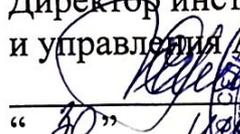


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Хоружий Людмила Ивановна  
Должность: Директор института экономики и управления АПК  
Дата подписания: 22.03.2024 09:33:14  
Уникальный программный ключ:  
1e90b132d9b04dce67585160b015dddf2cb1e6a9

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института экономики  
и управления АПК

  
Л.И. Хоружий  
« 30 » \_\_\_\_\_ 2023



**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
Б1.В.01 «Глубокое обучение в науках о данных»**

для подготовки магистров

Направление: 09.04.02 «Информационные системы и технологии»

Направленность: «Науки о данных (Data Science)»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Курс 2

Семестр 4

- 1) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2023 г. подготовки.
- 2) Программа будет распространена при организации учебного процесса на направленность (профиль): «Науки о данных».

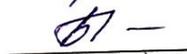
Разработчик (и):

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

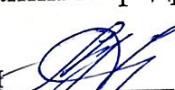
  
(подпись)

«28» августа 2023 г.

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

  
(подпись)

«28» августа 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры статистики и кибернетики протокол № 11 от «28» августа 2023 г.  
И.о. заведующего кафедрой статистики и кибернетики  А.В. Уколова

И.о. заведующего выпускающей  
кафедрой статистики и кибернетики  
А.В. Уколова, к.э.н., доцент

  
(подпись)

«28» августа 2023 г.



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ 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

Л.И. Хоружий

2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 09.04.02 «Информационные системы и технологии»

Направленность: «Науки о данных (Data Science)»

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Москва, 2022

Разработчики:

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

  
(подпись)

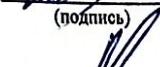
«23» августа 2022 г.

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

  
(подпись)

«23» августа 2022 г.

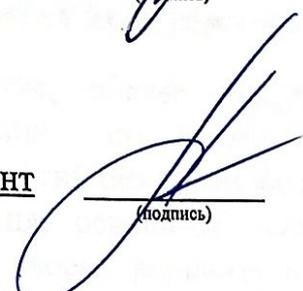
Харитонов А.Е., канд. экон. наук, доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«23» августа 2022 г.

Рецензент:

Коломеева Е.С., канд. экон. наук, доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«23» августа 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»

Программа обсуждена на заседании кафедры статистики и кибернетики. Протокол № 11 от «26» августа 2022 г.

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

  
(подпись)

«26» августа 2022 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии института экономики и управления АПК  
Корольков А.Ф., канд. экон. наук, доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«26» августа 2022 г.

И. о. зав. выпускающей кафедрой  
статистики и кибернетики  
Уколова А.В., канд. экон. наук, доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«26» августа 2022 г.

/Заведующий отделом комплектования ЦНБ



Ермилова Я.В.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>10</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	10
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>13</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>14</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	14
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	17
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>18</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	18
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	18
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>19</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>19</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>20</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ. .</b>	<b>21</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	21
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>21</b>

## АННОТАЦИЯ

### **рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01 «Глубокое обучение в науках о данных» для подготовки магистров по направлению 09.04.02 «Информационные системы и технологии» направленности «Науки о данных (Data Science)»**

**Цель освоения дисциплины.** Основная цель дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных» – 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:** Основы машинного обучения. Алгоритмы обучения. Емкость, переобучение и недообучение. Гиперпараметры и контрольные наборы. Оценки, смещение, дисперсия, состоятельность. Оценка максимального правдоподобия. Байесовская статистика. Алгоритмы обучения с учителем. Вероятностное обучение с учителем. Метод опорных векторов. Алгоритмы обучения без учителя. Метод главных компонент. Кластеризация методом k-средних. Стохастический градиентный спуск. Построение алгоритма машинного обучения. Глубокие сети прямого распространения. Обучение градиентными методами. Проектирование архитектуры. Обратное распространение и другие алгоритмы дифференцирования. Регуляризация в глубоком обучении. Штрафы по норме параметров. Пополнение набора данных. Робастность относительно шума. Привнесение шума в выходные метки. Обучение с частичным привлечением учителя. Баггинг и другие ансамблевые методы. Прореживание. Состязательное обучение. Тангенциальное расстояние, алгоритм распространения по касательной. Оптимизация в обучении глубоких моделей

Сверточные сети. Операция свертки. Мотивация. Пулинг. Свертка и пулинг как бесконечно сильное априорное распределение. Варианты базовой функции свертки. Структурированный выход. Типы данных. Эффективные алгоритмы свертки. Случайные признаки и признаки, обученные без учителя. Нейробиологические основания сверточных сетей. Рекуррентные нейронные сети (РНС). Развертка графа вычислений. Вычисление градиента в РНС. Двунправленные РНС. Глубокие РНС. Рекурсивные нейронные сети. Проблема долгосрочных зависимостей. Нейронные эхо-сети.

