Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 13.11.2023 15:34:36
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 /
«16» ___02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Искусственные нейронные сети

Направление подготовки
09.03.01. «Информатика и вычислительная техника»

Профиль подготовки (образовательная программа)
«Киберфизические системы»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва – 2023

Разработчик(и):

к. ф.-м. н., доцент кафедры  / Т.Т. Идиатуллов /

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

1. Цели и задачи освоения дисциплины

1.1. Цели дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Искусственные нейронные сети» следует отнести:

– формирование у студентов знаний общих принципов, методов и средств искусственного интеллекта (ИИ), применяемых для управления сложными техническими объектами;

– подготовку студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению.

1.2. Задачи дисциплины

- Ознакомление с основными понятиями, относящимися к искусственному интеллекту (ИИ) систем управления;
- изучение основных направлений развития ИИ, принципов создания систем ИИ, их разновидностей и классификации;
- изучение принципов построения и областей применения экспертных систем (ЭС);
- изучение сведений о прикладной семиотике и знаковых системах;
- изучение принципов построения и областей применения формализованных логических систем;
- изучение принципов построения и областей применения искусственных нейронных сетей (ИНС);
- изучение принципов построения и областей применения нечетких систем управления;
- изучение методов и алгоритмов ИИ применительно к задаче управления техническими объектами;
- ознакомление с прогнозами развития систем ИИ.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Искусственные нейронные сети» относится к числу профессиональных учебных базового цикла (Б1) основной образовательной программы бакалавриата. Она связана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Линейная алгебра;
- Математический анализ;
- Дифференциальные и интегральные уравнения;
- Теория вероятностей и математическая статистика;
- Дискретная математика;
- Основы теории систем и системного анализа;
- Программирование и основы алгоритмизации;
- Программирование и алгоритмизация на языках высокого уровня;
- Системы технического зрения в автоматизированных системах управления.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине. Обучающийся должен**
ОПК-8	способностью разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	**ЗНАТЬ:** • основные принципы и методы разработки алгоритмов, как строится алгоритм, понимать используемый язык программирования **УМЕТЬ:** • понимать написанные алгоритмы в разных видах: в блок-схемах, в программном коде, текстовым видом **ВЛАДЕТЬ:** • навыком написания кода, методами, необходимыми для разработки алгоритмов и программ, пригодных для практического применения .

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часа (из них 54 час аудиторных занятий, 90 часов – самостоятельная работа студентов).
Разделы дисциплины «Искусственные нейронные сети» изучаются на третьем курсе. В пятом семестре выделяется 18 часов лекций и 36 часов лабораторных работ.
Пятый семестр: лекции – 18 часов, лабораторные работы – 54 часа, форма контроля – экзамен.

Содержание разделов дисциплины

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.

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.

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.

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.

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.

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. Ранняя остановка обучения. Прореживание связей. Сети встречного распространения. Структура сети. 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.

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.

Прикладные задачи применения искусственных нейронных сетей
Перцептрон в обучении с учителем: классификация образов. Перцептрон в обучении с учителем: аппроксимация многомерных функций Алгоритм обратного распространения ошибки. Проблемы обучения: ошибка аппроксимации; переобучение; ошибка, связанная со сложностью модели. Оптимизация размера сети. Адаптивная оптимизации архитектуры сети. Валидация обучения. Ранняя остановка обучения. Прореживание связей. Сети встречного распространения. Структура сети. Обучение без учителя: Структура слоя Кохоненна. Структура слоя Гроссберга. 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. MLP сеть в обработке изображений. Структурирование сети SA слоем. Обучение сети при обработке изображений методом градиентного спуска. 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.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Искусственные нейронные сети» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

- выполнение лабораторных работ в лабораториях вуза;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме устного опроса;
- проведение интерактивных занятий по подготовке к компьютерному тестированию с использованием программного комплекса Moodle (Системы дистанционного обучения Мосполитеха);

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Искусственные нейронные сети» и в целом по дисциплине составляет около 10% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33 % от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, оценочные формы самостоятельной работы студентов:

В пятом семестре

- индивидуальный опрос студентов;
- защита лабораторных работ;
- компьютерное тестирование по материалам лекций и лабораторных работ в режиме промежуточного контроля с элементами подсказки и обучения;
- компьютерное тестирование по материалам лекций в режиме итогового контроля;
- экзамен по материалам пятого семестра.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы, включенные в тесты достижений открытой формы, используемые программным комплексом Moodle.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-8	способностью разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения

В процессе освоения образовательной программы данная компетенция, в том числе ее отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

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-8 - способность 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 или недостаточное соответствие следующих знаний: - основные понятия, направления развития, принципы создания систем ИИ, их разновидностей и классификации; - принципы построения и способы применения ЭС, семиотических систем, ИНС, формализованных систем. нечетких систем для управления техническими объектами; - существующие методы и алгоритмы ИИ, применяемые при управлении техническими объектами.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - основные понятия, направления развития, принципы создания систем ИИ, их разновидностей и классификации; - принципы построения и способы применения ЭС, формализованных систем, семиотических систем, ИНС, нечетких систем для управления техническими объектами; - существующие методы и алгоритмы ИИ, применяемые при управлении техническими объектами. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - основные понятия, направления развития, принципы создания систем ИИ, их разновидностей и классификации; - принципы построения и способы применения ЭС, формализованных систем, семиотических систем, ИНС, нечетких систем для управления техническими объектами; - существующие методы и алгоритмы ИИ, применяемые при управлении техническими объектами. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - основные понятия, направления развития, принципы создания систем ИИ, их разновидностей и классификации; - принципы построения и способы применения ЭС, формализованных систем, семиотических систем, ИНС, нечетких систем для управления техническими объектами; - существующие методы и алгоритмы ИИ, применяемые при управлении техническими объектами; свободно оперирует приобретенными знаниями.

		затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.		
Уметь: понимать написанные алгоритмы в разных видах: в блок-схемах, в программном коде, текстовым видом	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - производить расчеты и проектирование блоков и устройств систем автоматизации и управления, использующих методы ИИ, в соответствии с техническим заданием; - выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования в соответствии с техническим заданием систем автоматизации и управления, использующих методы ИИ.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - производить расчеты и проектирование блоков и устройств систем автоматизации и управления, использующих методы ИИ, в соответствии с техническим заданием; - выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования в соответствии с техническим заданием систем автоматизации и управления, использующих методы ИИ. 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: - производить расчеты и проектирование блоков и устройств систем автоматизации и управления, использующих методы ИИ, в соответствии с техническим заданием; - выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования в соответствии с техническим заданием систем автоматизации и управления, использующих методы ИИ. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - производить расчеты и проектирование блоков и устройств систем автоматизации и управления, использующих методы ИИ, в соответствии с техническим заданием; - выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования в соответствии с техническим заданием систем автоматизации и управления, использующих методы ИИ. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеть: ● навыком написания кода, методами, необходимыми для разработки алгоритмов и программ, пригодных для	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками по практическому проведению расчетов и проектирования блоков и устройств систем автоматизации и управления,	Обучающийся в недостаточной степени владеет навыками по практическому проведению расчетов и проектирования блоков и устройств систем автоматизации и управления, использующих	Обучающийся частично владеет навыками по практическому проведению расчетов и проектирования блоков и устройств систем автоматизации и управления, использующих методы ИИ, в	Обучающийся в полном объеме владеет навыками по практическому проведению расчетов и проектирования блоков и устройств систем автоматизации и управления, использующих

практического применения	использующих методы ИИ, в соответствии с техническим заданием.	методы ИИ, в соответствии с техническим заданием. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	соответствии с техническим заданием. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	методы ИИ, в соответствии с техническим заданием. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: компьютерное тестирование

Критерий оценки. Студенту предлагается тест, содержащий порядка 50 вопросов. Результаты итогового теста оцениваются по шкале от 0 до 100 баллов. Освоение компетенций зависит от результата прохождения теста: 91-100 баллов – компетенции считаются освоенными на высоком уровне (оценка отлично); 80-90 баллов – компетенции считаются освоенными на продвинутом уровне (оценка отлично); 65-79 баллов – компетенции считаются освоенными на базовом уровне (оценка хорошо); 50-64 баллов – компетенции считаются освоенными на удовлетворительном уровне (оценка удовлетворительно); 0-49 баллов – компетенции считаются не освоенными (оценка неудовлетворительно).

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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 (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю), методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Искусственные нейронные сети» (прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы, прошли итоговое компьютерное тестирование).

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, 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.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, 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.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонд оценочных средств представлен в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) 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).

б) 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)

в) вспомогательная литература

1. 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.
2. 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.
3. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
4. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей. Кн.1: Учебное пособие для вузов. – М.: ИПЖР, 2000. – 416 с.
5. 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»).

в) электронные образовательные ресурсы:

1. ЭОР не предусмотрен.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru/ebooks/ в разделе «Библиотека».
http://sernam.ru/book_gen.php Научная библиотека.

г) программное обеспечение:

1. VisualStudio Community
2. PyCharm
3. TensorFlow
4. Keras

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1) Компьютерные классы кафедры «СМАРТ-технологии»: ауд. Пр1411, Пр1416.

Оборудование и аппаратура: проектор, ноутбук, материалы в электронном виде для лекций и лабораторных работ.

Программное обеспечение: программный комплекс VisualStudio, PyCharm, PowerPiont

2) Библиотека с читальным залом, книжный фонд которой составляет специализированная методическая и учебная литература, журналы.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов применения методов ИИ, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.
Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.
Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.
Задачи самостоятельной работы студента:
- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:
- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;

- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

- Программный пакет TensorFlow. Структура, основные характеристики, возможности и области применения модуля TensorFlow;
- Программный пакет Keras. Структура, основные характеристики, возможности и области применения модуля Keras.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при преподавании дисциплины «Искусственные нейронные сети» следует уделять изучению существующих и перспективных методов ИИ в приложении к задаче управления техническим объектом. Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций, компьютерное тестирование в режиме обучения.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, тексты лекций с иллюстрациями и анимацией, информационные ресурсы Интернета;

- программный пакет VisualStudio, TensorFlow.NET;

- программный пакет PyCharm, TensorFlow, Keras.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»**, образовательная программа (профиль) **«Киберфизические системы»**.

Приложение 2
к рабочей программе

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

Направление подготовки: 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
ОП (профиль): «Автономные информационные управляющие системы»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности:
производственно-технологическая, организационно-управленческая

Кафедра «СМАРТ-технологии»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Искусственные нейронные сети

Состав:
1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
вариант экзаменационного билета
перечень вопросов для экзамена
образцы вопросов из фонда тестовых заданий
перечень вопросов на экзамен
перечень лабораторных работ

Составители:

доцент, к.н. Т.Т. Идиатуллов

Москва, 2023 год

Искусственные нейронные сети					
Компетенции		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
Индекс	**Формулировка**				
ОПК-8	способностью разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	**ЗНАТЬ:** • основные принципы и методы разработки алгоритмов, как строится алгоритм, понимать используемый язык программирования **УМЕТЬ:** • понимать написанные алгоритмы в разных видах: в блок-схемах, в программном коде, текстовым видом **ВЛАДЕТЬ:** • навыком написания кода, методами,	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы, тестирование	Т, УО, ЛР	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам. **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе изучения дисциплины; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

		необходимыми для разработки алгоритмов и программ, пригодных для практического применения .			

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос/ собеседование (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
3	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень лабораторных работ и их оснащение

Перечень оценочных средств по дисциплине

«Искусственные нейронные сети»

Вариант 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: Нейронные сети в задачах управления
Образовательная программа: Киберфизические системы

БИЛЕТ № 1

Теоретические вопросы построения ИНС:

Обучение слоя Кохонена. Предварительная обработка входных векторов. Выбор начальных значений весовых векторов. Статистические свойства обученной сети.

Прикладные задачи применения ИНС:

Перцептрон. Обучение с учителем: классификация образов.

Руководитель ОП _____ Т.Т. Идиатуллов

Перечень вопросов к экзамену

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.
9. Обучение без учителя: Структура слоя Кохоненна. Структура слоя Гроссберга.
10. Обучение без учителя: Структура слоя Кохоненна. Структура слоя Гроссберга.
11. Обучение слоя Кохонена. Предварительная обработка входных векторов. Выбор начальных значений весовых векторов. Статистические свойства обученной сети.

12. MLP сеть в обработке изображений. Структурирование сети SA слоем. Обучение сети при обработке изображений методом градиентного спуска.
13. Сверточные сети. Обработка изображений с применением скользящего ядра. Обучение сети.
14. Алгоритмические методы сегментации в задачах обработки изображений.
15. Нейронные сети для сегментации изображений. Архитектура U-Net.

