

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Хоружий, Ирина Ивановна

Должность: Директор института экономики и управления АПК

Дата подписания: 2025-08-28 14:31:05

Уникальный прошивочный ключ:

1e90b132d9b041c5e67589160b015dddf2cb1e6a9



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт экономики и управления АПК
Кафедра статистики и кибернетики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
экономики и управления АПК

И.И. Хоружий



«28» августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01 «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве»

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 09.04.02 «Информационные системы и технологии»

Направленность: «Науки о данных»

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчики:

Быков Д.В., старший преподаватель

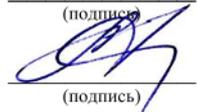
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

Уколова А.В., канд. экон. наук, доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

Рецензент:

Гавриловская Н.В., канд. техн. наук,
доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«28» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии

Программа обсуждена на заседании кафедры статистики и кибернетики. Протокол № 11 от «26» августа 2025 г.

И. о. заведующего кафедрой статистики и кибернетики

Уколова А.В., канд. экон. наук, доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

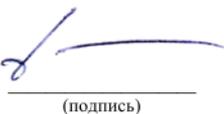
«26» августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института экономики и управления АПК

Гупалова Т.Н., канд. экон. наук, доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«28» августа 2025 г.

И. о. заведующего выпускающей кафедрой статистики и кибернетики

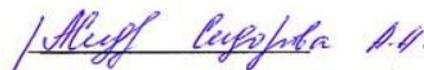
Уколова А.В., канд. экон. наук, доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	10
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	15
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	16
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	24
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	25
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	25
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	25
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	26
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	27
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .	29
Виды и формы отработки пропущенных занятий	29
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	29

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01 «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» для подготовки магистров по направлению 09.04.02 «Информационные системы и технологии» направленности «Науки о данных»

Цель освоения дисциплины. Основная цель дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» – овладение студентами основными методами построения моделей глубоких искусственных нейронных сетей (ИНС), приобретение навыков по использованию ИНС при решении задач анализа данных.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в часть учебного плана по направлению подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии», формируемую участниками образовательных отношений.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): ПКос-2 (ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3).

Краткое содержание дисциплины:

Теоретические основы нейросетевых алгоритмов. Градиенты и обратное распространение ошибки. Особенности применения оптимизаторов к функции потерь для избежания проблемных ситуаций на ландшафте функции потерь (овраги, седловые точки и т.п.). Визуализация ландшафта функции потерь. Внедрение пакетной нормализации в архитектуру нейронной сети. Применение для обучения нейронных сетей методов оптимизации второго порядка (L-BFGS, Левенберга-Марквардта, квазиньютоновские методы, методы Ньютона).

Неглубокие архитектуры нейронных сетей. Разработка самоорганизующейся карты Кохонена (SOM). Способы борьбы с переключением в сетях SOM. Принципы построения разделяющих гиперповерхностей. Разработка ограниченной машины Больцмана. Разработка радиально-базисной сети (RBF-сети): сеть регуляризации, обобщенная RBF-сеть.

Архитектуры глубоких нейронных сетей. Разработка рекуррентной нейронной сети (RNN). Блок единичной задержки в сетях RNN. Сети LSTM (долгая краткосрочная память). Рекурсивные нейронные сети. Разработка байесовской нейронной сети (BNN). Пространственно-временные нейронные сети (Spatial-Temporal Neural Networks, STNNs): CNN+RNN, 3D CNN.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

Промежуточный контроль: зачет с оценкой.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» является овладение студентами основными методами построения моделей глубоких искусственных нейронных сетей (ИНС),

приобретение навыков по использованию ИНС при решении задач анализа данных.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.04.02 «Информационные системы и технологии».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» являются «Инструменты бизнес-аналитики в R, Python, SQL», «Специальные главы математики», «Наука о данных (Data Science)», «Системы искусственного интеллекта», «Анализ больших данных (Big Data Analytics)».

Дисциплина «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» является основополагающей для подготовки выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является изучение инструментов создания искусственного интеллекта, разработка и программирование моделей искусственного интеллекта, в том числе для решения задач в области анализа данных.

Рабочая программа дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-2	Способен применять современные средства анализа данных и бизнес-аналитики в профессиональной деятельности в АПК	ПКос-2.1 Знать: инструментальные средства бизнес-аналитики и пакеты прикладных статистических программ для анализа данных в АПК	инструментальные средства бизнес-аналитики и пакеты прикладных статистических программ для анализа данных в АПК		
			ПКос-2.2 Уметь: осуществлять сбор, обработку, анализ массовых данных в АПК, строить прогнозы с использованием современных инструментов бизнес-аналитики и пакетов прикладных статистических программ		осуществлять сбор, обработку, анализ массовых данных в АПК, строить прогнозы с использованием современных инструментов бизнес-аналитики и пакетов прикладных статистических программ	
			ПКос-2.3 Иметь навыки: сбора, обработки, анализа массовых данных в АПК, в т.ч. больших данных, эконометрического моделирования и прогнозирования с использованием современных			сбора, обработки, анализа массовых данных в АПК, в т.ч. больших данных, эконометрического моделирования и прогнозирования с использованием

