



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
Решением Ученого совета ИЦТЭ КГЭУ
Протокол №7 от 19.03.2024

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЦТЭ

_____ Э.И. Беляев
« 30 » мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.02.03 Технологии систем искусственного интеллекта

Направление
подготовки

01.03.04 Прикладная математика

Направленность
(профиль)

Математическое и программное обеспечение
систем искусственного интеллекта

Квалификация

бакалавр

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ЦСМ	доцент, кандидат физико-математических наук	Абдуллин Адель Ильдусович

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Кафедра ЦСМ	19.05.2023	5	_____ Зав.кафедрой ЦСМ, к.ф.-м.н., доцент Ю.Н. Смирнов
Согласована	Учебно-методический совет института	30.05.2023	7	_____ Директор, к.т.н., доцент Э.И. Беляев
Одобрена	Ученый совет института	30.05.2023	9	_____ Директор, к.т.н., доцент Э.И. Беляев

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)

Целью освоения дисциплины «Технологии систем искусственного интеллекта» является формирование у студентов теоретических и практических знаний о современных направлениях, методологиях и подходах, отнесенных к технологиям искусственного интеллекта.

Задачами дисциплины являются: - формирование базового понятийного аппарата принципов функционирования искусственных нейронных сетей и методов их обучения; - изучение средств разработки и проектирования искусственных нейронных сетей; - знакомство с современными технологиями искусственного интеллекта, по следующим направлениям: -- компьютерное зрение; -- обработка естественного языка; -- распознавание и синтез речи; -- интеллектуальные системы поддержки принятия решений. - формирование умений и навыков решения практических задач с применением технологий искусственного интеллекта.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1 Способен предлагать актуальные цифровые технологии в информационной инфраструктуре предприятия	ПК-1.1 Выбирает актуальные цифровые технологии в деятельности предприятия ПК-1.2 Способен к разработке и внедрению актуальных цифровых технологий

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА			
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,44	52	52
Лекции	0,5	52	52
Практические (семинарские) занятия	0	0	0
Лабораторные работы	0,94	34	34
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,56	128	128
Проработка учебного материала	2,56	92	92
Курсовой проект	0	0	0
Курсовая работа	0	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36

Промежуточная аттестация:	-
	Э

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	32	26	16		54	ТК1	ПК-1.1, ПК-1.2
Раздел 2	36	26	18		54	ТК2	ПК-1.1, ПК-1.2
Экзамен	5				20	ОМ1	ПК-1.1, ПК-1.2
ИТОГО	180	52	34	0	128		

3.3. Содержание дисциплины Семестр 7

Раздел 1. Введение в нейронные сети

Тема 1.1 Основы нейронных сетей

История развития нейросетевых технологий. Задачи, решаемые с помощью нейросетевых технологий.

Основы нейронных сетей. Биологические аспекты нервной деятельности. Нейрон. Аксон. Синапс. Рефлекторная дуга. Центральная нервная система. Модели искусственного нейрона. Функции активации. Базовая архитектура нейронных сетей. Обучение с учителем. Основная терминология.

Тема 1.2 Полносвязные сети прямого распространения

Полносвязные сети прямого распространения. Преодоление проблемы XOR. Обучение нейронной сети с помощью алгоритма обратного распространения ошибки. Понятие обучающего конвейера (Pipeline).

Тема 1.3 Сверточные нейронные сети

Операция свертки. Взаимная корреляция. Рецептивное поле. Каскад сверток. Группировка (pooling).

Тема 1.4 Продвинутое обучение

Методы борьбы с переобучением. Аугментация данных. Батч-нормализация. Регуляризация Тихонова. Lasso регуляризация. Dropout.

Раздел 2. Технологии искусственного интеллекта

Тема 2.1 Технологии передачи обучения Transfer Learning

Технологии передачи знаний Transfer Learning / Domain adaptation. Дообучение сети, подстройка параметров Fine Tuning. Использование предобученных сетей. Современные сверточные архитектуры

Тема 2.2 Автоэнкодеры. Вариационные автоэнкодеры.

Автокодировщики. Архитектура энкодер-декодер. Обнаружение аномалий в данных с помощью автоэнкодера. Генеративные модели. Вариационные автоэнкодеры VAE.

