




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



УТВЕРЖДАЮ

Директор института цифровых  
технологий и экономики

 Ю.В. Торкунова

«24» ноября 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ГЛУБОКИЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ НА PUNTON

Направление подготовки	09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль)	Инженерия искусственного интеллекта
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная

<b>Перечень сведений о рабочей программе</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> Инженерия искусственного интеллекта	<b>Код ОП</b> 09.04.01
<b>Направление подготовки</b> Информатика и вычислительная техника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 09.04.01

Программа составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Созыкин Андрей Владимирович	Кандидат технических наук	Доцент	Кафедра информационных технологий и систем управления, ИРИТ-РТФ, УрФУ
2	Кошелев Антон Александрович	кандидат физико-математических наук	доцент	Кафедра высокопроизводительных компьютерных технологий, ИЕНиМ, УрФУ

Программа оформлена в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ О ПОРЯДКЕ РАЗРАБОТКИ И УТВЕРЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ – ПРОГРАММ БАКАЛАВРИАТА, ПРОГРАММ СПЕЦИАЛИТЕТА И ПРОГРАММ МАГИСТРАТУРЫ В КГЭУ

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института цифровых технологий и экономики ФГБОУ ВО «КГЭУ»**

Протокол № 4 от 24.11.2021 г.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является изучение математического аппарата, используемого в основе работы глубоких нейронных сетей, основные архитектуры сетей и методы их обучения.

Задачами дисциплины являются:

- получение теоретических знаний об основных архитектурах глубоких нейронных сетей;
- получение теоретических знаний и практических навыков разработки и программирования моделей принятия решений на основе глубоких нейронных сетей.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>		
ПК-2 Способен выбирать, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку работоспособности программных компонентов систем, основанных на знаниях, по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования	ПК-2.1 Выбирает и разрабатывает программные компоненты систем, основанных на знаниях	<i>Знать:</i> основные критерии эффективности и качества функционирования системы, основанной на знаниях: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования систем, основанных на знаниях <i>Уметь:</i> выбирать, адаптировать, разрабатывать и интегрировать программные компоненты систем, основанных на знаниях, с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования
	ПК-2.2. Проводит экспериментальную проверку работоспособности систем, основанных на знаниях	<i>Знать:</i> методы постановки задач, проведения и анализа тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем, основанных на знаниях. <i>Уметь:</i> ставить задачи и проводить тестовые и экспериментальные испытания работоспособности систем, основанных на знаниях, анализировать результаты и вносить изменения
ПК-7. Способен руководить проектами по созданию, поддержке и	ПК-7.1. Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и	<i>Знать:</i> функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>		
использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	инструментальных средств для решения поставленной задачи	<i>Уметь:</i> применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей
	ПК-7.2. Руководит созданием систем искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств	<i>Знать:</i> принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта <i>Уметь:</i> руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей
ОПК-9 Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	ОПК-9.1 Применяет инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	<i>Знать:</i> инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач <i>Уметь:</i> применять инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач
	ОПК-9.2 Разрабатывает оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	<i>Знать:</i> принципы разработки оригинальных программных средств для решения профессиональных задач <i>Уметь:</i> разрабатывать оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина *Глубокие нейронные сети на Python* относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ПК-2	Программная инженерия	Производственная практика (преддипломная практика) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

ПК-7		Проектный практикум 3 Производственная практика (преддипломная практика) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-9	Программирование на Python	Машинное обучение Компьютерное зрение Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основы программирования на языке Python;
- основные принципы и методы построения простых нейронных сетей;
- математические основы искусственного интеллекта.

Уметь:

- выбирать подходящие элементы нейронных сетей для построения архитектуры, решающей поставленную задачу.