			средств бизнес-аналитики и пакетов прикладных статистических программ			современных средств бизнес-аналитики и пакетов прикладных статистических программ
2.	ПКос-3	Способен совершенствовать и разрабатывать новые методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства работы с данными, в т.ч. большими данными в сельском хозяйстве	ПКос-3.1 Знать: методы науки о данных, в т.ч. методы машинного обучения, обработки и визуализации больших данных; состояние и перспективы развития науки о данных, используемого при обработке данных программного инструментария; потребности в совершенствовании и разработке новых методов, технологий и инструментальных средств для работы с данными, в т.ч. большими; область применения науки о данных в сельском хозяйстве	методы науки о данных, в т.ч. методы машинного обучения, обработки и визуализации больших данных; состояние и перспективы развития науки о данных, используемого при обработке данных программного инструментария; потребности в совершенствовании и разработке новых методов, технологий и инструментальных средств для работы с данными, в т.ч. большими; область применения науки о данных в сельском хозяйстве		
			ПКос-3.2 Уметь: определять перспективную тематику научно-исследовательских		определять перспективную тематику научно-	

			<p>работ в области совершенствования и разработки новых методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с данными; планировать и проводить аналитические и научные исследования по тематике информационных технологий в АПК, применяемых в науке о данных</p>		<p>исследовательских работ в области совершенствования и разработки новых методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с данными; планировать и проводить аналитические и научные исследования по тематике информационных технологий в АПК, применяемых в науке о данных</p>	
			<p>ПКос-3.3 Иметь навыки: разработки новых методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с данными на основе анализа потребностей и передового зарубежного и отечественного опыта; планирования состава и содержания, согласование перечня научно исследовательских работ в</p>			<p>разработки новых методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с данными на основе анализа потребностей и передового зарубежного и отечественного опыта; планирования</p>

			профессиональной деятельности в АПК			состава и содержания, согласование перечня научно исследовательских работ в профессиональной деятельности в АПК
--	--	--	--	--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа), их распределение по видам работ и по семестрам представлено в таблице 2.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость (семестр № 4)/*
	час.
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72/4
1. Контактная работа	30,35/4
Аудиторная работа	30,35/4
<i>лекции (Л)</i>	10
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	20/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	41,65
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)</i>	32,65
<i>подготовка к зачету</i>	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой

* в том числе практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/*	ПКР	
Раздел 1. Разработка неглубоких моделей искусственных нейронных сетей	37,65/4	5	10/4	-	22,65
Раздел 2. Разработка глубоких моделей искусственных нейронных сетей	25	5	10	-	10
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	-	-	0,35	-
<i>подготовка к зачету (контроль)</i>	9	-	-	-	9
Итого по дисциплине	72/4	10	20/4	0,35	41,65

* в том числе практическая подготовка

Раздел 1. Разработка неглубоких моделей искусственных нейронных сетей

Тема 1 Программирование неглубоких моделей искусственных нейронных сетей

Теоретические основы нейросетевых алгоритмов. Градиенты и обратное распространение ошибки. Особенности применения оптимизаторов к функции потерь для избежания проблемных ситуаций на ландшафте функции потерь (овраги, седловые точки и т.п.). Визуализация ландшафта функции потерь. Внедрение пакетной нормализации в архитектуру нейронной сети. Применение для обучения нейронных сетей методов оптимизации второго порядка (L-BFGS, Левенберга-Марквардта, квазиньютоновские методы, методы Ньютона).

Неглубокие архитектуры нейронных сетей. Разработка самоорганизующейся карты Кохонена (SOM). Способы борьбы с перекрутом в сетях SOM. Принципы построения разделяющих гиперповерхностей. Разработка ограниченной машины Больцмана. Разработка радиально-базисной сети (RBF-сети): сеть регуляризации, обобщенная RBF-сеть.

Раздел 2. Разработка глубоких моделей искусственных нейронных сетей

Тема 1 Программирование глубоких моделей искусственных нейронных сетей

Архитектуры глубоких нейронных сетей. Разработка рекуррентной нейронной сети (RNN). Блок единичной задержки в сетях RNN. Сети LSTM (долгая краткосрочная память). Рекурсивные нейронные сети. Разработка байесовской нейронной сети (BNN). Пространственно-временные нейронные сети (Spatial-Temporal Neural Networks, STNNs): CNN+RNN, 3D CNN.

4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1.	Раздел 1. Разработка неглубоких моделей искусственных нейронных сетей		ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3		15/4
	Тема 1. Программирование неглубоких моделей	Лекция № 1. Инструменты разработки и обучения различных архитектур искусственных нейронных сетей.	ПКос-3.1		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	искусственных нейронных сетей	Практическая работа № 1. Разработка и обучение моделей многослойного перцептрона с использованием современных библиотек и фреймворков.	ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3	устный опрос, защита практической работы	4/4
		Лекция № 2. Неглубокие архитектуры искусственных нейронных сетей. Самоорганизующиеся карты Кохонена (SOM).	ПКос-3.1		1
		Практическая работа № 2. Разработка самоорганизующейся карты Кохонена (SOM).	ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3	устный опрос, защита практической работы	2
		Лекция № 3. Радиально-базисные сети (RBF-сети).	ПКос-3.1		1
		Практическая работа № 3. Разработка радиально-базисной сети (RBF-сети).	ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3	устный опрос, защита практической работы	2
		Лекция № 4. Ограниченная машина Больцмана.	ПКос-3.1		1
		Практическая работа № 4. Разработка ограниченной машины Больцмана.	ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3	устный опрос, защита практической работы	2
2.	Раздел 2. Разработка глубоких моделей искусственных нейронных сетей		ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3		15
Тема 1 Программирование глубоких моделей искусственн	Лекция № 5. Глубокие сверточные нейронной сети.	ПКос-3.1			2
	Практическая работа № 5. Разработка глубокой сверточной нейронной сети.	ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3,		устный опрос, защита	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	ых нейронных сетей		ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3	практической работы	
		Лекция № 6. Рекуррентные нейронные сети (RNN). Сети LSTM (долгая краткосрочная память).	ПКос-3.1		1
		Практическая работа № 5. Разработка рекуррентной нейронной сети (RNN).	ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3	устный опрос, защита практической работы	2
		Лекция № 7. Рекурсивные нейронные сети. Байесовские нейронные сети.	ПКос-3.1		1
		Практическая работа № 7. Разработка байесовской нейронной сети (BNN).	ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3	устный опрос, защита практической работы	2
		Лекция № 8. Пространственно-временные нейронные сети (Spatial-Temporal Neural Networks, STNNs): CNN+RNN, 3D CNN.	ПКос-3.1		1
		Практическая работа № 8. Разработка пространственно-временных нейронных сетей(Spatial-Temporal Neural Networks, STNNs): CNN+RNN, 3D CNN.	ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3	устный опрос, защита практической работы	2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Разработка неглубоких моделей искусственных нейронных сетей		
1.	Тема 1. Принципы построения и	1. Алгоритмы оптимизации с адаптивной скоростью обучения (AdaGrad, RMSProp, Adam), применяемые при обучении искусственных нейронных сетей: особенности реализации на

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	применения глубоких сетей прямого распространения	<p>различных языках программирования (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>2. Алгоритмы обработки данных, используемые при обучении моделей искусственных нейронных сетей; алгоритмы автоматизации подбора архитектур: особенности реализации и применения на различных языках программирования (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>3. Современные модели искусственных нейронных сетей, используемых для прогнозной и прескриптивной аналитики в агропромышленном комплексе (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>4. Влияние когнитивных искажений и предвзятостей на принимаемые решения с использованием моделей искусственных нейронных сетей; оценка надёжности данных, получаемых от моделей искусственных нейронных сетей на основе контекста, источников, методики и возможных рисков (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>5. Оценка целесообразности и ограничений применения моделей искусственных нейронных сетей для различных задач с учётом технических, социальных и правовых условий (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>6. Задачи, решаемые с использованием самоорганизующихся карт Кохонена (SOM) (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>7. Особенности реализации самоорганизующихся карт Кохонена (SOM). (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3)</p> <p>8. Задачи, решаемые с использованием RBF-сети ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>9. Особенности реализации RBF-сети. (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>10. Задачи, решаемые с использованием ограниченной машины Больцмана (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>11. Особенности реализации ограниченной машины Больцмана. (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p>
Раздел 2. Разработка глубоких моделей искусственных нейронных сетей		
2.	Тема 1. Программирование глубоких моделей искусственных нейронных сетей	<p>1. Адаптация архитектур сверточных нейронных сетей для решения задачи регрессии (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>2. Архитектуры сверточных нейронных сетей для работы на устройствах с ограниченными ресурсами (смартфоны, встроенные системы, Edge AI) ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>3. Эволюционные алгоритмы, используемые для работы со сверточными нейронными сетями (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>4. Глубокие ансамбли сверточных нейронных сетей (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p>

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		<p>5. Современные подходы к решению проблемы катастрофического забывания (catastrophic forgetting) (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>6. Современные подходы к решению проблемы обучения с малым количеством примеров (few-shot learning) (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>7. Современные подходы к решению проблемы «разрыва доменов» (domain gap) (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p> <p>8. Современные подходы к параметрически-эффективному обучению (Parameter-Efficient Fine-Tuning, PEFT) (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3).</p>

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Практическая работа № 1. Разработка и обучение моделей многослойного персептрона с использованием современных библиотек и фреймворков.	ПЗ Компьютерная симуляция
2.	Практическая работа № 2. Разработка самоорганизующейся карты Кохонена (SOM).	ПЗ Компьютерная симуляция
3.	Практическая работа № 3. Разработка радиально-базисной сети (RBF-сети).	ПЗ Компьютерная симуляция
4.	Практическая работа № 4. Разработка ограниченной машины Больцмана.	ПЗ Компьютерная симуляция
5.	Практическая работа № 5. Разработка глубокой сверточной нейронной сети.	ПЗ Компьютерная симуляция
6.	Практическая работа № 6. Разработка рекуррентной нейронной сети (RNN).	ПЗ Компьютерная симуляция
7.	Практическая работа № 7. Разработка байесовской нейронной сети (BNN).	ПЗ Компьютерная симуляция
8.	Практическая работа № 8. Разработка пространственно-временных нейронных сетей (Spatial-Temporal Neural Networks, STNNs): CNN+RNN, 3D CNN.	ПЗ Компьютерная симуляция