Тема 2.3 Генеративные модели ИИ

Современные архитектуры. Порождающие (генеративные) состязательные нейронные сети. Генератор. Дискриминатор.

Тема 2.4 Технологии ИИ в обработке естественного языка

Обработка естественного языка с помощью нейронных сетей. Классификация текста. Рекуррентные нейронные сети. Архитектуры LSTM (Long Short-Term Memory) и GRU (Gated Recurrent Unit).

Тема 2.5 Перспективные модели искусственного интеллекта.

Механизм внимания. Архитектура глубоких нейронных сетей Transformer для работы с последовательностями. Модель искусственного интеллекта Generative Pre-trained Transformer.

3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Технологии разработки и обучения нейронных сетей. Программная разработка с использованием облачных инструментов. 2. Введение в фреймворки глубокого обучения Pytorch /Tensorflow. Тензоры. 3. Архитектура полносвязной нейронной сети и ее обучение. Алгоритм обратного распространения ошибки 4. Предсказательная аналитика для производственных и бизнес процессов. 5. Интеллектуальные технологии распознавания изображений. 6. Технологии Transfer Learning. 7. Технологии ИИ в диагностике заболеваний. 8. Технологии ИИ для мониторинга данных. 9. Технологии ИИ в обработке естественного языка. 10. Генеративные модели искусственного интеллекта. 11. Разработка программного обеспечения, в котором используются технологии искусственного интеллекта.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			Зачтено		не зачтено	
ПК-1	ПК-1.1	Знать:				
		- основы теории нейронных сетей, в том числе различные архитектуры нейронных сетей и алгоритмы их обучения; - математические структуры и принципы их обобщения на построение вычислительных блоков нейронных сетей;	глубоко и полно знает математические структуры в основе построения нейронных сетей, знает алгоритм обратного распространения ошибки, современные архитектуры, метрики качества,	хорошо знает основные математические структуры в построении нейронных сетей, знает алгоритм обратного распространения ошибки, некоторые современные архитектуры, основные метрики	знает базовые понятия нейронных сетей, знает алгоритм backprop, основные метрики	не знает базовых понятий, не знает как обучается нейронная сеть, не знает как оценить качество обучения модели
		Уметь:				
		- анализировать модификации и новые средства программного обеспечения для создания интеллектуальных систем с использованием технологий искусственного интеллекта	умеет анализировать поставленную задачу и предлагать решения на основе технологий искусственного интеллекта; Умеет обосновывать свой выбор технологии;	умеет анализировать поставленную задачу и предлагать решения на основе технологий искусственного интеллекта, обосновывать свой выбор;	умеет подбирать технологию искусственного интеллекта для решения поставленной задачи.	не умеет подбирать адекватную технологию искусственного интеллекта для решения поставленной задачи
Владеть:						
- средствами создания и обучения нейронных			Владеет продвинутым и средствами создания	Владеет основными средствами создания	Владеет основными средствами создания	Не владеет средствами создания и обучения

		сетей различных типов	нейронных сетей различных архитектур. Владеет продвинутым и средствами обучения и тестирования сетей.	нейронных сетей различных архитектур. Владеет стандартными средствами обучения и тестирования сетей.	нейронных сетей базовых архитектур. Владеет базовыми средствами обучения и тестирования сетей.	нейронных сетей
ПК-1.2	Знать:					
	- вычислительные средства и комплексы, применяемые при разработке проектов нейросетей и интеллектуальных систем; - фреймворки глубокого обучения, такие как PyTorch и Tensorflow	Отлично знает язык Python или C++ , фреймворки глубокого обучения, такие как PyTorch и Tensorflow, облачные платформы для работы с нейросетями	хорошо знает язык Python или C++ , фреймворки глубокого обучения, такие как PyTorch и Tensorflow, облачные платформы для работы с нейросетями	знает один из фреймворков в глубокого обучения, такие как PyTorch и Tensorflow, облачные платформы для работы с нейросетями	не знает вычислительных средств, применяемых при разработке проектов нейросетей и интеллектуальных систем;	
	Уметь:					
	– создавать, проводить отладку программы под поставленную задачу с учетом последних теоретических и практических достижений в области искусственного интеллекта и нейросетевых технологий	Умеет создавать, проводить отладку программы с использованием современных интеллектуальных технологий, Умеет проводить внедрение ONNX (Open Neural Network Exchange)	Умеет создавать программы с использованием современных интеллектуальных технологий	Умеет создавать программы с использованием нейросетевых моделей	не умеет создавать программы с использованием нейросетевых моделей	
Владеть:						
– технологией сборки и запуска нейросетевых моделей в режиме обучения и инференса.	Отлично владеет технологиями сборки и запуска программ с использованием	владеет основными технологиями сборки и запуска программ с использованием	владеет базовыми технологиями сборки и запуска программ с использованием	не владеет основными технологиями сборки и запуска программ с использованием		

