

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный университет»

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой ТО и ЗИ

«05» июля 2018 г.



А.А. Сирота

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 Разработка приложений для систем машинного обучения

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

09.04.02 Информационные системы и технологии

2. Профиль подготовки/специализации: системы прикладного искусственного интеллекта

3. Квалификация (степень) выпускника: магистр

4. Форма образования: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра технологий обработки и защиты информации

6. Составители программы:

Дрюченко Михаил Анатольевич, к.т.н., доцент

7. Рекомендована:

Научно-методическим советом ФКН, протокол № 6 от 25.06.2018 г.

(отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2019/2020

Семестр(-ы): 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины: изучение теоретических основ машинного обучения, вопросов практической реализации и применения алгоритмов машинного обучения при решении реальных задач, связанных и с распознаванием, классификацией и обработкой данных; получение профессиональных компетенций в области современных технологий машинного обучения.

Основные задачи дисциплины:

- знакомство студентов с теоретическими аспектами машинного обучения;
- изучение основных алгоритмов машинного обучения и особенностей их применения при разработке автоматизированных алгоритмов обработки данных;
- овладение практическими навыками применения алгоритмов машинного обучения при разработке приложений для распознавания образов, классификации данных и прогнозирования трендов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: учебная дисциплина относится к блоку обязательных дисциплин вариативной части.

Входные знания в области информатики, математического анализа, теории вероятности, математической статистики, технологий обработки информации, обработки изображений.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	способностью воспринимать математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	<p>знать: основные понятия, модели и алгоритмы машинного обучения, современные методы и средства разработки приложений на языках высокого уровня, библиотеки машинного обучения;</p> <p>уметь: самостоятельно приобретать, развивать и применять на практике современные знания в области машинного обучения для решения нестандартных задач, связанных с автоматизацией обработки данных</p> <p>владеть: практическими навыками разработки и применения в профессиональной деятельности программных средств, использующих технологии машинного обучения.</p>
ПК-8	умением проводить разработку и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в областях: машиностроение, приборостроение, наука, техника, образование, медицина, административное управление, юриспруденция.	<p>знать: основные модели и алгоритмы машинного обучения;</p> <p>уметь: проводить разработку и исследование моделей и алгоритмов машинного обучения, анализировать результаты обучения и работы алгоритмов машинного обучения;</p> <p>владеть: практическими навыками применения моделей и алгоритмов машинного обучения.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 3/108.

Форма промежуточной аттестации: *зачет.*

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		№ сем.4	№ сем.	Итого
Аудиторные занятия	28	28		28
в том числе:				
лекции				
практические	14	14		14
лабораторные	14	14		14
Самостоятельная работа	80	80		80

Форма промежуточной аттестации (зачет с оценкой – __ час.)	-	-	-
Итого:	108	108	108

13.1 Содержание дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Нет	
2. Практические занятия		
2.1	Введение в машинное обучение	Обзор предметной области, основных понятий машинного обучения, моделей и алгоритмов. Примеры решаемых прикладных задач (классификации, регрессии, прогнозирования).
2.2	Обзор известных библиотек и фреймворков для машинного обучения	Пакеты для машинного обучения в Matlab. Фреймворки и библиотеки машинного обучения, использующие Python. Фреймворки и библиотеки машинного обучения, использующие C/C++/C#. Фреймворки и библиотеки машинного обучения, использующие Java. Вопросы взаимодействия библиотек машинного обучения с разрабатываемыми программными средствами. Импорт/экспорт обученных моделей. Вопросы производительности обучения, использования GPU и SIMD расширений CPU.
2.3	Разработка приложений для классификации, распознавания и обработки данных с использованием нейронных сетей, решающих деревьев, случайного леса и метода опорных векторов	Принципы работы решающих деревьев, случайного леса, метода опорных векторов, однослойных и многослойных нейронных сетей прямого распространения. Обзор механизмов регуляризации, критериев качества классификации, скользящего контроля, ROC, AUC, точности и полноты. Программная реализация многослойных нейронных сетей, алгоритмов обучения RProp, QProp, Левенберга-Марквардта. Компьютерное зрение. Алгоритмы обработки цифровых изображений в задачах распознавания и классификации мультимедиа информации. Обзор возможностей библиотеки OpenCV. Создание автоматизированных алгоритмов обработки данных (на основе методов машинного обучения) для решения прикладных задач.
2.4	Разработка приложений для решения задач обработки данных с использованием методов глубокого обучения	Обзор технологии глубокого обучения, сверточных и рекуррентных нейронных сетей. Проблема разметки исходных данных. Аугментация данных. Создание автоматизированных алгоритмов обработки данных (на основе глубоких нейронных сетей) для решения прикладных задач.
3. Лабораторные работы		
3.1	Изучение возможностей известных библиотек и фреймворков для машинного обучения	1. Изучение пакетов для машинного обучения в Matlab, фреймворков и библиотек машинного обучения, использующих Python, C/C++/C#, Java. Изучение вопросов подключения и использования библиотек машинного обучения в пользовательских проектах.
3.2	Нейронные сети	2. Изучение принципов работы искусственных нейронных сетей. Реализация нейронной сети прямого распространения и ее использование для решения задач классификации. 3. Использование различных библиотек машинного обучения и компьютерного зрения для решения задачи обработки и распознавания мультимедиа информации. Изучение вопросов выделения, анализа и отбора признаковых описателей.
3.2	Глубокое обучение (Deep	4. Практическое изучение технологии глубокого обучения,