Владеть:

- навыком программирования на языке Python;
- методами анализа данных.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 часов, занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 16 часов, групповые и индивидуальные консультации 2 часа, прием экзамена (КПА), экзамен - 1 час, самостоятельная работа обучающегося 79 часов, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		2
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	108	108
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:</b>	29	29
Лекции (Лек)	8	8
Практические (семинарские) занятия (Пр)	16	16
Консультации	2	2
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:</b>	79	79
Подготовка к промежуточной аттестации в форме:	35	35

экзамена		
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (За – зачет, ЗО – зачет с оценкой, Э – экзамен)	Э	Э

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС							Итого	Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации						
Раздел 1. Основы программирования нейронных сетей	3	1	2			8			11	ПК-2.1-31, ПК-2.1-У1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1	Л1 .1, Л1 .2, Л2 .1	П <sup>3</sup>		12
Раздел 2. Обучение искусственной нейронной сети	3	1	2			9			12	ПК-2.1-31, ПК-2.1-У1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1	Л1 .1, Л1 .2, Л2 .1	П <sup>3</sup>		12
Раздел 3. Нейронные сети для анализа табличных	3	2	4			9			15	ПК-7.1-31, ПК-7.1-	Л1 .1, Л1 .2, Л2	П <sup>3</sup>		12

данных										У1, ПК- 7.2- 31, ПК- 7.2- У1	.1			
Раздел 4. Нейронные сети для задачи анализа изображений	3	2	4			9			15	ПК- 7.1- 31, ПК- 7.1- У1, ПК- 7.2- 31, ПК- 7.2- У1	Л1 .1, Л1 .2, Л2 .1	П 3		12
Раздел 5. Задачи на обучение с подкрепление м.	3	2	4			9			15	ПК- 7.1- 31, ПК- 7.1- У1, ПК- 7.2- 31, ПК- 7.2- У1, ОПК- 9	Л1 .1, Л1 .2, Л2 .1	П 3		12
<i>Экзамен</i>	3				2			35	1				Э	40
<b>ИТОГО</b>		8	16		2	44	2	35	1	10 8				100

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Введение в тематику искусственных нейронных сетей. Модель искусственного нейрона. Общее представление об искусственной нейронной сети. Библиотеки для обучения нейронных сетей. Распознавание предметов одежды. Обзор набора данных и выбор архитектуры нейронной сети. Распознавание предметов одежды. Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение. Анализ качества обучения нейронной сети.	1
2	Обучение искусственного нейрона. Обучение искусственной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки.	1
3	Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии	2
4	Сверточные нейронные сети. Распознавание объектов на изображении. Предварительно обученные нейронные сети. Перенос обучения в нейронных сетях.	2

5	Нейронные сети для задач обработки естественного языка. Одномерные сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети для задач обработки естественного языка.	2
<b>Всего</b>		<b>8</b>

### 3.4. Тематический план практических занятий

№ п/п	Темы практических работ	Трудоемкость, час.
1	Распознавание предметов одежды с помощью полносвязной глубокой нейронной сети.	1
2	Оценка качества обучения глубокой нейронной сети.	1
3	Алгоритмы обучения нейронных сетей.	2
4	Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии на табличных данных.	2
5	Классификация объектов на изображениях с помощью сверточной нейронной сети.	2
6	Использование предварительно-обученных нейронных сетей для анализа изображений. Перенос обучения.	2
7	Кодирование текста для обработки нейронной сетью.	2
8	Определение тональности текста с помощью рекуррентных нейронных сетей LSTM и GRU.	2
9	Определение тональности текста с помощью одномерных сверточных нейронных сетей LSTM и GRU.	2
<b>Всего</b>		<b>16</b>

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала, выполнение домашних заданий	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	8
2	Изучение теоретического материала, выполнение домашних заданий	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	9
3	Изучение теоретического материала, выполнение домашних заданий	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	9
4	Изучение теоретического материала,	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	9



	выполнение домашних заданий		
5	Изучение теоретического материала, выполнение домашних заданий	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	9
<b>Всего</b>			<b>44</b>

#### 4. Образовательные технологии

В процессе обучения используются:

- дистанционные курсы, размещенные на площадке LMS Moodle, URL: <http://lms.kgeu.ru/>;

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

#### 5. Оценка результатов обучения

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

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает выполнение практических заданий.