			нейросетевых модулей, владеет технологией инференса, например, ONNX RUNTIME	нейросетевых модулей, владеет технологией инференса.	нейросетевых модулей.	нейросетевых модулей
--	--	--	---	--	-----------------------	----------------------

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1) Остроух, Андрей Владимирович. Интеллектуальные информационные системы и технологии : монография / А. В. Остроух, А. Б. Николаев, 2019. - 308 с. - Текст : электронный. URL: <https://e.lanbook.com/book/115518>

2) Сотник С. Л. Проектирование систем искусственного интеллекта : учебное пособие / С. Л. Сотник. - Текст : электронный. URL: <https://e.lanbook.com/book/100395>

3) Масленникова, Ольга Евгеньевна. Основы искусственного интеллекта : учебное пособие / О. Е. Масленникова, И. В. Гаврилова, 2019. - 282 с. - Текст : электронный. URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/337972>, ЭБС ibooks.ru

4) Ростовцев В. С. Искусственные нейронные сети : учебник / В. С. Ростовцев, 2023. - 214 с. - Текст : электронный. URL: <https://e.lanbook.com/book/310184>, ЭБС Лань

5.1.2. Дополнительная литература

1) Головицына М. В. Методология автоматизации работ технологической подготовки производства : учебное пособие / М. В. Головицына, 2016. - 208 с. - Текст : электронный. URL: <https://e.lanbook.com/book/100642>

2) Ясницкий, Леонид Нахимович. Введение в искусственный интеллект : учебное пособие для вузов / Л.Н.Ясницкий, 2008. - 176 с. - Текст : непосредственный.

3) Жданов А. А. Автономный искусственный интеллект : научное издание / А. А. Жданов, 2020. - 362 с. - Текст : электронный. URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/350079>, ЭБС ibooks.ru

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Лабораторные работы	Учебная лаборатория «_____», _____	Специализированной лабораторное оборудование по профилю лаборатории:
	Компьютерный класс с выходом в Интернет _____	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсового	Спец

	проекта (курсовой работы) _____ (указывается при наличии КР/КП и такой аудитории)	изированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение
--	---	--

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои

конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения Изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



КГЭУ

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ по дисциплине

Б1.В.ДЭ.01.02.03 Технологии систем искусственного интеллекта

(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки

01.03.04 Прикладная математика

(Код и наименование направления подготовки)

Квалификация

бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине Технологии систем искусственного интеллекта, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

• Семестр 7

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели		
		Текущий контроль	Дополнительные баллы	Итого
Раздел. "Введение в нейронные сети"	ТК	25	0	0-25
Раздел. "Технологии искусственного интеллекта"	ТК	30	0	0-30
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, КП, КР)	ОМ			0-45
Задание промежуточной аттестации				0-15
В письменной форме по билетам				0-30

Технологическая карта формируется для каждого вида промежуточной аттестации (зачета, экзамена, курсового проекта или работы)

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			Зачтено			не зачтено
ПК-1	ПК-1.1	Знать: - основы теории нейронных сетей, в том числе различные архитектуры	глубоко и полно знает математическую структуру в основе построения нейронных	хорошо знает основные математическую структуру в построении нейронных сетей, знает	знает базовые понятия нейронных сетей, знает алгоритм backprop,	не знает базовых понятий, не знает как обучается нейронная сеть, не знает