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

- 1) Вопросы для защиты практических работ
 1. Библиотеки и фреймворки, использующиеся при разработке и обучении моделей многослойного перцептрона.
 2. Возможности библиотеки TensorFlow, используемой при разработке и обучении моделей многослойного перцептрона.
 3. Возможности библиотеки PyTorch, используемой при разработке и обучении моделей многослойного перцептрона.
 4. Самоорганизующаяся карта Кохонена (SOM): сущность, основные элементы.
 5. Самоорганизующаяся карта Кохонена (SOM): решаемые задачи.
 6. Самоорганизующаяся карта Кохонена (SOM): особенности разработки модели.
 7. Самоорганизующаяся карта Кохонена (SOM): особенности обучения модели.
 8. Радиально-базисная сеть (RBF-сеть): сущность, основные элементы.
 9. Радиально-базисная сеть (RBF-сеть): решаемые задачи.
 10. Радиально-базисная сеть (RBF-сеть): особенности разработки модели.
 11. Радиально-базисная сеть (RBF-сеть): особенности обучения модели.
 12. Ограниченная машина Больцмана: сущность, основные элементы.
 13. Ограниченная машина Больцмана: решаемые задачи.
 14. Ограниченная машина Больцмана: особенности разработки модели.
 15. Ограниченная машина Больцмана: особенности обучения модели.
 16. Сверточная нейронная сеть (CNN): сущность, основные элементы.
 17. Сверточная нейронная сеть (CNN): решаемые задачи.
 18. Сверточная нейронная сеть (CNN): особенности разработки модели.
 19. Сверточная нейронная сеть (CNN): особенности обучения модели.
 20. Сверточная нейронная сеть (CNN): принцип работы обратного распространения ошибки на слоях свертки.
 21. Сверточная нейронная сеть (CNN): принцип работы обратного распространения ошибки на слоях пулинга.
 22. Архитектура сверточной нейронной сети VGG: основные характеристики.
 23. Архитектура сверточной нейронной сети VGG: особенности применения.
 24. Архитектура сверточной нейронной сети ResNet: основные характеристики.
 25. Архитектура сверточной нейронной сети ResNet: особенности применения.
 26. Перечислите и охарактеризуйте основные методы адаптации и повышения эффективности моделей CNN

27. Особенности регулирования потока вычисления градиента в CNN.
28. Рекуррентная нейронная сеть (RNN): сущность, основные элементы.
29. Рекуррентная нейронная сеть (RNN): решаемые задачи.
30. Рекуррентная нейронная сеть (RNN): особенности разработки модели.
31. Рекуррентная нейронная сеть (RNN): особенности обучения модели.
32. Байесовская нейронная сеть (BNN): сущность, основные элементы.
33. Байесовская нейронная сеть (BNN): решаемые задачи.
34. Байесовская нейронная сеть (BNN): особенности разработки модели.
35. Байесовская нейронная сеть (BNN): особенности обучения модели.
36. Перечислите и охарактеризуйте основные пространственно-временные нейронные сети (Spatial-Temporal Neural Networks, STNNs)
37. Гибридная архитектура искусственной нейронной сети CNN+RNN: сущность, основные элементы.
38. Гибридная архитектура искусственной нейронной сети CNN+RNN: решаемые задачи.
39. Гибридная архитектура искусственной нейронной сети CNN+RNN: особенности разработки модели.
40. Гибридная архитектура искусственной нейронной сети CNN+RNN: особенности обучения модели.
41. Архитектура искусственной нейронной сети 3D CNN: сущность, основные элементы.
42. Архитектура искусственной нейронной сети 3D CNN: решаемые задачи.
43. Архитектура искусственной нейронной сети 3D CNN: особенности разработки модели.
44. Архитектура искусственной нейронной сети 3D CNN: особенности обучения модели.

2) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой)

1. Охарактеризуйте алгоритмы оптимизации с адаптивной скоростью обучения, использующиеся при обучении искусственных нейронных сетей.
2. Охарактеризуйте методы оптимизации второго порядка, использующиеся при обучении искусственных нейронных сетей.
3. Сущность внедрения пакетной нормализации в архитектуру искусственной нейронной сети
4. Перечислите и охарактеризуйте современные библиотеки и фреймворки для разработки моделей искусственных нейронных сетей.
5. Перечислите и охарактеризуйте основные архитектуры неглубоких искусственных нейронных сетей.
6. Самоорганизующаяся карта (SOM) как модель искусственной нейронной сети: сущность, основные элементы, решаемые задачи.

7. Самоорганизующаяся карта (SOM) как модель искусственной нейронной сети: особенности функционирования и обучения модели, программной реализации.
8. Ограниченная машина Больцмана как модель искусственной нейронной сети: сущность, основные элементы, решаемые задачи.
9. Ограниченная машина Больцмана как модель искусственной нейронной сети: особенности функционирования и обучения модели, программной реализации.
10. Радиально-базисная сеть (RBF-сеть): сущность, основные элементы, решаемые задачи.
11. Радиально-базисная сеть (RBF-сеть): особенности функционирования и обучения модели, программной реализации.
12. Перечислите и охарактеризуйте основные методы адаптации глубоких нейронных сетей.
13. Перечислите и охарактеризуйте основные архитектуры глубоких искусственных нейронных сетей.
14. Сверточная нейронная сеть (CNN): сущность, основные элементы, решаемые задачи.
15. Сверточная нейронная сеть (CNN): особенности функционирования, обучения и программной реализации.
16. Принцип работы обратного распространения ошибки на слоях свертки и слоях пулинга в сверточной нейронной сети (CNN).
17. Гиперпараметры нейронов свертки и пулинга (размер ядра свертки, шаг и отступ) в сверточной нейронной сети (CNN).
18. Рекуррентная нейронная сеть (RNN): сущность, основные элементы, решаемые задачи.
19. Рекуррентная нейронная сеть (RNN): особенности функционирования, обучения и программной реализации.
20. Байесовская нейронная сеть (BNN): сущность, основные элементы, решаемые задачи.
21. Байесовская нейронная сеть (BNN): особенности функционирования, обучения и программной реализации.

Пример работ

Практическая работа № 1.

Разработка и обучение моделей многослойного персептрона с использованием современных библиотек и фреймворков.

Цель: изучить особенности разработки и обучения моделей многослойного персептрона с использованием современных библиотек и фреймворков.

Требуется:

1. Создайте матрицы с исходными данными, содержащими значения из исходных наборов данных № 1.1, 1.2, 1.3. Подготовьте обучающие наборы

данных и тестовые набор данных для решения задачи классификации числовых данных, регрессии, распознавания образов.

2. Используя библиотеки scikit-learn, TensorFlow, PyTorch создайте и обучите модели многослойного персептрона на обучающем наборе данных с разными значениями гиперпараметров, используя различные методы оптимизации, алгоритмы автоматизации подбора архитектур.

3. Протестируйте модели многослойного персептрона на тестовых наборах данных. Сделайте выводы о качестве моделей.

Практическая работа № 2. Разработка самоорганизующейся карты Кохонена (SOM).

Цель: изучить особенности разработки, обучения и применения самоорганизующейся карты Кохонена (SOM) средствами Python.

Требуется:

1. Создайте матрицы с исходными данными, содержащими значения из исходного набора данных № 2. Подготовьте обучающий набор данных и тестовый набор данных.

2. Создайте класс для построения и обучения самоорганизующейся карты Кохонена. Класс должен иметь в качестве атрибутов основные матрицы, использующиеся в расчетах.

3. Создайте метод инициализации самоорганизующейся карты Кохонена, принимающий в качестве аргументов основные гиперпараметры модели, которые будут являться атрибутами экземпляра класса.

4. Создайте метод обучения сети для расчета основных матриц, использующихся в обучении самоорганизующейся карты Кохонена. Данные матрицы будут являться атрибутами экземпляра класса.

5. Создайте метод для проверки сети, который в качестве параметров принимает 1 матрицу: матрицу входных сигналов (X). В методе реализуйте расчет всех основных матриц для получения выходных сигналов самоорганизующейся карты Кохонена. Данные матрицы не будут являться атрибутами экземпляра класса, так как при вызове данного метода обновление значений атрибутов не требуется.

6. Создайте и обучите модель самоорганизующейся карты Кохонена на обучающем наборе данных.

7. Протестируйте модель самоорганизующейся карты Кохонена на тестовом наборе данных. Визуализируйте матрицы активации, расстояний, частот, весов. Сделайте вывод о распределении объектов по ячейкам карты.

8. Повторите пункты 6, 7 и постройте несколько моделей с разными значениями гиперпараметров.

Практическая работа № 3. Разработка радиально-базисной сети (RBF-сети).

Цель: изучить особенности разработки, обучения и применения радиально-базисной сети (RBF-сети) средствами Python.

Требуется:

1. Создайте матрицы с исходными данными, содержащими значения из исходного набора данных № 3. Подготовьте обучающий набор данных и тестовый набор данных.

2. Создайте класс для построения и обучения радиально-базисной сети (RBF-сети). Класс должен иметь в качестве атрибутов основные матрицы, использующиеся в расчетах.

3. Создайте метод инициализации радиально-базисной сети (RBF-сети), принимающий в качестве аргументов основные гиперпараметры модели, которые будут являться атрибутами экземпляра класса.

4. Создайте метод обучения сети для расчета основных матриц, использующихся в обучении радиально-базисной сети (RBF-сети). Данные матрицы будут являться атрибутами экземпляра класса.

5. Создайте метод для проверки сети, который в качестве параметров принимает 1 матрицу: матрицу входных сигналов (X). В методе реализуйте расчет всех основных матриц для получения выходных сигналов радиально-базисной сети (RBF-сети). Данные матрицы не будут являться атрибутами экземпляра класса, так как при вызове данного метода обновление значений атрибутов не требуется.

6. Создайте и обучите модель радиально-базисной сети (RBF-сети) на обучающем наборе данных.

7. Протестируйте модель радиально-базисной сети (RBF-сети) на тестовом наборе данных. Сделайте выводы о качестве модели.

8. Повторите пункты 6, 7 и постройте несколько моделей с разными значениями гиперпараметров.

Практическая работа № 4. Разработка ограниченной машины Больцмана.

Цель: изучить особенности разработки, обучения и применения ограниченной машины Больцмана средствами Python.

Требуется:

1. Создайте матрицы с исходными данными, содержащими значения из исходного набора данных № 4. Подготовьте обучающий набор данных и тестовый набор данных.

2. Создайте класс для построения и обучения ограниченной машины Больцмана. Класс должен иметь в качестве атрибутов основные матрицы, использующиеся в расчетах.

3. Создайте метод инициализации ограниченной машины Больцмана, принимающий в качестве аргументов основные гиперпараметры модели, которые будут являться атрибутами экземпляра класса.

4. Создайте метод обучения сети для расчета основных матриц, используемых в обучении ограниченной машины Больцмана. Данные матрицы будут являться атрибутами экземпляра класса.

5. Создайте метод для проверки сети, который в качестве параметров принимает 1 матрицу: матрицу входных сигналов (X). В методе реализуйте расчет всех основных матриц для получения выходных сигналов ограниченной машины Больцмана. Данные матрицы не будут являться атрибутами экземпляра класса, так как при вызове данного метода обновление значений атрибутов не требуется.

6. Создайте и обучите модель ограниченной машины Больцмана на обучающем наборе данных.

7. Протестируйте модель ограниченной машины Больцмана на тестовом наборе данных. Сделайте выводы о качестве модели.

8. Повторите пункты 6, 7 и постройте несколько моделей с разными значениями гиперпараметров.

Практическая работа № 5.

Разработка глубокой сверточной нейронной сети.

Цель: изучить особенности разработки глубокой сверточной нейронной сети средствами Python.

Требуется:

1. Создайте матрицы с исходными данными, содержащими значения из исходного набора данных № 5. Подготовьте обучающий набор данных и тестовый набор данных.

2. Создайте класс для построения и обучения глубокой сверточной нейронной сети. Класс должен иметь в качестве атрибутов основные матрицы, используемые в расчетах.

3. Создайте метод инициализации глубокой сверточной нейронной сети, принимающий в качестве аргументов основные гиперпараметры модели, которые будут являться атрибутами экземпляра класса.

4. Создайте метод обучения сети для расчета основных матриц, используемых в обучении глубокой сверточной нейронной сети.

Проверьте работу необученной модели сверточной нейронной сети на тестовом наборе данных.

Практическая работа № 6.

Разработка рекуррентной нейронной сети (RNN).

Цель: изучить особенности разработки, обучения и применения рекуррентной нейронной сети (RNN) средствами Python.

Требуется:

1. Создайте матрицы с исходными данными, содержащими значения из исходного набора данных № 6. Подготовьте обучающий набор данных и тестовый набор данных.

2. Создайте класс для построения и обучения рекуррентной нейронной сети (RNN). Класс должен иметь в качестве атрибутов основные матрицы, используемые в расчетах.

3. Создайте метод инициализации рекуррентной нейронной сети (RNN), принимающий в качестве аргументов основные гиперпараметры модели, которые будут являться атрибутами экземпляра класса.

4. Создайте метод обучения сети для расчета основных матриц, используемых в обучении рекуррентной нейронной сети (RNN). Данные матрицы будут являться атрибутами экземпляра класса.

5. Создайте метод для проверки сети, который в качестве параметров принимает матрицу входных сигналов. В методе реализуйте расчет всех основных матриц для получения выходных сигналов рекуррентной нейронной сети (RNN). Данные матрицы не будут являться атрибутами экземпляра класса, так как при вызове данного метода обновление значений атрибутов не требуется.

6. Создайте и обучите модель рекуррентной нейронной сети (RNN) на обучающем наборе данных.

7. Протестируйте модель рекуррентной нейронной сети (RNN) на тестовом наборе данных. Сделайте выводы о качестве модели.

8. Повторите пункты 6, 7 и постройте несколько моделей с разными значениями гиперпараметров.

Практическая работа № 7.**Разработка байесовской нейронной сети (BNN).**

Цель: изучить особенности разработки, обучения и применения байесовской нейронной сети (BNN) средствами Python.

Требуется:

1. Создайте матрицы с исходными данными, содержащими значения из исходного набора данных № 7. Подготовьте обучающий набор данных и тестовый набор данных.

2. Создайте класс для построения и обучения байесовской нейронной сети (BNN). Класс должен иметь в качестве атрибутов основные матрицы, используемые в расчетах.

3. Создайте метод инициализации байесовской нейронной сети (BNN), принимающий в качестве аргументов основные гиперпараметры модели, которые будут являться атрибутами экземпляра класса.

4. Создайте метод обучения сети для расчета основных матриц, используемых в обучении байесовской нейронной сети (BNN). Данные матрицы будут являться атрибутами экземпляра класса.

5. Создайте метод для проверки сети, который в качестве параметров принимает матрицу входных сигналов. В методе реализуйте расчет всех

основных матриц для получения выходных сигналов байесовской нейронной сети (BNN). Данные матрицы не будут являться атрибутами экземпляра класса, так как при вызове данного метода обновление значений атрибутов не требуется.

6. Создайте и обучите модель байесовской нейронной сети (BNN) на обучающем наборе данных.

7. Протестируйте модель байесовской нейронной сети (BNN) на тестовом наборе данных. Сделайте выводы о качестве модели.

8. Повторите пункты 6, 7 и постройте несколько моделей с разными значениями гиперпараметров.

Практическая работа № 8.

Разработка пространственно-временных нейронных сетей (Spatial-Temporal Neural Networks, STNNs): CNN+RNN, 3D CNN.

Цель: изучить особенности разработки, обучения и применения пространственно-временных нейронных сетей (Spatial-Temporal Neural Networks, STNNs): CNN+RNN, 3D CNN средствами Python.