**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» 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» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Глубокое обучение в науках о данных» 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» являются «Инструменты бизнес-аналитики в R, Python, SQL», «Специальные главы математики», «Моделирование информационных процессов и систем», «Программная инженерия», «Системы искусственного интеллекта».

Дисциплина «Глубокое обучение в науках о данных» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Наука о данных (Data Science)», «Анализ больших данных (Big Data Analytics)», а также 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» 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.	ПКос-2.1 Знать: инструментальные средства бизнес-аналитики и пакеты прикладных статистических программ.	инструментальные средства бизнес-аналитики и пакеты прикладных статистических программ.		
			ПКос-2.2 Уметь: осуществлять сбор, обработку, анализ массовых данных, строить прогнозы с использованием современных инструментов бизнес-аналитики и пакетов прикладных статистических программ.		осуществлять сбор, обработку, анализ массовых данных, строить прогнозы с использованием современных инструментов бизнес-аналитики и пакетов прикладных статистических программ.	
			ПКос-2.3 Иметь навыки: сбора, обработки, анализа массовых данных, в т.ч. больших данных, эконометрического моделирования и прогнозирования с использованием современных средств бизнес-аналитики и пакетов прикладных статистических программ.			навыками сбора, обработки, анализа массовых данных, в т.ч. больших данных, эконометрического моделирования и прогнозирования с использованием 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	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 работ в области совершенствования и		определять перспективную тематику научно-исследовательских работ в области	

			<p>разработки новых методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с данными; планировать и проводить аналитические и научные исследования по тематике информационных технологий, применяемых в науке о данных</p>		<p>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, 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 профессиональной деятельности</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 состава и содержания,</p>

						согласование перечня научно- исследовательских работ в профессиональной деятельности
--	--	--	--	--	--	---

## 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.
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>72/4</b>
<b>1. Контактная работа</b>	<b>24,35/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>24,35/4</b>
<i>лекции (Л)</i>	8
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	16/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>47,65</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	38,65
<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. Глубокие сети прямого распространения	35,65/4	4	8/4	-	23,65
Раздел 2. Глубокие сверточные и рекуррентные сети	36	4	8	-	24
Контактная работа на промежуточном контроле	0,35	-	-	0,35	-
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72/4</b>	<b>8</b>	<b>16/4</b>	<b>0,35</b>	<b>47,65</b>

\* в том числе практическая подготовка

## **Раздел 1. Глубокие сети прямого распространения**

### **Тема 1 Принципы построения и применения глубоких сетей прямого распространения**

Основы машинного обучения. Алгоритмы обучения. Емкость, переобучение и недообучение. Гиперпараметры и контрольные наборы. Оценки, смещение, дисперсия, состоятельность. Оценка максимального правдоподобия. Байесовская статистика. Алгоритмы обучения с учителем. Вероятностное обучение с учителем. Метод опорных векторов. Алгоритмы обучения без учителя. Метод главных компонент. Кластеризация методом k-средних. Стохастический градиентный спуск. Построение алгоритма машинного обучения. Глубокие сети прямого распространения. Обучение градиентными методами. Проектирование архитектуры. Обратное распространение и другие алгоритмы дифференцирования. Регуляризация в глубоком обучении. Штрафы по норме параметров. Пополнение набора данных. Робастность относительно шума. Привнесение шума в выходные метки. Обучение с частичным привлечением учителя. Баггинг и другие ансамблевые методы. Прореживание. Состязательное обучение. Тангенциальное расстояние, алгоритм распространения по касательной. Оптимизация в обучении глубоких моделей

## **Раздел 2. Глубокие сверточные и рекуррентные сети**

### **Тема 1 Принципы построения и применения глубоких сверточных и рекуррентных сетей**

Сверточные сети. Операция свертки. Мотивация. Пулинг. Свертка и пулинг как бесконечно сильное априорное распределение. Варианты базовой функции свертки. Структурированный выход. Типы данных. Эффективные алгоритмы свертки. Случайные признаки и признаки, обученные без учителя. Нейробиологические основания сверточных сетей. Рекуррентные нейронные сети (РНС). Развертка графа вычислений. Вычисление градиента в РНС. Двухнаправленные РНС. Глубокие РНС. Рекурсивные нейронные сети. Проблема долгосрочных зависимостей. Нейронные эхо-сети.

### **4.3 Лекции/практические занятия**

Таблица 4

#### **Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия**

<b>№ п/п</b>	<b>Название раздела, темы</b>	<b>№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий</b>	<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов/ из них практическая подготовка</b>
1.	<b>Раздел 1. Глубокие сети прямого распространения</b>		ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3		<b>12/4</b>

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	Тема 1. Принципы построения и применения глубоких сетей прямого распространения	Лекция № 1. Основы машинного обучения.	ПКос-2.2, ПКос-3.1, ПКос-3.2		1
		Практическое занятие № 1. Построение многослойного персептрона средствами языка Python.	ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3	устный опрос, защита практической работы	4/2
		Лекция № 2. Глубокие сети прямого распространения.	ПКос-2.2, ПКос-3.1, ПКос-3.2		2
		Практическое занятие № 2. Применение многослойного персептрона для анализа данных средствами языка Python.	ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3	устный опрос, защита практической работы	4/2
		Лекция № 3. Регуляризация в глубоком обучении.	ПКос-2.2, ПКос-3.1, ПКос-3.2		1
2.	<b>Раздел 2. Глубокие сверточные и рекуррентные сети</b>		ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3		<b>12</b>
	Тема 1 Принципы построения и применения глубоких сверточных и рекуррентных сетей	Лекция № 4. Сверточные сети.	ПКос-2.2, ПКос-3.1, ПКос-3.2		2
		Практическое занятие № 3. Построение и применение сверточной сети средствами языка Python.	ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3	устный опрос, защита практической работы	4
		Лекция № 5. Рекуррентные и рекурсивные сети.	ПКос-2.2, ПКос-3.1, ПКос-3.2		2
		Практическое занятие № 4. Построение и применение рекуррентной сети средствами языка Python.	ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3	устный опрос, защита практической работы	4

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Глубокие сети прямого распространения</b>		
1.	Тема 1. Принципы построения и применения глубоких сетей прямого распространения	1. Преимущества языка программирования Python при создании моделей глубоких ИНС. (ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3) 2. Искусственные нейронные сети. Особенности и отличия от стандартных алгоритмов. (ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3) 3. Состав искусственной нейронной сети. (ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3) 4. Виды искусственных нейронных сетей. (ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3)
<b>Раздел 2. Глубокие сверточные и рекуррентные сети</b>		
2.	Тема 1. Принципы построения и применения глубоких сверточных и рекуррентных сетей	1. Задачи анализа данных, позволяющие применять искусственные нейронные сети (ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3) 2. Применение сверточных нейронных сетей. (ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3) 3. Применение рекуррентных нейронных сетей. (ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3)

**5. Образовательные технологии****Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Практическое занятие № 1. Построение многослойного персептрона средствами языка Python.	ПЗ Компьютерная симуляция
2.	Практическое занятие № 2. Применение многослойного персептрона для анализа данных средствами языка Python.	ПЗ Компьютерная симуляция
3.	Практическое занятие № 3. Построение и применение сверточной сети средствами языка Python.	ПЗ Компьютерная симуляция
4.	Практическое занятие № 4. Построение и применение рекуррентной сети средствами языка Python.	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. Понятие класса в объектно-ориентированном программировании.
2. Определение класса, создание экземпляра класса средствами Python.
3. Способы реализации основных алгебраических операций с матрицами средствами Python.
4. Многослойный перцептрон.
5. Задачи анализа данных, решаемые с помощью многослойного перцептрона.
6. Особенности построения и применения многослойного перцептрона на Python.
7. Тренировочный и тестовый наборы данных.
8. Функция ошибки.
9. Задача классификации.
10. Классификация с помощью нейронных сетей.
11. Задача прогнозирования.
12. Прогнозирование с помощью нейронных сетей.
13. Сверточная сеть.
14. Задачи анализа данных, решаемые с помощью сверточной сети.
15. Особенности построения и применения сверточной сети на Python.
16. Рекуррентная сеть.
17. Задачи анализа данных, решаемые с помощью рекуррентной сети.
18. Особенности построения и применения рекуррентной сети на Python.