Итоговой оценкой результатов освоения дисциплины является оценка, выставленная во время промежуточной аттестации обучающегося (*зачёт*) с учетом результатов текущего контроля успеваемости. Результат (зачтено / не зачтено) промежуточной аттестации в форме зачёта определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости по дисциплине.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	<i>Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки</i>	<i>Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок</i>	<i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок</i>	<i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок</i>
Наличие умений	<i>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные</i>	<i>Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками</i>	<i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены</i>	<i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущими</i>

	<i>умения, имеют место грубые ошибки</i>	<i>ками, выполнены все задания, но не в полном объеме</i>	<i>все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами</i>	<i>ществными недочетами, выполнены все задания в полном объеме</i>
Наличие навыков (владение опытом)	<i>При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки</i>	<i>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</i>	<i>Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами</i>	<i>Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов</i>
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	<i>Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач</i>	<i>Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач</i>	<i>Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач</i>	<i>Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач</i>
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-2	ПК-2.1	знать: основные критерии эффективности и качества	Знает все основные критерии эффектив	Знает многие основные критерии	Знает некоторые основные	Уровень знаний ниже минимал

		<p>функционирования системы, основанной на знаниях: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования систем, основанных на знаниях</p>	<p>ности и качества функционирования системы, основанной на знаниях: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования систем, основанных на знаниях, не допускает ошибок</p>	<p>эффективности и качества функционирования системы, основанной на знаниях: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования систем, основанных на знаниях, может допустить несколько негрубых ошибок</p>	<p>критерии эффективности и качества функционирования системы, основанной на знаниях: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования систем, основанных на знаниях, допускает много негрубых ошибок</p>	<p>ьного требования, допускает грубые ошибки</p>
<p>уметь:</p>						
		<p>выбирать, адаптировать, разрабатывать и интегрировать программные компоненты систем, основанных на знаниях, с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования</p>	<p>Демонстрирует умение выбирать, адаптировать, разрабатывать и интегрировать программные компоненты систем, основанных на</p>	<p>Демонстрирует умение выбирать, адаптировать, разрабатывать и интегрировать программные компоненты систем, основанных на</p>	<p>Частично демонстрирует умение выбирать, адаптировать, разрабатывать и интегрировать программные компоненты систем, основанных</p>	<p>Не сформировано умение выбирать, адаптировать, разрабатывать и интегрировать программные компоненты систем,</p>

			знаниях, с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования, не допускает ошибок	знаниях, с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования, может допустить несколько негрубых ошибок	ых на знаниях, с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования, допускает много негрубых ошибок	основанных на знаниях, с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования, допускает грубые ошибки
		знать:				
	ПК-2.2	методы постановки задач, проведения и анализа тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем, основанных на знаниях.	Знает все основные методы постановки и задач, проведения и анализа тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем, основанных на знаниях., не допускает ошибок	Знает многие основные методы постановки и задач, проведения и анализа тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем, основанных на знаниях., может допустить несколько негрубых ошибок	Знает некоторые основные методы постановки и задач, проведения и анализа тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем, основанных на знаниях., допускает много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		ставить задачи и проводить тестовые и экспериментальные испытания работоспособности систем, основанных на знаниях.	Демонстрирует умение ставить задачи и проводить	Демонстрирует умение ставить задачи и проводить	Частично демонстрирует умение ставить задачи и проводить	Не сформировано умение ставить задачи и проводить

		ости систем, основанных на знаниях, анализировать результаты и вносить изменения	тестовые и экспериментальные испытания работоспособности систем, основанных на знаниях, анализировать результаты и вносить изменения, не допускает ошибок	тестовые и экспериментальные испытания работоспособности систем, основанных на знаниях, анализировать результаты и вносить изменения, может допустить несколько негрубых ошибок	ь тестовые и экспериментальные испытания работоспособности систем, основанных на знаниях, анализировать результаты и вносить изменения, допускает много негрубых ошибок	ь тестовые и экспериментальные испытания работоспособности систем, основанных на знаниях, анализировать результаты и вносить изменения, допускает грубые ошибки
ПК-7	ПК-7.1	знать:				
		функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей	Знает функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей, не допускает ошибок	Знает функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей, может допустить несколько негрубых ошибок	Знает функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей, допускает много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		применять современные	Демонстрирует	Демонстрирует	Частично демонстрирует	Не сформирован

	инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей	умение применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей, не допускает ошибок	умение применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей, может допустить несколько негрубых ошибок	ирует умение применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей, допускает много негрубых ошибок	овано умение применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей, допускает грубые ошибки
ПК-7.2	знать:				
	принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта	Знает все основные принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусстве	Знает многие основные принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем	Знает некоторые основные принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки

			ного интеллекта, не допускает ошибок	искусственного интеллекта, может допустить несколько негрубых ошибок	систем искусственного интеллекта, допускает много негрубых ошибок	
		уметь:				
		руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей	Демонстрирует умение руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, не допускает ошибок	Демонстрирует умение руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, может допустить несколько негрубых ошибок	Частично демонстрирует умение руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, допускает много негрубых ошибок	Не сформировано умение руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, допускает грубые ошибки
ОПК-9	ОПК-9.1	знать:				
		инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач	Знает все основные инструментальные среды, программно-технические	Знает многие основные инструментальные среды, программно-	Знает некоторые основные инструментальные среды, программ	Уровень знаний ниже минимального требования, допускае

		ие платформ для решения профессиональных задач, не допускает ошибок	технические платформы для решения профессиональных задач, может допустить несколько негрубых ошибок	нотехнические платформы для решения профессиональных задач, допускает много негрубых ошибок	т грубые ошибки
	уметь:				
	применять инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач	Демонстрирует умение применять инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач, не допускает ошибок	Демонстрирует умение применять инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач, может допустить несколько негрубых ошибок	Частично демонстрирует умение применять инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач, допускает много негрубых ошибок	Не сформировано умение применять инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач, допускает грубые ошибки
	знать:				
ОПК-9.2	принципы разработки оригинальных программных средств для решения профессиональных задач	Знает все основные принципы разработки и оригинальных программных средств для решения профессиональных	Знает многие основные принципы разработки и оригинальных программных средств для решения профессиональных	Знает некоторые основные принципы разработки и оригинальных программных средств для решения	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки



			задач, не допускает ошибок	оригинальных задач, может допустить несколько негрубых ошибок	профессиональных задач, допускает много негрубых ошибок	
		уметь:				
		разрабатывать оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	Демонстрирует умение разрабатывать оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта, не допускает ошибок	Демонстрирует умение разрабатывать оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта, может допустить несколько негрубых ошибок	Частично демонстрирует умение разрабатывать оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта, допускает много негрубых ошибок	Не сформировано умение разрабатывать оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта, допускает грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. *Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.*

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Филипп	Моделиро	учебное	Санкт-	2019	<a href="https://e.lanb">https://e.lanb</a>	1

	ов Ф.В.	вание нейронны х сетей глубокого обучения	пособие	Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч- Бруевича		ook.com/boo k/180053	
2	Антонио Джулли, Суджит Пал	Библиоте ка Keras – инструме нт глубокого обучения. Реализаци я нейронны х сетей с помощью библиоте к Theano и TensorFlo w	учебник	М.: ДМК Пресс	2018	https://e.lanb ook.com/boo k/111438	1

### Дополнительная литература

№ п/ п	Автор(ы)	Наимено вание	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпля ров в биб лиотеке КГЭУ
1	Шарден Б., Массаро н Л., Боскетт и А.	Крупнома сштабное машинное обучение вместе с Python	учебное пособие	М.: ДМК Пресс	2018	https://e.lan book.com/b ook/105836	1

## **6.2. Информационное обеспечение**

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/ п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	<i>Электронно-библиотечная система «Лань»</i>	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	<i>Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»</i>	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>
3	<i>Электронно-библиотечная система «book.ru»</i>	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
4	<i>Энциклопедии, словари, справочники</i>	<a href="http://www.rubricon.com">http://www.rubricon.com</a>
5	<i>Портал "Открытое образование"</i>	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>
6	<i>Единое окно доступа к образовательным ресурсам</i>	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
7	Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
8	Портал искусственного интеллекта	<a href="http://www.aiportal.ru/">http://www.aiportal.ru/</a>
9	Портал изучения средств построения нечётких интеллектуальных систем	<a href="http://matlab.exponenta.ru/fuzzylo_gic/index.php">http://matlab.exponenta.ru/fuzzylo_gic/index.php</a>

10	Интеллектуальные технологии идентификации	<a href="http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book5/index.php">http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book5/index.php</a>
----	---	---

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	<i>Официальный интернет-портал правовой информации</i>	<a href="http://pravo.gov.ru">http://pravo.gov.ru</a>	<a href="http://pravo.gov.ru">http://pravo.gov.ru</a>
2	<i>Справочная правовая система «Консультант Плюс»</i>	<a href="http://consultant.ru">http://consultant.ru</a>	<a href="http://consultant.ru">http://consultant.ru</a>
3	<i>Справочно-правовая система по законодательству РФ</i>	<a href="http://garant.ru">http://garant.ru</a>	<a href="http://garant.ru">http://garant.ru</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	<i>Научная электронная библиотека</i>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2	<i>Российская государственная библиотека</i>	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>
3	<i>Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH</i>	<a href="http://www.zbmath.org">http://www.zbmath.org</a>	<a href="http://www.zbmath.org">http://www.zbmath.org</a>
4	<i>Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink</i>	<a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a>	<a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a>
5	<i>Образовательный портал</i>	<a href="http://www.ucheba.com">http://www.ucheba.com</a>	<a href="http://www.ucheba.com">http://www.ucheba.com</a>

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
2	Visual Studio Express	Инструмент создания Web приложений	<a href="https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/express/">https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/express/</a>
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет (включая русскоязычный)	<a href="https://www.google.com/intl/ru/chrome/">https://www.google.com/intl/ru/chrome/</a>

		интернет).	
4	Браузер Firefox	Свободный веб-браузер	<a href="https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/">https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/</a>
5	OpenOffice	Пакет офисных приложений. Одним из первых стал поддерживать новый открытый формат OpenDocument. Официально поддерживается на платформах Linux	<a href="https://www.openoffice.org/ru/download/index.html">https://www.openoffice.org/ru/download/index.html</a>
6	Adobe Acrobat	Пакет программ	<a href="https://get.adobe.com/ru/reader/">https://get.adobe.com/ru/reader/</a>
7	LMS Moodle	Это современное программное обеспечение	<a href="https://download.moodle.org/releases/latest/">https://download.moodle.org/releases/latest/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа В-103	180 посадочных мест, доска аудиторная, акустическая система, проектор, усилитель-микшер для систем громкой связи, экран, микрофон, миникомпьютер, монитор, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Лабораторные работы	Учебная лаборатория В-617	44 посадочных места (20 по центру - 24 по краю), доска ученическая, моноблок (10 шт.), подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду
		Лаборатория В-619	46 посадочных мест (24 по центру + 22 по краю), доска ученическая; моноблок (12 шт.), подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду
3	Практические занятия	Учебная лаборатория В-617	44 посадочных места (20 по центру - 24 по краю), доска ученическая, моноблок (10 шт.), подключение к сети «Интернет», доступ в электронную

			информационно-образовательную среду
		Лаборатория В-619	46 посадочных мест (24 по центру + 22 по краю), доска ученическая; моноблок (12 шт.), подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду
4	Самостоятельная работа обучающегося	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, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

## 8. 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](http://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*

*слабослышающих 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.*

## 9. Оценочные материалы

Задания по контрольно-оценочным мероприятиям в рамках текущей и промежуточной аттестации должны обеспечивать освоение и достижение результатов обучения (индикаторов) и предметного содержания дисциплины на соответствующем уровне.

### 9.1 Контрольная работа

**Примерная тематика** контрольных работ:

1. Алгоритмы обучения нейронных сетей.

**Примерные задания** в составе контрольных работ (правильный ответ выделен жирным шрифтом):

**Задание №1.** Выберите необходимые свойства функций ошибок, для которых можно применить градиентный спуск:

Варианты ответа:

1. Непрерывность
2. Монотонность
3. **Дифференцируемость**
4. Выпуклость
5. Однозначность

**Задание №2** Рассчитать значение ошибки на шаге обучение

Чему равна ошибка на шаге обучения искусственного нейрона, который имеет три входа, функция активации гиперболический тангенс, функция потери средняя квадратичная ошибка (MSE). Набор данных для обучения:

Данные на входе в нейрон	Значение на выходе
1,2,3	0.1
2,3,4	0.2
3,4,5	0.2
4,5,6	0.3

5,6,7	0.3
-------	-----

Значение весов входов в нейрон: 0.01, 0.02, 0.03.

Варианты ответа:

1. 0.0015
2. **0.0017**
3. 0.0085
4. -0.0085
5. -0.0015

**Задание № 3.** Сопоставить функцию ошибки и ее производную.

Функция ошибки:

1.  $MSE f(x) = \alpha x^2$
2.  $MAE f(x) = \alpha \vee x \vee$
3. Логистическая  $f(x) = \log(1 + e^{-x})$

Производная:

1.  $f'(x) = \alpha \operatorname{sgn}(x)$
2.  $f(x) = \frac{-e^{-x}}{(1+e^{-x})}$
3.  $f'(x) = 2\alpha x$

Правильный ответ:

- 1 -> 3
- 2 -> 1
- 3 -> 2

**Задание №4.** Выберите формулу правила производной сложной функции

$$\frac{df(g(x))}{dx}$$



$$1. f'(g(x))g(x) + f(g(x))g'(x)$$

$$2. f'(g(x))g'(x)$$

$$3. f'(g(x))f(g'(x))$$

$$4. f'(g'(x))$$

Правильный ответ: 2.

**Задание №5** Сопоставьте формулы модификаций градиентного спуска с их названием

Варианты названий:

1. SGDmomentum
2. AdaGrad
3. AdaDelta
4. RMSprop
5. Adam

Варианты формул:

1.

$$g_i(k+1) = \gamma g_i(k) + (1-\gamma) \left( \frac{\partial E}{\partial w_i} \right)^2$$

$$w_i(k+1) = w_i(k) - \frac{\sqrt{v_i(k)} + \epsilon}{\sqrt{g_i(k+1)} + \epsilon} \frac{\partial E}{\partial w_i}$$

$$v_i(k+1) = \gamma v_i(k) + (1-\gamma) \left( \frac{\sqrt{v_i(k)} + \epsilon}{\sqrt{g_i(k+1)} + \epsilon} \frac{\partial E}{\partial w_i} \right)^2$$

2.

$$g_i(k+1) = \gamma g_i(k) + (1-\gamma) \left( \frac{\partial E}{\partial w_i} \right)^2$$

$$w_i(k+1) = w_i(k) - \frac{h \partial E / \partial w_i}{\sqrt{g_i(k+1)} + \epsilon}$$

3.

$$v_i(k) = \mu v_i(k-1) + \eta \frac{\partial E}{\partial w_i}$$

$$w_i(k+1) = w_i(k) - h v_i(k)$$

4.

$$v_i(k+1) = \frac{\gamma_v v_i(k) + (1 - \gamma_v) \partial E / \partial w_i}{1 - \gamma_v^{k+1}}$$

$$g_i(k+1) = \frac{\gamma_g g_i(k) + (1 - \gamma_g) (\partial E / \partial w_i)^2}{1 - \gamma_g^{k+1}}$$

$$w_i(k+1) = w_i(k) - \frac{h v_i(k+1)}{\sqrt{g_i(k+1) + \epsilon}}$$

5.

$$g_i(k+1) = g_i(k) + \left( \frac{\partial E}{\partial w_i} \right)^2$$

$$w_i(k+1) = w_i(k) - \frac{h \partial E / \partial w_i}{\sqrt{g_i(k+1) + \epsilon}}$$

Правильный ответ:

1.->3.

2.->5.

3.->1.

4.->2.

5.->4.

**Задание №6.** Сопоставьте недостатки модификаций градиентного спуска с их названием

Варианты недостатков:

1. Полное затухание изменений весов при большом количестве шагов метода.