Требуется:

1. Используя TensorFlow и PyTorch разработайте, обучите и примените несколько моделей искусственной нейронной сети с гибридной архитектурой CNN+RNN для обработки видео:

- a. Создайте 5-мерный тензор с исходными данными, содержащими значения из исходного набора данных № 8.1. Подготовьте обучающие наборы данных и тестовые наборы данных.
- b. Проведите нормализацию значений пикселей и аугментацию.
- c. Разработайте модель.
- d. Обучите модель.
- e. Протестируйте модель. Сделайте выводы о качестве модели.
- f. Повторите пункты c, d, e и постройте несколько дополнительных моделей.
- g. Выберите наилучшую модель. Реализуйте сериализацию и развертывание на сервере.

2. Используя TensorFlow и PyTorch разработайте, обучите и примените несколько моделей 3D CNN для обработки видео:

- a. Создайте 5-мерный тензор с исходными данными, содержащими значения из исходного набора данных № 8.2. Подготовьте обучающие наборы данных и тестовые наборы данных.
- b. Проведите нормализацию значений пикселей и аугментацию.
- c. Разработайте модель.
- d. Обучите модель.
- e. Протестируйте модель. Сделайте выводы о качестве модели.
- f. Повторите пункты c, d, e и постройте несколько дополнительных моделей.
- g. Выберите наилучшую модель. Реализуйте сериализацию и развертывание на сервере.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется **балльно-рейтинговая** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущей работы в семестре.

В течение периода обучения по дисциплине студент должен выполнить и защитить 8 практических заданий (индивидуальных или групповых проектов), каждое из которых оценивается максимум на 10 баллов. За посещение занятий добавляется 0,33 балла за каждый час (максимум 10 баллов = $30 \cdot 0,33$), участие в конференции с докладом с использованием методов разработки элементов искусственного интеллекта – 10 баллов. Таким образом, максимально возможная сумма баллов равна: $8 \cdot 10 + 30 \cdot 0,33 + 10 + 10 = 80 + 10 + 10 = 100$.

До экзамена допускаются студенты, набравшие не менее 60% от максимального количества баллов, т.е. 60 баллов и более.

Предварительная оценка по дисциплине выставляется преподавателем в соответствии со шкалой:

Текущий рейтинг	Оценка			
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
в процентах	0-59	60-69	70-84	85-100
в баллах	0-59	60-69	70-84	85-100

Студенты, набравшие в течение семестра менее 60 баллов, пишут итоговую работу. К написанию итоговой работы допускаются студенты, **в случае выполнения всех практических работ.**

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 216 с. — ISBN 978-5-507-50568-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/447392>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебник для вузов / И. А. Бессмертный. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 164 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18416-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561602>

3. Бессмертный, И. А. Интеллектуальные системы : учебник и практикум для вузов / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 243 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01042-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469867>

4. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта : учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 256 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14916-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/485440>

5. Иванов, В. М. Интеллектуальные системы : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. М. Иванов ; под научной редакцией А. Н. Сесекина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 93 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07819-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494505>

7.2 Дополнительная литература

1. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; перевод с английского А. А. Слинкина. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 652 с. — ISBN 978-5-97060-618-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107901>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта : учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 256 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14916-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/485440>

3. Иванов, В. М. Интеллектуальные системы : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. М. Иванов ; под научной

редакцией А. Н. Сесекина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 93 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07819-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494505>

4. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум для вузов / Л. А. Станкевич. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 397 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02126-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489694>

5. Загорулько, Ю. А. Искусственный интеллект. Инженерия знаний: учебное пособие для вузов / Ю. А. Загорулько, Г.Б. Загорулько. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 93 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07198-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494205>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Machine Learning Crash Course. — URL: <https://developers.google.com/machine-learning/crash-course> (открытый доступ)

2. Цифровые профессии: Искусственный интеллект. — URL: <https://steps.2035.university/collections/f6361b9a-ea2e-41b1-a18f-9a2f84a9fcd4> (открытый доступ)

3. Kaggle. — URL: <https://www.kaggle.com/> (открытый доступ)

4. Machine Learning Repository. — URL: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/default+of+credit+card+clients> (открытый доступ)

5. TensorFlow library. <https://www.tensorflow.org/resources/libraries-extensions> (открытый доступ)

6. PyTorch. <https://pytorch.org/> (открытый доступ)

7. KERAS. <https://keras.io/> (открытый доступ)

8. dblp computer science bibliography: <https://dblp.uni-trier.de/db/about/index.html> (открытый доступ)

9. ICORE Conference Portal: https://portal.core.edu.au/conf-ranks/?search=A*+&by=all&source=CORE2023&sort=atitle&page=1 (открытый доступ)

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Разделы 1, 2	Python	расчетная, обучающая, контролирующая	Python Software Foundation	Текущая версия
2	Разделы 1, 2	Anaconda	расчетная, обучающая, контролирующая	Anaconda, Inc.	Текущая версия
3	Разделы 1, 2	Spyder	расчетная, обучающая, контролирующая	Spyder project contributors	Текущая версия
4	Разделы 1, 2	Microsoft Word	обучающая, контролирующая	Microsoft	Текущая версия
5	Разделы 1, 2	Microsoft Excel	обучающая	Microsoft	Текущая версия

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения практических занятий нужен компьютерный класс с доступом в «Интернет», оснащенный программным обеспечением в соответствии с разделом 9.