learning)	использование сверточных нейронных сетей из библиотеки TensorFlow (Keras) для задачи анализа объектов на изображениях.
-----------	--

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)			
		Прак.	Лаб.	Сам. работа	Всего
1	Введение в машинное обучение	0	0	5	5
2	Обзор известных библиотек и фреймворков для машинного обучения	3	3	25	31
3	Разработка приложений для классификации, распознавания и обработки данных с использованием нейронных сетей, решающих деревьев, случайного леса и метода опорных векторов	7	7	25	39
4	Разработка приложений для решения задач обработки данных с использованием методов глубокого обучения	4	4	25	33
Итого:		14	14	80	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

1) При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- методические указания и пособия;
- контрольные задания для закрепления теоретического материала;
- электронные версии учебников и методических указаний для выполнения

лабораторно - практических работ (при необходимости материалы рассылаются по электронной почте).

2) Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется проведение письменного опроса (тестирование, решение задач) студентов по материалам лекций и практических работ. Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию студентов при конспектировании лекционного материала.

3) При проведении практических работ обеспечивается максимальная степень соответствия с материалом лекционных занятий и осуществляется экспериментальная проверка методов, алгоритмов и технологий обработки информации, излагаемых в рамках лекций.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

(список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Сирота, Александр Анатольевич . Методы и алгоритмы анализа данных и их моделирование в MATLAB : [учебное пособие] / А.А. Сирота .— Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2016 .— 381 с. : ил. — Библиогр.: с. 371-374 .— Предм. указ.: с. 377-381 .— ISBN 978-5-9775-3778-0.
2	Кирсанов Э.А. Обработка информации в пространственно распределенных системах радиомониторинга: статистический и нейросетевой подходы/Э.А. Кирсанов, А.А. Сирота.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.- 344 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем : учеб. пособие / Н.Г. Ярушки-

	на. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 320 с.
4	Практикум по курсу " Нейросетевые технологии обработки информации" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для магистров фак. компьютер. наук днев. формы обучения; для направления 09.04.02 - Информ. системы и технологии. / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.А. Сирота, Е.Ю. Митрофанова , М.А. Дрюченко .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013
5	Медведев В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С. Медведев, В.Г. Потемкин. – М. : ДИАЛОГ – МИФИ, 2002. – 497 с.
6	Анализ данных и процессов / А. Барсегян [и др.]. - СПб. : БХВ-ПИТЕР, 2009. - 512 с.
7	Алгазинов, Эдуарт Константинович . Анализ и компьютерное моделирование информационных процессов и систем : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальности 080801 "Приклад. информатика" и др. междисциплинар. специальностям] / Э.К. Алгазинов, А.А. Сирота ; под общ. ред. А.А. Сироты. — М. : Диалог-МИФИ, 2009. — 416 с. : ил. — Библиогр. в конце разд. — ISBN 978-5-86404-233-5

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
8	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – (http // www.lib.vsu.ru/).
9	Образовательный портал «Электронный университет ВГУ».– (https://edu.vsu.ru/)
10	ЭБС «Издательства «Лань», Договор №3010-06/71-14 от 25.11.2014, ЭБС «Университетская библиотека online», Договор №3010-06/70-14 от 25.11.14, Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ», Договор №ДС-208 от 01.02.2012

