

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
В.Ф. УТКИНА"

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по РОПиМД
А.В. Корячко

Машинное обучение
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Электронные вычислительные машины
Учебный план	09.03.01_21_00.plx 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	8			
Неделя	8			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	8	8	8	8
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	50,35	50,35	50,35	50,35
Контактная работа	50,35	50,35	50,35	50,35
Сам. работа	49	49	49	49
Часы на контроль	44,65	44,65	44,65	44,65
Итого	144	144	144	144

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Муратов Евгений Рашитович

Рабочая программа дисциплины

Машинное обучение

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 929)

составлена на основании учебного плана:

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

утвержденного учёным советом вуза от 25.06.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электронные вычислительные машины

Протокол от 20.05.2021 г. № 10

Срок действия программы: уч.г.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
Электронные вычислительные машины

Протокол от _____ 2022 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Электронные вычислительные машины

Протокол от _____ 2023 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Электронные вычислительные машины

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

Электронные вычислительные машины

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины «Машинное обучение» является:
1.2	◦ изучение основ теории обучения машин;
1.3	◦ знакомство с классическим обучением «с учителем» и «без учителя»;
1.4	◦ знакомство с методами машинного обучения: «обучением с подкреплением» и «ансамблевыми методами»;
1.5	◦ знакомство с основой нейросетей и нейросетевыми методами обучения;
1.6	◦ изучение языка программирования Ассемблер для персональных ЭВМ, построенных на базе процессоров семейства Intel.
1.7	Задачи дисциплины:
1.8	◦ овладение навыками практического решения задач интеллектуального анализа данных от сбора и анализа данных до выбора оптимального решения и оценки его качества;
1.9	◦ получение практических навыков работы с фреймворками машинного обучения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Методология и технологии программного инжиниринга
2.1.2	Методы и технологии управления НИОКР
2.1.3	Прикладные информационные системы
2.1.4	Производственная практика
2.1.5	Процессы и задачи управления ИТ-проектами
2.1.6	Специализированные ЭВМ
2.1.7	Технология искусственного интеллекта в САПР
2.1.8	Методы оптимизации и принятия решений
2.1.9	Основы системного анализа и теории принятия решений
2.1.10	Проектирование информационных систем
2.1.11	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.1.12	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.1.13	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.1.14	Вычислительные системы, сети и телекоммуникации
2.1.15	Машинно-зависимые языки программирования
2.1.16	Методы и технологии системного инжиниринга
2.1.17	Микропроцессорные системы и интерфейсы периферийных устройств
2.1.18	Модели и методы анализа проектных решений
2.1.19	Параллельное программирование
2.1.20	Промышленное программирование
2.1.21	Веб-программирование
2.1.22	Проектирование интернет-приложений
2.1.23	Организация коллективной разработки программного обеспечения
2.1.24	Программные средства моделирования в САПР
2.1.25	Утилиты разработки программного обеспечения
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-2: Способен проектировать и разрабатывать программное обеспечение	
ПК-2.1. Проектирует и разрабатывает программное обеспечение	
Знать	фреймворки машинного обучения
Уметь	пользоваться фреймворками и средствами программирования алгоритмов машинного обучения
Владеть	языками программирования для нейронных сетей

ПК-2.2. Применяет современные инструментальные средства при разработке программного обеспечения
Знать библиотеки использующие алгоритмы машинного обучения
Уметь применять библиотеки с алгоритмами машинного обучения
Владеть навыками подключения библиотек с алгоритмами машинного обучения к программным проектам

ПК-5: Способен осуществлять программно-аппаратную реализацию алгоритмов цифровой обработки информации
ПК-5.1. Проектирует и разрабатывает программное обеспечение для реализации алгоритмов цифровой обработки информации
Знать основы машинного обучения и способы построения нейронных сетей
Уметь проектировать выбирать алгоритмы машинного обучения для задач обработки данных
Владеть инструментами для проектирования алгоритмов машинного обучения
ПК-5.2. