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
Нейронные сети глубокого обучения в обработке изображений

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 «Нейронные сети глубокого обучения в обработке изображений» относится:

- формирование у студентов навыков создания систем технического зрения с использованием технологий искусственных нейронных сетей глубокого обучения;
- закрепление получаемых в семестре знаний и навыков на практике;
- формирование взаимосвязей, получаемых в семестре знаний и навыков с изученными ранее;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра.

К основным задачам дисциплины относятся:

- ознакомление студента с основными этапами разработки систем технического зрения с использованием технологий искусственных нейронных сетей глубокого обучения;
- ознакомление студента с основными понятиями при разработке проекта систем технического зрения с использованием технологий искусственных нейронных сетей глубокого обучения;
- формирование у студента навыка правильного подхода к проекту разработки системы на базе нейронных сетей глубокого обучения для обработки изображений.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Нейронные сети глубокого обучения в обработке изображений» 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;
- Искусственные нейронные сети.

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

В результате освоения дисциплины «Нейронные сети глубокого обучения в обработке изображений» у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
Информационные технологии	**ОПК-8:** Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	**ИОПК-8.1** ***ЗНАТЬ***: рациональные технологии разработки алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в будущей профессиональной деятельности, основные языки программирования и работы с системами обработки данных. **ИОПК-8.2** ***УМЕТЬ***: самостоятельно разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в будущей профессиональной деятельности, применять языки программирования и работы с системами обработки данных. **ИОПК-8.3** ***ВЛАДЕТЬ***: способностью самостоятельно разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в будущей профессиональной деятельности, навыкам
Информационные технологии	**ПК-2:** Способен работать над проектами контролировать ход их работ в области использования трехмерного моделирования и разработки специализированного программного обеспечения с применением трехмерной графики.	**ИПК-2.1** ***ЗНАТЬ***: основные методы создания систем технического и пространственной реконструкции средствами нейронных сетей глубокого обучения. **ИПК-2.2** ***УМЕТЬ***: выделять и систематизировать подходы к разработке систем технического и пространственной реконструкции средствами нейронных сетей глубокого обучения. **ИПК-2.3** ***ВЛАДЕТЬ***: навыками сбора, обработки, и представления информации в системах технического зрения и

		пространственной реконструкции средствами нейронных сетей глубокого обучения.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часа). Аудиторные часы – 54, в том числе лекции – 18, лабораторные работы – 36. Самостоятельная работа студентов – 54. Вид итогового контроля – Дифференцированный зачет, Курсовой проект, 3 курс, 6 семестр

Содержание разделов дисциплины

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные положения, понятия и определения. 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.

Программно-аппаратные средства реализации нейронных сетей

Специализированные библиотеки математической обработки данных. Применение пакетов TensorFlow и Keras. Интеграция нейросетевых библиотек в программный код приложений. Применение аппаратных ускорителей. Процесс обучения моделей с использованием вычислительных кластеров. Интеграция обученных моделей в прикладное программное обеспечение. Использование стандартных архитектур VGG, U-Net, YOLO в приложениях систем управления.

Нейронные сети в задачах прогнозирования и управления

Персептрон в задачах управления. Обучение искусственной нейронной сети в задачах управления. Генетические алгоритмы обучения нейронных сетей. Применение симуляторов для задач обучения с подкреплением. Реализация сложных управляющих воздействий средствами нейронных сетей.

Задачи обработки изображений в системах управления

Изображение как источник информации в системах управления. Типовые схемы использования изображений в системах принятия решений. Принципы представления изображений в вычислительных системах. Интерпретация визуальной информации в робототехнике. Сегментация и улучшение качества изображений, реконструкция сцены.

Обучение нейронных сетей

Задачи классификации и прогнозирования. Обучение с учителем: классификация образов. Обучение с учителем: аппроксимация. 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. Обучение без учителя. Сети с обратными связями.

Ассоциативность памяти и задача распознавания образов. Двунаправленная ассоциативная память. Метод имитации отжига. Растущие нейронные сети.