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
<i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (2й учебный корпус, 102 ауд.)</i>	<p>Количество рабочих мест: 16</p> <ol style="list-style-type: none"> Компьютеры 28 шт. Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11 a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. Стенд «Сергеев Сергей Степанович 1910-1999» 1 шт. (Инв.№591013/25) Огнетушитель порошковый 1 шт. (Инв. №559527) Подвесное крепление к огнетушителю 1 шт. (Инв. № 559528) Жалюзи 2шт. (Инв. №1107-221225, Инв. №1107-221225) Стул 29 шт. Стол компьютерный 28 шт.

	<p>8. Стол для преподавателя 1 шт. 9. Доска маркерная 1 шт. 10. Трибуна напольная 1 шт. (без инв. №) Структурное подразделение: Институт Экономики и управления, Кафедра Статистики и кибернетики</p>
<p><i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (2й учебный корпус, 106 ауд.)</i></p>	<p>Количество рабочих мест: 16 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. Структурное подразделение: Институт Экономики и управления, Кафедра Статистики и кибернетики</p>
<p><i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (2й учебный корпус, 302 ауд.)</i></p>	<p>Количество рабочих мест: 16 1. Системный блок 17 шт. Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. 2. Монитор 17 шт. 3. Телевизор 1 шт. 4. Стол для преподавателя 1 шт. 5. Стол компьютерный 16 шт. 6. Стул офисный 17 шт. Структурное подразделение: Институт Экономики и управления, Кафедра Статистики и кибернетики</p>
<p><i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (1й учебный корпус, 212 ауд.)</i></p>	<p>Количество рабочих мест: 24 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. Структурное подразделение: Кафедра Цифровая кафедра</p>
<p><i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения</i></p>	<p>Количество рабочих мест: 24 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с)</p>

курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (1й учебный корпус, 214 ауд.)	и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. Структурное подразделение: Кафедра Цифровая кафедра
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Читальные залы библиотеки
Студенческое общежитие	Комната для самоподготовки

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Предполагается, что студент выполняет практическое задание в аудитории, дома оформляет и готовится по теоретическим вопросам к защите отчета на следующем занятии.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятие, обязан предъявить преподавателю документы установленного образца, подтверждающие необходимость пропуска. Не допускается пропуск занятий без уважительной причины.

Студент, пропустивший занятия, осваивает материал самостоятельно (выполняет практическое задание по своему варианту в компьютерном классе кафедры в часы, свободные от занятий, изучает теоретические вопросы).

Студент, пропустивший лекцию, отвечает на вопросы по пропущенной теме.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

На первом занятии преподаватель закрепляет за каждым студентом номер варианта для выполнения индивидуальных работ (как правило, номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале преподавателя). По каждой индивидуальной работе должна быть поставлена оценка по факту ее защиты. Защиту рекомендуется проводить на следующем после получения задания занятии. Преподаватель обязан проверить соответствие выполненного задания исходным данным варианта студента. Таким образом, исключается вероятность плагиата.

Преподаватель должен стимулировать студентов к занятию научно-исследовательской работой, изучению научной литературы по теме искусственного интеллекта, в т.ч. отечественной и зарубежной периодики.

Программу разработали:

Быков Д.В., старший преподаватель
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

Уколова А.В., канд. экон. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве»

ОПОП ВО по направлению 09.04.02 «Информационные системы и технологии»,
направленность «Науки о данных»
(квалификация выпускника – магистр)

Гавриловской Надеждой Владимировной, канд. техн. наук, доцентом, и.о. заведующего кафедрой систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов (далее по тексту рецензент), проведена экспертиза рабочей программы дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» ОПОП ВО по направлению 09.04.02 – «Информационные системы и технологии», направленность «Науки о данных», разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре статистики и кибернетики (разработчики – Быков Денис Витальевич, старший преподаватель кафедры статистики и кибернетики, Уколова Анна Владимировна, канд. экон. наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой статистики и кибернетики).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, эксперт пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 09.04.02 – «Информационные системы и технологии». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части учебного цикла, формируемой участниками образовательных отношений – Б1.В.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 09.04.02 – «Информационные системы и технологии».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» закреплено 2 профессиональные **компетенции**, определяемые самостоятельно (**6 индикаторов**). Дисциплина «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» составляет 2 зачётные единицы (72 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.04.02 – «Информационные системы и технологии» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 09.04.02 – «Информационные системы и технологии».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (выполнение и защита практических заданий), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины части учебного цикла, формируемой участниками образовательных отношений – Б1.В ФГОС ВО направления 09.04.02 – «Информационные системы и технологии».

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 5 наименований, Интернет-ресурсы – 10 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 09.04.02 – «Информационные системы и технологии».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных в сельском хозяйстве» ОПОП ВО по направлению 09.04.02 «Информационные системы и технологии», направленность «Науки о данных» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Быковым Денисом Витальевичем, старшим преподавателем кафедры статистики и кибернетики, Уколовой Анной Владимировной, канд. экон. наук, доцентом, и.о. заведующего кафедрой статистики и кибернетики соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Гавриловская Н.В., доцент кафедры систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«26» августа 2025 г.