		нейронных сетей и алгоритмы их обучения; - математические структуры и принципы их обобщения на построение вычислительных блоков нейронных сетей;	сетей, знает алгоритм обратного распространения ошибки, современные архитектуры, метрики качества,	алгоритм обратного распространения ошибки, некоторые современные архитектуры, основные метрики	основные метрики	как оценить качество обучения модели
		Уметь:				
		- анализировать модификации и новые средства программного обеспечения для создания интеллектуальных систем с использованием технологий искусственного интеллекта	умеет анализировать поставленную задачу и предлагать решения на основе технологий искусственного интеллекта; Умеет обосновывать свой выбор технологии;	умеет анализировать поставленную задачу и предлагать решения на основе технологий искусственного интеллекта, обосновывать свой выбор;	умеет подбирать технологию искусственного интеллекта для решения поставленной задачи.	не умеет подбирать адекватную технологию искусственного интеллекта для решения поставленной задачи
		Владеть:				
		- средствами создания и обучения нейронных сетей различных типов	Владеет продвинутым и средствами создания нейронных сетей различных архитектур. Владеет продвинутым и средствами обучения и тестирования сетей.	Владеет основными средствами создания нейронных сетей различных архитектур. Владеет стандартными средствами обучения и тестирования сетей.	Владеет основными средствами создания нейронных сетей базовых архитектур. Владеет базовыми средствами обучения и тестирования сетей.	Не владеет средствами создания и обучения нейронных сетей
		Знать:				
	ПК-1.2	- вычислительные средства и комплексы, применяемые при разработке проектов нейросетей и интеллектуальных систем;	Отлично знает язык Python или C++ , фреймворки глубокого обучения, такие как PyTorch и Tensorflow, облачные платформы для работы с	хорошо знает язык Python или C++ , фреймворки глубокого обучения, такие как PyTorch и Tensorflow, облачные платформы для работы с	знает один из фреймворков в глубокого обучения, такие как PyTorch и Tensorflow, облачные платформы для работы с нейросетями	не знает вычислительных средств, применяемых при разработке проектов нейросетей и интеллектуальных систем;

		-фреймворки глубокого обучения, такие как PyTorch и Tensorflow	нейросетями	нейросетями		
Уметь:						
		– создавать, проводить отладку программы под поставленную задачу с учетом последних теоретических и практических достижений в области искусственног о интеллекта и нейросетевых технологий	Умеет создавать, проводить отладку программы с использование м современных интеллектуаль ных технологий, Умеет проводить внедрение ONNX (Open Neural Network Exchange)	Умеет создавать программы с использование м современных интеллектуаль ных технологий	Умеет создавать программы с использован ием нейросетевы х моделей	не умеет создавать программы с использование м нейросетевых моделей
Владеть:						
		– технологией сборки и запуска нейросетевых моделей в режиме обучения и инференса.	Отлично владеет технологиями сборки и запуска программ с использование м нейросетевых модулей, владеет технологией инференса,нап р., ONNX RUNTIME	владеет основными технологиями сборки и запуска программ с использование м нейросетевых модулей, владеет технологией инференса.	владеет базовыми технологиям и сборки и запуска программ с использован ием нейросетевы х модулей.	не владеет основными технологиями сборки и запуска программ с использование м нейросетевых модулей

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *полное выполнение лабораторных работ в семестре; глубокое понимание принципов построения, методов и технологий обучения нейронных сетей, понимание метрик обучения, знание основных технологий искусственного интеллекта, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретический и практический вопросы)*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *выполнение лабораторных работ в семестре; понимание основных принципов построения и методов обучения нейронных сетей, понимание метрик обучения, знание технологий искусственного интеллекта, содержательные ответы на вопросы билета (теоретический и практический вопросы)*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *выполнение лабораторных работ в семестре; частичное понимание основных принципов построения и методов обучения нейронных сетей, знание метрик обучения, ответы на вопросы билета (теоретический и практический вопросы)*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение лабораторных и практических работ в семестре; незнание и непонимание базовых принципов построения нейронных сетей; неполное и неясное выполнение теоретического вопроса билета; неспособность объяснить программный код по практической части билета.

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ПК-1.1: Выбирает актуальные цифровые технологии в деятельности предприятия

Тест

Вопрос	Варианты ответа	ответ
Под искусственным интеллектом в России понимается	комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека	
	самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма	
	комплекс технологических решений, позволяющий получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека	
	все вышеописанное	
Нейросетевыми технологиями называют	комплекс информационных технологий, основанных на применении компьютерных сетей	
	комплекс информационных технологий, основанных на применении искусственных нейронных сетей	
	информационные системы поиска	
	информационные технологии управления	
Алгоритм обучения искусственной нейронной сети заканчивается, когда	достигнуто заданное значение средней (или минимальной) ошибки	
	сеть исчерпала возможности обучения (ошибка перестала уменьшаться от эпохи к эпохе)	
	пройдено определенное количество эпох	
	любой ответ из перечисленных	
Какие функции выполняет программная реализация входного слоя многослойного персептрона?	Вычисляет производную для алгоритма обратного распространения ошибки.	
	Передает входной вектор сигналов на первый скрытый слой.	
	Удаляет "шум" из сигнала.	
	Транслирует сигнал на выходной слой многослойного персептрона.	
Нейрон j получил на вход сигнал от четырех других нейронов уровни возбуждения, значения которых равны 10, -20, 5, 4 и соответствующие веса связей равны 0.8, 0.5, 0.7 и -0.5 соответственно. Вычислите сигнал на выходе	-1.8485	
	0,5	
	-0,4621	
	0,2449	

<p>j-го нейрона в случае, если функция активации нейронов есть гиперболический тангенс. Выберите правильный ответ:</p>		
<p>Программно реализована нейронная сеть с одним скрытым слоем и активационной функцией сигмоида. У сети 1 вход, 3 нейрона в скрытом слое и один выход. Что будет на выходе сети в случае, если на входе 1, все веса равны 1 и смещение 0.</p> 	<p>0 0,7311 3 2,1932</p>	
<p>Что представляет собой алгоритм «обучения искусственной нейронной сети»?</p>	<p>процедуру подстройки сигналов нейронов процедуру подстройки весовых значений процедуру вычисления пороговых значений для функций активации</p>	
<p>Программная реализация однослойного персептрона позволяет решать задачи</p>	<p>аппроксимации функций распознавания образов классификации</p>	
<p>Какая архитектура искусственной нейронной сети больше подходит для разработки алгоритмов анализа естественных языков (текстов).</p>	<p>Многослойный персептрон Рекуррентные нейронные сети Сверточные нейронные сети</p>	
<p>Для функции активации гиперболический тангенс $th(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$ вычислите, чему равен $\lim_{x \rightarrow -\infty} th(x)$?</p>	<p>-1 0 1 Предел не существует</p>	
<p>Для разработки алгоритмов и программных средств для детекции и трекинга в системах видеонаблюдения, используются нейронные сети</p>	<p>ResNet YOLO SSD GAN</p>	
<p>Какой фреймворк глубокого обучения имеет интерфейс</p>	<p>CNTK Tensorflow</p>	

для разработки программных средств на языке программирования Python для обучения и запуска ИНС?	PyTorch	
	Все перечисленные	
Входное изображение имеет размер 32 на 32. Какого размера получится результат свёртки в PyTorch 5 на 5 без padding, со stride=(1,1), если на выходе должно быть 6 каналов?	torch.Tensor размером 6 на 14 на 14	
	torch.Tensor размером 28 на 6 на 6	
	torch.Tensor размером 6 на 28 на 28	
	torch.Tensor размером 6 на 5 на 5	
Сколько параметров в свертке размером 3x3, которая применяется к трехканальному изображению? Не считайте слой активации, не учитывайте <i>bias</i> .	3 параметра: столько же, сколько и каналов	
	9 всего: мы накладываем одну и ту же свертку на каждый из трех каналов	
	9 уникальных -- всего 27, но для всех каналов параметры одинаковые	
	27 параметров: 3x3 для каждого из трех каналов	
Для какой архитектуры сверточной нейронной сети характерно обходные соединения (skipconnections), пробрасывающие градиент ошибки в обход свёртки	VGG	
	AlexNet	
	ResNet	
	GoogleNet	
Укажите ошибку при работе с оптимизатором в PyTorch при разработке программы обучения нейронной сети.	optimizer = torch.optim.Adam(net.parameters(), lr=0.01)	
	optimizer.step()	
	optimizer.zero_grad()	
	optimizer.backward()	

Вопросы

1. Функция потерь и оптимизация параметров нейронной сети. Вывод ФП из метода максимального правдоподобия.
2. Обучение нейронной сети с помощью алгоритма обратного распространения ошибки. Понятие паралича сети и причины его возникновения.
3. Оценка качества нейросетевых моделей. Основные метрики.
4. Свёрточные нейронные сети. Операция свертки, каскад свёрток.
5. Архитектуры нейронных сетей для мультиклассовых моделей. Функция Softmax.
6. Архитектуры нейронных сетей для моделей бинарной классификации
7. Многослойный перцептрон. Представление булевых функций. Преодоление ограничения линейной разделимости и решение проблемы исключающего «или». Теорема Колмогорова.
8. Операция деконволюции. Transposed convolution layer.
9. Алгоритм обратного распространения ошибки. Достоинства и недостатки

алгоритма. Понятие паралича сети и причины его возникновения.

10. Базовая архитектура нейронных сетей. Принципы построения. Основные функции активации.

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-1.2: Способен к разработке и внедрению актуальных цифровых технологий

Вопрос	Варианты ответа	ответ
В каких областях экономики применяются алгоритмы на основе искусственных нейронных сетей?	оценка вероятности банкротства;	
	распознавание образов (текста, подписи);	
	задачи классификации и сегментации экономических объектов	
	все перечисленные	
Программно реализован нейрон с функцией активации типа гиперболический тангенс с тремя входами и нейрон смещения. Входы все равны 1 и все веса также равны 1, а смещение 0,5. Чему будет равен выход нейрона?	0,9951	
	1	
	-1	
	0,9981	
В программе нейронной сети нейрон j получил на вход сигнал от четырех других нейронов уровни возбуждения, значения которых равны 10, -20, 5, 4 и соответствующие веса связей равны 0.8, 0.5, 0.7 и -0.5 соответственно. Вычислите сигнал на выходе j-го нейрона в случае, если функция активации нейронов есть логистическая сигмоида. Выберите правильный ответ:	0,25	
	0,6225	
	0,3775	
	-1,5415	
В программной реализации однослойного персептрона на вход подается вектор $(x_1...x_n)$. В каком случае выходом будет нулевой вектор?	если найдется такой нейрон j, что $\sum_{i=1}^n a_i w_i^j < \theta$	
	если для каждого нейрона j будем иметь $\sum_{i=1}^n a_i w_i^j < 1$	
	если для каждого нейрона j будем иметь $\sum_{i=1}^n a_i w_i^j < \theta$	

	если найдется такой нейрон j , что $\sum_{i=1}^n a_i w_i^j = \theta$	
Найдите производную этой функции активации $th(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$ и выразите результат через функцию $th(x)$	1-th²(x)	
	1+th ² (x)	
	th(x)-1	
	th ² (x)	
Какая архитектура искусственной нейронной сети больше всего подходит для разработки алгоритмов и программных средств распознавания образов и анализа изображений?	Полносвязная нейронная сеть (многослойный персептрон)	
	Сверточная (конволюционная) нейронная сеть	
	Рекуррентная нейронная сеть	
Пусть в программе автоматического распознавания рукописных цифр от 0 до 9 используется CNN с активацией softmax. Какую функцию потерь вы выберете?	MSE	
	MAE	
	CE (Cross Entropy)	
	BCE (Binary Cross Entropy)	
Аугментация данных применяется для	увеличения объема обучающей выборки	
	увеличения скорости обучения	
	нормализации	
	борьбы с переобучением	
С помощью какого минимального числа нейронов в скрытом слое многослойного персептрона решается проблема XOR ?	1	
	3	
	4	
	5	
Для разработки алгоритмов и программных средств для решения задачи классификации в системах компьютерного зрения используются нейронные сети	GAN	
	ResNet	
	LSTM	
	VGG	
При построении алгоритмов обучения нейронной сети обычно датасет делят на 2 части train и test или на 3 части: train, validation, test. Для чего нужно такое деление?	Если обучаться на полном датасете и на нем же делать валидацию, то можно не заметить переобучения	
	Validation нужна, чтобы подобрать гиперпараметры сети	
	Test нужен для финальной оценки качества работы сети	
	Все вышеперечисленное	
Какая программная библиотека не применяется	Tensorflow	
	Torch	