2. Для изменения весов градиент считается на всей обучающей выборке.
3. Фиксированный шаг спуска может оказаться слишком большим или слишком маленьким на пологих и крутых участках функции ошибки.
4. Использует скользящее среднее только для вычисления масштабирования градиента

Варианты названий:

1. Градиентный спуск
2. SGD
3. RMSprop
4. AdaGrad

Правильный ответ:

- 1.→4.
- 2.→1.
- 3.→2.
- 4.→3

## 9.2 Домашняя работа

**Примерная тематика** домашних работ:

*Домашняя работа №1:*

Распознавание изображений с помощью сверточных нейронных сетей.

*Домашняя работа №2:*

Определение тональности текста с помощью нейронной сети.

**Примерные задания** в составе домашних работ:

1. Разработайте сверточную нейронную сеть для распознавания объектов на изображениях из набора данных CIFAR-10. Доля правильных ответов (метрика accuracy) на тестовом наборе данных должна быть не менее 0,87.

Соревнование на Kaggle для выполнения домашнего задания — <https://www.kaggle.com/t/5c22e3a159a546f085be12ec9b265245>

Пример ноутбука с базовым вариантом решения — <https://www.kaggle.com/lkatran/base-line-4-4>

Можно использовать любые предварительно обученные нейронные сети.

2. Разработайте нейронную сеть для классификации тональности текстов отзывов YELP. Доля правильных ответов (метрика accuracy) на тестовом наборе данных должна быть не менее 0,96.

Соревнование на Kaggle для выполнения домашнего задания – <https://www.kaggle.com/t/c8f9b324cf7f44e28515726f4717488b>

Пример ноутбука с базовым вариантом решения – <https://www.kaggle.com/lkatran/base-line-5-3>

Можно использовать рекуррентные нейронные сети, в том числе LSTM и GRU, а также одномерные сверточные нейронные сети.

### 9.3 Экзамен (устные /письменные ответы на вопросы)

Список примерных вопросов для экзамена:

1. Модель искусственного нейрона Мак-Каллока–Питтса.
2. Функции активации в модели искусственного нейрона.
3. Обучение искусственного нейрона. Метод градиентного спуска.
4. Стохастический градиентный спуск.
5. Типы функций ошибки при обучении искусственного нейрона и их назначение.
6. Искусственные нейронные сети.
7. Архитектура полносвязных искусственных нейронных сетей.
8. Обучение нейронной сети. Алгоритм обратного распространения ошибки.
9. Модификации градиентного спуска: градиентный спуск с инерцией.
10. Модификации градиентного спуска: ускоренный градиентный спуск Нестерова.
11. Модификации градиентного спуска: адаптивный градиентный спуск.
12. Модификации градиентного спуска: метод адаптивного скользящего среднего.
13. Модификации градиентного спуска: метод адаптивного шага обучения.
14. Модификации градиентного спуска: метод адаптивной инерции.
15. Переобучение в нейронной сети.
16. Оценка качества обучения нейронной сети. Метрики оценки качества.
17. Типы наборов данных для обучения нейронной сети.
18. Библиотеки для обучения нейронных сетей.
19. Обработка табличных данных с помощью нейронных сетей.
20. Обработка изображений с помощью нейронных сетей.
21. Архитектура сверточных нейронных сетей.
22. Предварительно обученные нейронные сети для анализа изображений.
23. Перенос обучения в нейронных сетях для анализа изображений.
24. Классификация изображений с помощью сверточных нейронных сетей.

25. Обработка текста с помощью нейронных сетей.
26. Методы токенизации текста.
27. Методы векторизации текста.
28. Архитектура рекуррентных нейронных сетей.
29. Обучение рекуррентных нейронных сетей.
30. Архитектура рекуррентных сетей LSTM (Long-Short Term Memory).
31. Архитектура рекуррентных сетей GRU (Gated Recurrent Unit).
32. Применение рекуррентных нейронных сетей для классификации текста.
33. Архитектура одномерных сверточных нейронных сетей.
34. Применение одномерных сверточных нейронных сетей для классификации текста.
35. Определение тональности текста с помощью глубоких нейронных сетей.