Образцы вопросов из фонда тестовых заданий

№ п/п	Текст вопроса	Варианты ответов
1	Какие составляющие входят в искусственный нейрон?	1)Синапсы; 2)Функция преобразования; 3)Скрытые слои; 4) Функция активации; 5)Аксон
		1)Синапсические веса; 2)Функция преобразования; 3)Скрытые слои; 4)Аксон
		1)Входы; 2)Синапсы; 3)Сумматор; 4)Функция активации; 5)Выходы
		1)Ядро; 2)Митохондрии; 3)Дендриты; 4)Синапсы; 5)Аксон
2	Когда появился термин "Прикладная семиотика"?	В 1890 г.
		В 2001 г.
		В 1995 г.
		В 2009 г.
		В 1950 г.
3	В чем заключается теорема Гёделя о неполноте?	Любая арифметическая операция является неполной
		В математике существуют такие формулы, которые являются либо истинными, либо ложными.
		Арифметика является неполной и противоречивой системой
		Если некая формальная система непротиворечива, то ее непротиворечивость нельзя доказать формальными средствами
		В арифметике существуют такие формулы, которые являются либо истинными, либо ложными, но которые не могут быть в этой системе ни

		доказаны, ни опровергнуты
4	В чем смысл результатов теоремы Гёделя о неполноте?	Могут, наконец, осуществиться надежды на построение единой и стройной системы научных знаний
		Возможности известных в настоящее время вычислительных машин оказываются неизмеримо более тонкими и богатыми, чем возможности человеческого разума
		Любая вычислительная машина, «умеющая» выводить теоремы из аксиом, оказывается подвластной ограничениям, которые налагают на этот процесс результаты теоремы
5	Кто считается родоначальником искусственного интеллекта?	Карло Коллоди
		Норберт Винер
		Раймонд Луллий
		Альберт Эйнштейн
		Дмитрий Поспелов
6	Когда и где появился термин «искусственный интеллект»?	В XIII веке в Испании
		В 1956 г. на семинаре с аналогичным названием в Дартмутском колледже (США)
		В 1990 г. в Массачусетском технологическом институте (США)
		В 2009 г. на семинаре с аналогичным названием в МГУ (РФ)
7	Сколько приблизительно синапсов в головном мозге человека?	$85 \cdot 10^6$
		$85 \cdot 10^9$
		$\approx 10^{15}$
		$\approx 10^6$
8	Когда появилась идея создания искусственного подобия человека для решения сложных задач и моделирования человеческого разума?	В 2001 году С.Спилберг выпустил фильм "Искусственный разум" - и началось...
		В XIII веке средневековый испанский философ, математик и поэт Раймонд Луллий попытался создать механическую машину для решения

		различных задач
		В древнем Египте была создана «оживающая» механическая статуя бога Амона.
		В 1881 году флорентийский писатель Карло Коллоди написал сказку "Приключения Пиноккио. История деревянной куклы" - оттуда и пошло...
9	Назовите аспекты знака в семиотической системе.	Денотат, концепт, гештальт
		Данные, знания, информация
		Синтаксис, семантика, прагматика
10	В чем заключается аксиоматический метод в логике?	1) Вводятся первичные термины; 2) с их помощью формулируются аксиомы; 3) все остальные положения выводятся из аксиом с помощью теорем
		Метод использует аксиомы, которые должны соответствовать требованиям: 1)независимости; 2) непротиворечивости; 3) полноты
		Метод использует: 1) систему логики высказываний; 2) аксиоматику; 3) формализацию
		Этот метод основывается на законе дедукции и использует аксиомы
11	Какие составляющие входят в биологический нейрон?	1)Синапсы; 2)Функция преобразования; 3)Скрытые слои; 4) Функция активации; 5)Аксон
		1)Синапсические веса; 2)Функция преобразования; 3)Скрытые слои; 4)Аксон
		1)Входы; 2)Синапсы; 3)Сумматор; 4)Функция активации; 5)Выходы
		1)Ядро; 2)Митохондрии; 3)Дендриты; 4)Синапсы; 5)Аксон