для глубокого обучения?	NLTK	
	CNTK	
При написании программ в PyTorch какая операция с тензорами c, d c = torch.ones([5,4]) d = torch.Tensor([[1,2,3,4], [5,6,7,8], [9,10,11,12], [13,14,15,16], [17,18,19,20]]) позволяет получить следующий вывод? tensor([[0., 1., 1., 1.], [1., 1., 1., 1.], [1., 1., 1., 1.], [1., 1., 1., 1.], [1., 1., 1., 1.]])	d[0] + c[2]	
	c % d	
	c.shape	
	d + c	
Пусть матрица признаков равна [[4, 2, -1], [-6, 0, 5], [3, 2, 2]], а ядро свертки – [[0, 1, 2], [1, -1, 0], [1, 0, -2]] Каков будет результат применения свертки со stride=2, padding=1?	[[-4, 3], [-9, 5]]	
	[[3, -4], [-9, 5]]	
	[[-9, 5], [3, -4]]	
	[[-4, 3, 1], [1, 0, -2]]	
В программе на PyTorch исходный torch.tensor был размером 13x13x384. Сколько фильтров должно быть в свёртке, которая выдаёт torch.tensor размером 13x13x384?	13	
	169	
	384	
	64896	

Вопросы

1. Регуляризация нейронной сети: "weight decay". Регуляризация Тихонова, Lasso – регуляризация
2. Регуляризация и прореживание нейронной сети. Прямой и обратный Dropout.
3. Методы глубокого обучения. Нормализация данных. Батч-нормализация.
4. Технология передачи обучения Transfer Learning. Использование предобученных сетей.
5. Автоэнкодеры. Особенности архитектуры и обучения энкодера и декодера.

6. Рекуррентные нейронные сети. Архитектура GRU (Gated recurrent unit).
7. Рекуррентные нейронные сети. Архитектура LSTM (Long Short-Term Memory).
8. Генеративно-сопоставительные нейросети (GAN) и style transfer.
9. Фреймворк глубокого обучения Tensorflow
10. Фреймворк глубокого обучения Pytorch

Для промежуточной аттестации:

Базовые вопросы к экзамену

1. Математическая модель биологического нейрона. Дендриты, аксоны, синапсы.
2. Технологии искусственного интеллекта, области применения и решаемые задачи.
3. Базовая архитектура нейронных сетей. Принципы построения. Основные функции активации.
4. Перцептрон Розенблатта и правило Хебба. Теорема о сходимости алгоритма обучения перцептрона для линейно-разделимых множеств. Проблема XOR.
5. Многослойный перцептрон. Представление булевых функций. Преодоление ограничения линейной разделимости и решение проблемы исключаящего «или». Теорема Колмогорова.
6. Обучение нейронной сети с помощью алгоритма обратного распространения ошибки. Понятие паралича сети и причины его возникновения.
7. Функция потерь и оптимизация параметров нейронной сети. Вывод функции потерь из метода максимального правдоподобия.
8. Проблема овражности поверхности функционала ошибки и её частичное преодоление с помощью введения момента (Nesterov momentum).
9. Обучение с помощью backpropagation на основе алгоритма RMSProp.
10. Обучение с помощью backpropagation на основе алгоритма Adaptive moment estimation.
11. Проблема исчезающего и взрывающегося градиента. Понятие «умирающий» ReLU.
12. Оценка качества обучения. Основные метрики задач классификации.
13. Постановка и решение задачи регрессии с помощью нейронной сети.
14. Постановка и решение задачи бинарной классификации с помощью нейронных сетей.
15. Архитектуры нейронных сетей для многоклассовых моделей. Вероятностная мера принадлежности к классу. Функция Softmax.
16. Свёрточные нейронные сети. Операция свертки (1D, 2D). Ядро свертки. Каскад свёрток.
17. Базовые принципы построения свёрточных нейронных сетей.
18. Архитектура Inception (inception блок). Training head.
19. Архитектура ResNet (residual блок). Skip-connection.
20. Переобучение и методы борьбы с ним. Аугментация. Early stopping
21. Регуляризация нейронной сети: "weight decay". Регуляризация Тихонова, Lasso – регуляризация.
22. Регуляризация и прореживание нейронной сети. Dropout.
23. Нормализация данных - batch-нормализация (batch_norm, layer_norm). Вычисление статистик при обучении и валидации (train/eval).
24. Технология “передачи знаний” Transfer Learning (fine tuning, feature extraction)
25. Семантическая сегментация с помощью глубокого обучения. Полносвёрточные сети (FCN). Операция деконволюции. Transposed convolution layer.