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

1. Алгоритмы машинного обучения.
2. Емкость, переобучение и недообучение.
3. Гиперпараметры.
4. Оценка максимального правдоподобия.
5. Байесовская статистика.
6. Алгоритмы обучения с учителем. Вероятностное обучение с учителем. Метод опорных векторов.
7. Алгоритмы обучения без учителя. Метод главных компонент. Кластеризация методом k-средних.
8. Стохастический градиентный спуск.
9. Построение алгоритма машинного обучения.
10. Глубокие сети прямого распространения.

11. Обучение градиентными методами.
12. Проектирование архитектуры.
13. Регуляризация в глубоком обучении.
14. Обучение с частичным привлечением учителя.
15. Баггинг и другие ансамблевые методы. Прореживание.
16. Состязательное обучение.
17. Тангенциальное расстояние, алгоритм распространения по касательной.
18. Оптимизация в обучении глубоких моделей
19. Сверточные сети. Операция свертки. Мотивация. Пулинг.
20. Свертка и пулинг как бесконечно сильное априорное распределение.
21. Варианты базовой функции свертки. Структурированный выход.
22. Эффективные алгоритмы свертки.
23. Случайные признаки и признаки, обученные без учителя.
24. Нейробиологические основания сверточных сетей.
25. Рекуррентные нейронные сети (РНС).
26. Развертка графа вычислений.
27. Вычисление градиента в РНС.
28. Двухнаправленные РНС.
29. Глубокие РНС.
30. Рекурсивные нейронные сети.
31. Нейронные эхо-сети.

## Пример работ

### Практическое задание № 1

#### «Построение многослойного персептрона средствами языка Python»

**Цель:** изучить основы создания и обучения многослойного персептрона с помощью языка программирования Python.

**Требуется:**

1. Создать матрицы с исходными данными, содержащими значения таблиц истинности для следующих двоичных логических функций алгебры логики с двумя параметрами ( $a, b$  или  $x_1, x_2$ ):

- Конъюнкция (AND).
- Дизъюнкция (OR).
- Сложение по модулю два (исключающее ИЛИ) (XOR).

Разбить каждую матрицу исходных данных на две матрицы: матрицу входных сигналов ( $X$ ), матрицу правильных выходных сигналов ( $Y$ ). Матрица  $X$  будет содержать значения параметров логических функций, а матрица  $Y$  значения самой функции.

2. Создать класс для построения и обучения многослойной нейронной сети (многослойного персептрона), с числом нейронов 2-2-...-2-1 (2 нейрона во входном слое, 2 нейрона в каждом скрытом слое, 1 нейрон в выходном слое),

при этом реализовать возможность создания произвольного числа скрытых слоев.

Класс должен иметь следующие атрибуты:

- 1) матрица  $Y$  – значения результирующего признака (в виде вектора-столбца),
- 2) матрица  $X$  – значения факторов,
- 3) матрица  $W_{ih}$  – весовые коэффициенты между входным (input) и первым скрытым (hidden) слоем,
- 4) матрицы  $W_{h_q h_{q+1}}$  – весовые коэффициенты между скрытым слоем  $q$  и последующим скрытым слоем  $q+1$ .
- 5) матрица  $W_{ho}$  – весовые коэффициенты между последним скрытым и выходным слоем.
- 6) матрицы  $H_q$  – значения входящих сигналов скрытого слоя  $q$ ,
- 7) матрицы  $H_{sigmoid_q}$  – значения исходящих сигналов скрытого слоя  $q$ ,
- 8) матрица  $O$  – значения входящих сигналов выходного слоя,
- 9) матрица  $O_{sigmoid}$  – значения исходящих сигналов выходного слоя,
- 10) матрица  $E_o$  – ошибки выходного слоя (ошибки сети).
- 11) матрица  $E_{h_q}$  – ошибки скрытого слоя  $q$ .

3. Создать метод заполнения  $fit()$ , с помощью которого можно будет сохранить матрицы  $X$  и  $Y$  в соответствующие атрибуты экземпляра класса. Метод должен принимать в качестве параметров 2 матрицы: матрицу входных сигналов ( $X$ ), матрицу правильных выходных сигналов ( $Y$ ).

4. Заполнить матрицы весовых коэффициентов случайными значениями в диапазоне  $[-1; 1]$ .

5. Создать метод для обучения сети. В методе реализовать расчет всех основных матриц ( $H_q$ ,  $H_{sigmoid_q}$ ,  $O$ ,  $O_{sigmoid}$ ,  $E_o$ ,  $E_h$ ). Указанные матрицы будут являться атрибутами экземпляра класса.

6. Создать метод для проверки сети, который в качестве параметров принимает 1 матрицу: матрицу входных сигналов ( $X$ ). В методе реализовать расчет всех основных матриц для получения выходного сигнала сети ( $H_q$ ,  $H_{sigmoid_q}$ ,  $O$ ,  $O_{sigmoid}$ ). Указанные матрицы не будут являться атрибутами экземпляра класса, так как при вызове данного метода обновление значений атрибутов  $H_q$ ,  $H_{sigmoid_q}$ ,  $O$ ,  $O_{sigmoid}$  не требуется.

Проверить сеть на всех парах значений параметров логической функции, при этом рассмотреть все три логические функции.

## Практическое задание № 2

### «Применение многослойного персептрона средствами языка Python»

**Цель:** изучить основы применения многослойного персептрона для решения задачи анализа данных с помощью языка программирования Python.

**Требуется:**

1. Сформировать 2 набора исходных данных: один набор для классификации объектов по ряду признаков, второй набор для прогнозирования значений признака по ряду факторов.

2. Разработать функции, с помощью которых будет производиться: считывание файлов с исходными данными, представление исходных данных в виде матриц.

3. Разбить указанные наборы данных на тестовые и тренировочные.

4. Применить класс построения и обучения многослойного персептрона, реализованный в прошлом задании, для классификации объектов: обучить сеть на тренировочном наборе, проверить сеть на тестовом наборе данных.

5. Создать класс построения и обучения многослойного персептрона для прогнозирования. Обучить сеть на тренировочном наборе, проверить сеть на тестовом наборе данных.

## **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.

Работы должны быть выполнены по своему варианту, оформлены в соответствии с требованиями стандартов по оформлению текстовых документов в текстовом редакторе MS Word. Работы сдаются в электронном виде.

По результатам защиты могут быть получены следующие баллы:

9-10 баллов – расчеты проведены корректно, результаты правильно интерпретированы. Работа оформлена в соответствии с требованиями стандартов по оформлению текстовых документов. Студент развернуто и свободно ответил на все вопросы при защите работы.

7-8 баллов – работа выполнена, но имеются незначительные ошибки в интерпретации результатов и/или оформлении. Студент в целом ответил на все поставленные вопросы, ориентируется в работе.

4-6 баллов – работа в целом выполнена, но имеются значительные ошибки в интерпретации полученных результатов и представления данных, оформления работы. Некоторые вопросы по работе вызывают затруднения.

1-3 балла – имеются грубые ошибки в методике выполнения, интерпретации полученных результатов и представления данных, оформления работы. Студент не отвечает на вопросы при защите. Либо работа выполнена не полностью.

В течение периода обучения по дисциплине студент должен выполнить и защитить 4 практических задания (индивидуальных или групповых проектов),

каждое из которых оценивается максимум на 10 баллов. За посещение занятий добавляется 0,42 балла за каждый час ( $24 \cdot 0,42$ ), участие в конференции с докладом с использованием методов разработки элементов искусственного интеллекта – 15 баллов. Таким образом, максимально возможная сумма баллов равна:  $4 \cdot 10 + 24 \cdot 0,42 + 10 = 40 + 10 + 10 = 60$ .

Зачет с оценкой по дисциплине получают студенты, набравшие не менее 60% от максимального количества баллов, т.е. 36 баллов и более.