Предобработка данных
Общие вопросы подготовки данных. Изменчивость данных. Максимизация энтропии как цель предобработки. Кодирование образцов. Нормировка данных. Понижение размерности входов методом главных компонент. Восстановление пропущенных компонент данных. Частичный синтез выборки образцов. Балансировка выборки. Формирование оптимального пространства признаков. Инструменты разметки данных.

Сверточные нейронные сети
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. Обработка пространственных данных.

Прикладные задачи применения искусственных нейронных сетей
Семантическая реконструкция окружения. Детекция дорожной разметки и знаков. Выделение объектов и реконструкция фона. Обработка структурированного окружения и восстановление размещения объектов. Прогнозирование движения объектов и эволюции сцены. Реконструкция скелетных моделей объектов. Генеративные и состязательные сети. Технология замещения образов.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Нейронные сети глубокого обучения в обработке изображений» 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, средства телеконференцсвязи, виртуальные машины, симуляторы робототехнического оборудования с удаленным доступом.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Нейронные сети глубокого обучения в обработке изображений» 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 шестом 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;
- дифференцированный зачет по материалам шестого семестра;
- курсовой проект по материалам дисциплины и смежных дисциплин.

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
ПК-2	способностью работать над проектами контролировать ход их работ в области использования трехмерного моделирования и разработки специализированного программного обеспечения с применением трехмерной графики

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 затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	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.
Уметь: понимать написанные алгоритмы в разных видах: в	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - производить расчеты и проектирование блоков и устройств систем	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - производить расчеты и проектирование блоков и устройств	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - производить расчеты и проектирование блоков и устройств	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - производить расчеты и проектирование

блок-схемах, в программном коде, текстовым видом	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.	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.	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.	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 практического применения	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками по практическому проведению расчетов и проектирования блоков и устройств систем автоматизации и управления, использующих методы ИИ, в соответствии с техническим заданием.	Обучающийся в недостаточной степени владеет навыками по практическому проведению расчетов и проектирования блоков и устройств систем автоматизации и управления, использующих методы ИИ, в соответствии с техническим заданием. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками по практическому проведению расчетов и проектирования блоков и устройств систем автоматизации и управления, использующих методы ИИ, в соответствии с техническим заданием. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками по практическому проведению расчетов и проектирования блоков и устройств систем автоматизации и управления, использующих методы ИИ, в соответствии с техническим заданием. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

ПК-2. Способен работать над проектами контролировать ход их работ в области использования трехмерного моделирования и разработки специализированного программного обеспечения с применением трехмерной графики				
Знать: основные методы создания систем технического и пространственной реконструкции средствами нейронных сетей глубокого обучения	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - основные понятия, классификация, методы использования; - принципы построения и способы применения ИНС глубокого обучения; - существующие методы и алгоритмы подготовки данных для обучения искусственных нейронных сетей.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - основные понятия, классификация, методы использования; - принципы построения и способы применения ИНС глубокого обучения; - существующие методы и алгоритмы подготовки данных для обучения искусственных нейронных сетей- существующие методы и алгоритмы ИИ, применяемые при управлении техническими объектами. 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 следующих знаний: - - основные понятия, классификация, методы использования; - принципы построения и способы применения ИНС глубокого обучения; - существующие методы и алгоритмы подготовки данных для обучения искусственных нейронных сетей; - 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, классификация, методы использования; - принципы построения и способы применения ИНС глубокого обучения; - существующие методы и алгоритмы подготовки данных для обучения искусственных нейронных сетей; - существующие методы и алгоритмы ИИ, применяемые при управлении техническими объектами; свободно оперирует приобретенными знаниями.
Уметь: выделять и систематизировать подходы к разработке систем технического и пространственной реконструкции средствами нейронных сетей глубокого	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: формировать задачу на обработку данных систем технического зрения и пространственной реконструкции средствами искусственных нейронных сетей глубокого обучения; выбирать стандартные средства обработки	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: формировать задачу на обработку данных систем технического зрения и пространственной реконструкции средствами искусственных нейронных сетей глубокого обучения; выбирать стандартные	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: формировать задачу на обработку данных систем технического зрения и пространственной реконструкции средствами искусственных нейронных сетей глубокого обучения; выбирать стандартные	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: формировать задачу на обработку данных систем технического зрения и пространственной реконструкции средствами искусственных

обучения.	изображений средствами нейронных сетей глубокого обучения.	средства обработки изображений средствами нейронных сетей глубокого обучения. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	средства обработки изображений средствами нейронных сетей глубокого обучения. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	нейронных сетей глубокого обучения; выбирать стандартные средства обработки изображений средствами нейронных сетей глубокого обучения. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеть: навыками сбора, обработки, и представления информации в системах технического зрения и пространственной реконструкции средствами нейронных сетей глубокого обучения.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками сбора и обработки информации систем технического зрения и пространственной реконструкции средствами сетей глубокого обучения	Обучающийся в недостаточной степени владеет навыками сбора и обработки информации систем технического зрения и пространственной реконструкции средствами сетей глубокого обучения. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками сбора и обработки информации систем технического зрения и пространственной реконструкции средствами сетей глубокого обучения Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме навыками сбора и обработки информации систем технического зрения и пространственной реконструкции средствами сетей глубокого обучения 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 «Нейронные сети глубокого обучения в обработке изображений» (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 «Нейронные сети глубокого обучения в обработке изображений» 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): «Киберфизические системы»
Форма обучения: очная

Кафедра «СМАРТ-технологии»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Нейронные сети глубокого обучения в обработке изображений

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:

к.ф.-м. 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, необходимыми для разработки алгоритмов и программ, пригодных для практического применения.	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.
ПК-2	Способен работать над проектами	***ЗНАТЬ***: • основные методы	лекция, самостоятельная работа, лабораторные	Т, УО, ЛР	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего

	контролировать ход их работ в области использования трехмерного моделирования и разработки специализированного программного обеспечения с применением трехмерной графики.	создания систем технического и пространственной реконструкции средствами нейронных сетей глубокого обучения. ***УМЕТЬ***: • выделять и систематизировать подходы к разработке систем технического и пространственной реконструкции средствами нейронных сетей глубокого обучения. ***ВЛАДЕТЬ***: • навыками сбора, обработки, и представления информации в системах технического зрения и пространственной реконструкции средствами нейронных сетей глубокого обучения.	работы, тестирование		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.

№ 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 глубокого обучения в обработке изображений
Образовательная программа: Киберфизические системы

БИЛЕТ № 1

Теоретические вопросы построения НСГО:

Сверточные сети. Обработка изображений с применением скользящего ядра. Обучение сети.

Прикладные задачи применения НСГО:

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. Структура и преобразование сигналов.
6. Персептронная представляемость.
7. Интерпретация различимости данных. Проблема функции XOR.
8. Обучение с учителем: классификация образов.
9. Обучение с учителем: аппроксимация функций

10. Алгоритм обратного распространения ошибки.
11. Проблемы обучения: ошибка аппроксимации; переобучение; ошибка, связанная со сложностью модели.
12. Оптимизация размера сети.
13. Адаптивная оптимизации архитектуры сети. Валидация обучения. Ранняя остановка обучения.
14. Прореживание связей.
15. Сети встречного распространения. Структура сети.
16. Сети встречного распространения. Сжатие данных.
17. Сети с обратными связями.
18. Ассоциативность памяти и задача распознавания образов.
19. Двунаправленная ассоциативная память.
20. Растущие нейронные сети.
21. Сверточные нейронные сети.
22. Сегментация изображений.
21. Предобработка данных. Общие вопросы.
22. Предобработка данных. Максимизация энтропии как цель предобработки.
23. Предобработка данных.Кодирование нечисловых переменных.
24. Предобработка данных. Отличие между входными и выходными переменными.
25. Предобработка данных. Индивидуальная нормировка данных.
26. Предобработка данных. Понижение размерности входов методом главных компонент.
27. Предобработка данных. Восстановление пропущенных компонент данных.
28. Предобработка данных. Линейная различимость.
29. Предобработка данных. Формирование и квотирование выборок.
30. Предобработка данных. Синтез данных.
44. Предобработка данных. Разметка данных.
45. Предобработка данных. Разметка для сегментации изображений.

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 «Базовые принципы применения сверточных нейронных сетей для обработки изображений»	Microsoft Visual Studio PyCharm	**6**
2	Лабораторная работа №2 «Подготовка обучающей выборки и подготовка сверточной нейронной сети»	Microsoft Visual Studio PyCharm	**6**
3	Лабораторная работа №3 «Сегментация изображений алгоритмическими	Microsoft Visual Studio PyCharm	**6**

	методами»		
4	Лабораторная работа №4 «Сегментация изображений средствами нейронной сети»	PyCharm PyQt	**6**
5	Лабораторная работа №5 «Использование нейронной сети для управления»	PyCharm PyQt Keras	**6**
6	Лабораторная работа №6 «Реконструкция окружения средствами нейронной сети»	PyCharm PyQt Keras	**6**
		Итого часов в 36 семестре:	**36**

Примеры заданий к лабораторным работам

К лабораторной работе №1

Разработать алгоритм обработки изображения с использованием подготовленной нейронной сети.

К лабораторной работе №2

Разработать приложение для подготовки массива изображений и его структуризации для формирования датасета.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Нейронные сети глубокого обучения в обработке изображений»

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** Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные положения, понятия и определения. 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.	**6**	**1**	**4**		8	**12**							

	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..													
1.2	**Программно-аппаратные средства реализации нейронных сетей** Специализированные библиотеки математической обработки данных. Применение пакетов TensorFlow и Keras. Интеграция нейросетевых библиотек в программный код приложений. Применение аппаратных ускорителей. Процесс обучения моделей с использованием вычислительных кластеров. Интеграция обученных моделей в прикладное программное обеспечение. Использование стандартных архитектур VGG, U-Net, YOLO в приложениях систем управления.	**6**	**2**	**2**	4		**6**							
1.3	**Нейронные сети в задачах прогнозирования и управления** Персептрон в задачах управления. Обучение искусственной нейронной сети в задачах управления. Генетические алгоритмы обучения нейронных сетей. Применение симуляторов для задач обучения с подкреплением. Реализация сложных управляющих воздействий средствами	**6**	**3**	**2**	4		**6**							

	нейронных сетей.													
1.4	**Задачи обработки изображений в системах управления** Изображение как источник информации в системах управления. Типовые схемы использования изображений в системах принятия решений. Принципы представления изображений в вычислительных системах. Интерпретация визуальной информации в робототехнике. Сегментация и улучшение качества изображений, реконструкция сцены.	**6**	**4**	**2**	4		**6**							
1.5	**Обучение нейронных сетей** Задачи классификации и прогнозирования. Обучение с учителем: классификация образов. Обучение с учителем: аппроксимация. 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. Обучение без учителя. Сети с обратными связями. Ассоциативность памяти и задача распознавания образов. Двунаправленная ассоциативная память. Метод имитации отжига. Растущие нейронные сети.	**6**	**6**	**2**	4		**6**							
1.6	**Предобработка данных** Общие вопросы подготовки данных. Изменчивость данных. Максимизация энтропии как цель предобработки. Кодирование образцов.	**6**	**8**	**2**	4		**6**							

	Нормировка данных. Понижение размерности входов методом главных компонент. Восстановление пропущенных компонент данных. Частичный синтез выборки образцов. Балансировка выборки. Формирование оптимального пространства признаков. Инструменты разметки данных.													
1.7	**Сверточные нейронные сети** 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. Обработка пространственных данных.	**6**	**12**	**2**	4		**6**							
1.8	**Прикладные задачи применения искусственных нейронных сетей** Семантическая реконструкция окружения. Детекция дорожной разметки и знаков. Выделение объектов и реконструкция фона. Обработка структурированного окружения и восстановление размещения объектов. Прогнозирование движения объектов и эволюции сцены. Реконструкция скелетных моделей объектов. Генеративные и состязательные сети. Технология замещения образов.	**6**	**14**	**2**	4		**6**							
	Форма аттестации	**6**											**3**	
	Всего часов по дисциплине в шестом семестре	**6**		**18**		**36**	**54**		**18**					