26. Архитектура SegNet, Unet. Функции потерь на основе коэффициента Дайса и focal loss.
27. Методы масштабирования для операции upsampling и downsampling. Dilated convolution.
28. Генеративные модели и автоэнкодеры.
29. Вариационные автоэнкодеры (VAE). Дивергенция Кульбака-Лейблера.
30. Генеративно-сопоставительные нейронные сети (GAN) и нейронный стиль передачи обучения (на примере style transfer).
31. Рекуррентные нейронные сети и специфика их обучения.
32. Глубокое обучение в NLP. Классификация текстов с помощью CNN и RNN.
33. Архитектуры LSTM (Long Short-Term Memory) и GRU (Gated Recurrent Unit).
34. Механизм внимания (Attention).
35. Фреймворк глубокого обучения PyTorch. Автоматическое дифференцирование. Принципы построения нейронных сетей в PyTorch: функциональный и объектный подход.
36. Фреймворк глубокого обучения Tensorflow. Вычислительный граф. Построение нейронной сети и ее обучение. Tensorboard.
37. Инференс нейросетевых моделей. ONNX.
38. Механизм внимания. Архитектура Transformer.

Типовые задачи:

1. Реализовать и обучить сеть для предсказания лояльности клиентов сотового оператора (датасет у преподавателя)
2. Реализовать сверточную сеть, обучить сеть и провести классификацию torchvision.datasets.FakeData. Составить confusion matrix. Построить графики accuracy и loss на валидации. Провести анализ. Уметь объяснить свой код.
3. Реализовать ResNet18 для CIFAR10 (torchvision.datasets).
Из библиотеки torchvision (ставится вместе с pytorch), можно импортировать ResNet18 командой `from torchvision.models import resnet18`
Добавьте L2-регуляризацию. В PyTorch она активируется с помощью параметра `weight_decay` в оптимизаторе. Значение обычно выбирают из `[1e-3, 1e-4, 1e-5]`. Пример:

```
optimizer = torch.optim.Adam(model.parameters(), lr=1e-4, weight_decay=1e-5)
```


Составить confusion-matrix. Графики accuracy и loss на валидации. Провести анализ обучения. Уметь объяснить свой код.
4. С помощью фреймворка PyTorch для решения задачи классификации реализовать нейронную сеть архитектуры VGG. Провести обучение на датасете EMNIST (torchvision.datasets) в Google Collaboratory. Построить графики accuracy и loss на валидации. Провести анализ влияния гиперпараметров (на выбор 1 параметр) на обучение построенной ИНС.

5. С помощью фреймворка PyTorch для решения задачи классификации реализовать нейронную сеть архитектуры MobileNet. Провести обучение на датасете FashionMnist (torchvision.datasets) в Google Collaboratory. Построить графики accuracy и loss на валидации. Провести анализ влияния гиперпараметров (на выбор 1 параметр) на обучение построенной ИНС.
6. Реализовать сверточную сеть, обучить сеть и провести классификацию torchvision.datasets.FakeData. Построить графики accuracy и loss на валидации. Провести анализ влияния гиперпараметров (на выбор 1 параметр) на обучение построенной ИНС.
7. С помощью фреймворка PyTorch реализовать нейронную сеть архитектуры DenseNet. Решить задачу классификации для FashionMNIST из библиотеки torchvision.datasets. Составить confusion-matrix. Графики accuracy и loss на валидации. Провести анализ обучения. Уметь объяснить свой код.
8. Провести бинарную классификацию в ML-задаче (датасет у преподавателя). Разделить выборку на обучающую и контрольную. Обучить сеть. Оценить качество обучения.
9. Решение задачи регрессии с помощью нейронной сети (датасет у преподавателя).
10. Обучить нейронную сеть для задачи предсказания заболевания. Построить графики accuracy и loss на валидации. Провести анализ. Уметь объяснить свой код.