Перечень лабораторных работ

№ п/п	**Наименование**	**Оснащение**	**Кол-во часов**

5 семестр			
1	Лабораторная работа №1 «Ознакомление с пакетом NeuralNetworksToolbox и его графическим интерфейсом в программной среде MatLab»	Программный комплекс «MatLab» NeuralNetworksToolbox	**2**
2	Лабораторная работа №2 «Создание модели нейронной сети с помощью М-файла в программной среде MatLab»	Программный комплекс «MatLab» М-файл	**2**
3	Лабораторная работа №3 «Создание модели нейронной сети распознавания букв латинского алфавита»	Программный комплекс «MatLab» NeuralNetworksToolbox	**2**
4	Лабораторная работа №4 «Создание радиальной базисной сети для аппроксимации функций»	Программный комплекс «MatLab» NeuralNetworksToolbox	**2**
5	Лабораторная работа №5 «Создание упрощённой системы управления роботом с использованием нейроконтроллера»	Программный комплекс «MatLab» NeuralNetworksToolbox	**2**
6	Лабораторная работа №6 «Построение функций принадлежности в MATLAB с использованием модуля FuzzyLogicToolbox»	Программный комплекс «MatLab» FuzzyLogicToolbox	**2**
7	Лабораторная работа №7 «Моделирование нечеткой системы средствами FuzzyLogicToolbox»	Программный комплекс «MatLab» FuzzyLogicToolbox	**2**
8	Лабораторная работа №8 «Программирование нечеткой системы в среде MATLAB с использованием встроенных функций»	Программный комплекс «MatLab» FIS-редактор	**2**
9	Лабораторная работа №9 «Изучение нечеткой кластеризации средствами инструментария нечеткой логики FuzzyLogicToolbox»	Программный комплекс «MatLab» FuzzyLogicToolbox	**2**
		Итого часов в 5 семестре:	**18**

Примерные вопросы к защите лабораторных работ

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?

Задания к лабораторным работам

К лабораторной работе №3

Каждый студент использует при распознавании свою букву алфавита, соответствующую его порядковому номеру в списке группы.

К лабораторной работе №6

Каждый студент использует свои параметры для построения треугольной, трапецеидальной и гауссовской функций принадлежности.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Искусственные нейронные сети»

по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и

профилю подготовки «Киберфизические системы»

№ № п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов				Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	ПЛР	СИ	Реф	КР	Э	З
1.1	**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.	**5**	**1**	**2**			**2**							
1.2	**Модели представления знаний** Определение данных. Этапы трансформации данных при обработке. Определение знаний. Этапы трансформации знаний. Различие между	**5**	**2**	**2**			**2**							

	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.													
1.3	**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.	**5**	**3**	**2**			**2**							
1.4	**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.	**5**	**4**	**2**			**2**							

	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.													
1.5	**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.	**5**	**6**	**2**			**2**							
1.6	**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,	**5**	**8**	**2**			**2**							

	связанная со сложностью модели. Оптимизация размера сети. Адаптивная оптимизации архитектуры сети. Валидация обучения. Ранняя остановка обучения. Прореживание связей. Сети встречного распространения. Структура сети. 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.													
1.7	**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.	**5**	**12**	**2**			**2**							

	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.													
1.8	**Прикладные задачи применения искусственных нейронных сетей** Перцептрон в обучении с учителем: классификация образов. Перцептрон в обучении с учителем: аппроксимация многомерных функций Алгоритм обратного распространения ошибки. Проблемы обучения: ошибка аппроксимации; переобучение; ошибка, связанная со сложностью модели. Оптимизация размера сети. Адаптивная оптимизации архитектуры сети. Валидация обучения. Ранняя остановка обучения. Прореживание связей. Сети встречного распространения. Структура сети. Обучение без учителя: Структура слоя Кохоненна. Структура слоя Гроссберга. 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. MLP сеть в обработке изображений. Структурирование сети SA слоем. Обучение сети при обработке изображений методом градиентного спуска. Сверточные сети. Обработка изображений с применением	**5**	**14**	**2**			**2**							

	скользящего ядра. Обучение сети. Алгоритмические методы сегментации в задачах обработки изображений. Нейронные сети для сегментации изображений. Архитектура U-Net.													
	Форма аттестации	**5**											Э	
	Всего часов по дисциплине в пятом семестре	**5**		**18**		**36**	**90**		**18**					