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Сирота, Александр Анатольевич . Методы и алгоритмы анализа данных и их моделирование в MATLAB : [учебное пособие] / А.А. Сирота .— Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2016 .— 381 с. : ил. — Библиогр.: с. 371-374 .— Предм. указ.: с. 377-381 .— ISBN 978-5-9775-3778-0.
2	Практикум по курсу " Нейросетевые технологии обработки информации" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для магистров фак. компьютер. наук днев. формы обучения; для направления 09.04.02 - Информ. системы и технологии. / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.А. Сирота, Е.Ю. Митрофанова , М.А. Дрюченко .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013
3	Практикум по курсу "Моделирование систем" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. 4-5 курсов фак. компьютер. наук днев. и вечер. формы обучения; для направлений: 230200 - Информ. системы, 230400 - Информ. системы и технологии; специальности, 230201 - Информ. системы и технологии]. Ч. 1,2 / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.А. Сирота, Е.Ю. Митрофанова , М.А. Дрюченко .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Для реализации учебного процесса используются:

1) ПО Microsoft в рамках подписок «Imagine» ежегодные сублицензионные договоры № 56035/ВРН3739 и № 56036/ВРН3739 от 07.10.2016.

2) ПО MATLAB Classroom ver. 7.0, 10 конкурентных бессрочных лицензий на каждый компонент: Matlab, Simulink, Stateflow, 1 тулбок, N 21127/VRN3 от 30.09.2011 (за счет проекта ЕК TEMPUS/ERAMIS).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

1) Мультимедийная лекционная аудитория (корп.1а, ауд. № 479), ПК-Intel-i3, рабочее место преподавателя: проектор, видеокоммутатор, микрофон, аудиосистема, специализированная мебель: доски меловые 2 шт., столы 60 шт., лавки 30 шт., стулья 64 шт.; доступ к фондам учебно-методической документации и электронным библиотечным системам, выход в Интернет.

2) Компьютерный класс (корп. 1б, ауд. № 316п), ПК-Intel-Core2 30 шт., рабочее место преподавателя: проектор, видеокоммутатор, специализированная мебель: доска маркерная 1 шт., доска интерактивная 1 шт., столы 32 шт., стулья 64 шт.; доступ к фондам учебно-методической документации и электронным изданиям, доступ к электронным библиотечным системам, выход в Интернет.

19. Фонд оценочных средств:

19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-1 способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умения самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	знать: основные понятия, модели и алгоритмы машинного обучения, современные методы и средства разработки приложений на языках высокого уровня, библиотеки машинного обучения	Разделы 1-2 Введение в машинное обучение. Обзор известных библиотек и фреймворков для машинного обучения.	Устный опрос
	уметь: самостоятельно приобретать, развивать и применять на практике современные знания в области машинного обучения для решения нестандартных задач, связанных с автоматизацией обработки данных	Разделы 2-4 Обзор известных библиотек и фреймворков для машинного обучения. Разработка приложений для классификации, распознавания и обработки данных с использованием нейронных сетей, решающих деревьев, случайного леса и метода опорных векторов. Разработка приложений для решения задач обработки данных с использованием методов глубокого обучения.	Устный опрос. Лабораторные работы 1-4
	владеть: практическими навыками разработки и применения в профессиональной деятельности программных средств, использующих технологии машинного обучения	Разделы 2-4 Обзор известных библиотек и фреймворков для машинного обучения. Разработка приложений для классификации, распознавания и обработки данных с использованием нейронных сетей, решающих деревьев, случайного леса и метода опорных векторов. Разработка приложений для реше-	Лабораторные работы 1-4

		ния задач обработки данных с использованием методов глубокого обучения.	
ПК-8 умением проводить разработку и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в областях: машиностроение, приборостроение, наука, техника, образование, медицина, административное управление, юриспруденция..	знать: основные модели и алгоритмы машинного обучения	Раздел 1 Введение в машинное обучение	Устный опрос
	уметь: проводить разработку и исследование моделей и алгоритмов машинного обучения, анализировать результаты обучения и работы алгоритмов машинного обучения	Разделы 2-4 Обзор известных библиотек и фреймворков для машинного обучения. Разработка приложений для классификации, распознавания и обработки данных с использованием нейронных сетей, решающих деревьев, случайного леса и метода опорных векторов. Разработка приложений для решения задач обработки данных с использованием методов глубокого обучения.	Лабораторные работы 1-4
	владеть: практическими навыками применения моделей и алгоритмов машинного обучения	Разделы 2-4 Обзор известных библиотек и фреймворков для машинного обучения. Разработка приложений для классификации, распознавания и обработки данных с использованием нейронных сетей, решающих деревьев, случайного леса и метода опорных векторов. Разработка приложений для решения задач обработки данных с использованием методов глубокого обучения.	Лабораторные работы 1-4

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2. Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие содержательные показатели (формулируется с учетом конкретных требований дисциплины):

- 1) знание теоретических основ учебного материала, основных определений, понятий и используемой терминологии;
- 2) умение связывать теорию с практикой, умение выявлять и анализировать основные закономерности, полученные, в том числе, в ходе выполнения практических заданий;
- 3) умение обосновывать свои суждения и профессиональную позицию по излагаемому вопросу;
- 4) владение навыками программирования в рамках выполняемых практических заданий;
- 5) владение навыками проведения компьютерного эксперимента, тестирова-

ния алгоритмов обработки информации.