Итоговая 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	0-35	36-41	42-49	50-60

Студенты, набравшие в течение семестра менее 36 баллов, пишут итоговую зачетную работу. К написанию итоговой зачетной работы допускаются студенты, **в случае выполнения всех практических работ.**

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. 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>

2. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-7462-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160142>

### 7.2 Дополнительная литература

1. 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>

2. 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>

3. 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>

4. 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>

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

3. Kaggle. — URL: <https://www.kaggle.com/>

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

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

6. PyTorch. <https://pytorch.org/>

7. KERAS. <https://keras.io/>

## 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 групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (2й учебный корпус, 102 ауд.)</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экран с электроприводом 1 шт. (Инв. №558771/2)</li> <li>2. Проектор 1 шт. (без инв. №) – приобретался не за счет средств вуза</li> <li>3. Вандалоустойчивый шкаф 1 шт. (Инв.№558850/7)</li> <li>4. Системный блок iP-4 541 3200 Mhz/1024 Mb/ 80 Gb / DVD-R с монитором 1 шт. (Инв. №558777/9)</li> <li>5. Стенд «Сергеев Сергей Степанович 1910-1999» 1 шт. (Инв.№591013/25)</li> <li>6. Огнетушитель порошковый 1 шт. (Инв. №559527)</li> <li>7. Подвесное крепление к огнетушителю 1 шт. (Инв. № 559528)</li> <li>8. Жалюзи 2шт. (Инв. №1107-221225, Инв. №1107-221225)</li> <li>9. Лавка 20 шт.</li> <li>10. Стол аудиторный 20 шт.</li> <li>11. Стол для преподавателя 1 шт.</li> <li>12. Стул 2 шт.</li> <li>13. Доска маркерная 1 шт.</li> <li>14. Трибуна напольная 1 шт. (без инв. №)</li> </ol>
<i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, 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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Системный блок Intel Core Intel Core i3-2100/4096Mb/500Gb/DVD-RW 10 шт. (Инв.№601997, Инв.№601998, Инв.№601999, Инв.№602000, Инв.№602001, Инв.№602002, Инв.№602003, Инв.№602004, Инв.№602005, Инв.№602006)</li> <li>2. Монитор 10 шт. (без инв. №) - приобретались не за счет средств вуза</li> <li>3. Шкаф 2 шт. (Инв.№594166, Инв.№594167)</li> <li>4. Тумба 1 шт. (Инв.№594168)</li> <li>5. Подвесное крепление к огнетушителю 1 шт. (Инв. № 559528)</li> <li>6. Огнетушитель порошковый 1 шт. (Инв. №559527)</li> <li>7. Жалюзи 1 шт. (Инв.№551557)</li> <li>8. Доска магнитно-маркерная 1 шт.</li> <li>9. Стол 5 шт.</li> <li>10. Стол компьютерный 12 шт.</li> <li>11. Стул офисный 21 шт.</li> <li>12. Сейф 1 шт. (без Инв.№).</li> </ol>
Студенческое общежитие	Комнаты для самоподготовки
ЦНБ имени Н.И. Железнова	Читальный зал

## 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., ассистент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

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

Харитоновна А.Е., канд. экон. наук, доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

  
(подпись)

  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

### на рабочую программу дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных» ОПОП ВО по направлению 09.04.02 «Информационные системы и технологии», направленность «Науки о данных (Data Science)» (квалификация выпускника – магистр)

Коломеевой Еленой Сергеевной, доцентом кафедры финансов (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных» ОПОП ВО по направлению 09.04.02 – «Информационные системы и технологии», направленность «Науки о данных (Data Science)», разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре статистики и кибернетики (разработчики – Быков Денис Витальевич, ассистент кафедры статистики и кибернетики, Демичев Вадим Владимирович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры статистики и кибернетики Харитоновна Анна Евгеньевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры статистики и кибернетики).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных» (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» закреплено 2 профессиональные **компетенции**, определяемые самостоятельно (**6 индикаторов**). Дисциплина «Глубокое обучение в науках о данных» 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» 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» 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» 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 – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 4 наименований, Интернет-ресурсы – 7 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» 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».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Глубокое обучение в науках о данных» ОПОП ВО по направлению 09.04.02 «Информационные системы и технологии», направленность «Науки о данных (Data Science)» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Быковым Денисом Витальевичем, ассистентом кафедры статистики и кибернетики, Демичевым Вадимом Владимировичем, кандидатом экономических наук, доцентом, доцентом кафедры статистики и кибернетики, Харитоновой Анной Евгеньевной, кандидатом экономических наук, доцентом, доцентом кафедры статистики и кибернетики соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Коломеева Е.С., доцент кафедры финансов ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат экономических наук

  
(подпись)

«23» августа 2022 г.