная значимость входов.
44. Предобработка данных. Нелинейная значимость входов. Box-counting алгоритмы.
45. Предобработка данных. Формирование оптимального пространства признаков.

Прикладной вопрос:
1. Перцептрон. Обучение с учителем: классификация образов.
2. Перцептрон. Обучение с учителем: аппроксимация многомерных функций
3. Алгоритм обратного распространения ошибки.
4. Проблемы обучения: ошибка аппроксимации; переобучение; ошибка, связанная со сложностью модели.
5. Оптимизация размера сети.
6. Адаптивная оптимизации архитектуры сети. Валидация обучения. Ранняя остановка обучения.
7. Прореживание связей.
8. Сети встречного распространения. Структура сети.