Различные комбинации перечисленных показателей определяют критерии оценивания результатов обучения (сформированности компетенций) на государственном экзамене:

- высокий (углубленный) уровень сформированности компетенций;
- повышенный (продвинутый) уровень сформированности компетенций;
- пороговый (базовый) уровень сформированности компетенций.

Для оценивания результатов обучения на государственном экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено по результатам тестирования.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения на государственном экзамене представлено в следующей таблице.

Критерии оценивания компетенций и шкала оценок на зачете

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков по приведенным критериям оперирует понятийным аппаратом и приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач.	Базовый уровень	Зачтено
Ошибочное изложение двух вопросов контрольно-измерительного материала, непонимание существа постановки задачи. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки	–	Не зачтено

19.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Примерный перечень применяемых оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценки
1	2	3	4
1	Устный опрос	Вопросы по темам/разделам дисциплины	Правильный ответ – зачтено, неправильный или принципиально неточный ответ - не зачтено
2	Лабораторная работа	Содержит 4 лабораторных заданий	При успешном выполнении работы осуществляется допуск к зачету
4	КИМ промежуточной аттестации	Каждый контрольно-измерительный материал для проведения промежуточной аттестации включает 2 задания вопросов для контроля знаний, умений и владений в рамках оценки уровня сформированности компетенции.	Шкалы оценивания приведены в разделе 19.2

19.3.2. Примерный перечень вопросов к зачету

№	Содержание
1	Задачи, решаемые алгоритмами машинного обучения. Методика анализа данных.
2	Классификация алгоритмов машинного обучения.
3	Постановка и методы решения задачи классификации.
4	Постановка и методы решения задачи кластеризации.
5	Задача анализа временных рядов.

6	Принципы работы метода опорных векторов.
7	Структура деревьев решений.
8	Алгоритм Random Forest.
9	Нейронные сети прямого распространения. Структура сети, обучение по алгоритму обратного распространения ошибки.
10	Извлечение и генерация признаков на примере задачи анализа цифровых изображений.
11	Извлечение и генерация признаков на примере задачи анализа текстов.
12	Алгоритмы отбора и преобразования признаков.
13	Функционалы качества (log loss, ROC, AUC, accuracy, precision, recall и т.д.).
14	Глубокое обучение.
15	Сверточные и рекуррентные нейронные сети.
16	Подготовка обучающих наборов данных. Аугментация.
17	Библиотеки и фреймворки для машинного обучения
18	Взаимодействие библиотек машинного обучения с разрабатываемыми программными средствами. Импорт/экспорт обученных моделей.

19.3.3. Примеры заданий для выполнения практических работ

Лабораторная работа № 1

«Изучение фреймворков и библиотек для машинного обучения»

Цель работы

Изучить принципы работы и использования в пользовательских приложениях известных библиотек для машинного обучения.

Форма контроля

Опрос в устной форме по исходному коду и результатам работы реализованной программы.

Количество отведённых аудиторных часов - 4

Содержание работы

Получить у преподавателя вариант задания, написать код, реализующий соответствующий алгоритм обработки информации. Провести тестирование реализованного алгоритма. Проанализировать полученные результаты и сформулировать выводы по проделанной работе.

Пример варианта задания:

С использованием библиотеки FANN написать приложение для распознавания рукописных букв и цифр. Использовать нейронную сеть класса многослойный перцептрон.

Примеры контрольных вопросов:

1. На что влияет количество и размер скрытых слоев сети?
2. Какие активационные функции можно применять при обучении сети методом обратного распространения ошибки.

19.3.4. Пример контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой технологий обработки и защиты информации

_____ А.А. Сирота
 _____.____.2018

Направление подготовки / специальность 09.04.02 Информационные системы и технологии

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Разработка приложений для систем машинного обучения

Форма обучения Очное

Вид контроля Зачет

Вид аттестации Промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Классификация алгоритмов машинного обучения.
2. Алгоритмы отбора и преобразования признаков.

Преподаватель _____ М.А. Дрюченко

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа) и письменных работ (контрольные, лабораторные работы). При оценивании могут использоваться количественные или качественные шкалы оценок.

Промежуточная аттестация может включать в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое (ие) задание(я), позволяющее (ие) оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используется количественная шкала. Критерии оценивания приведены выше в таблице раздела 19.2.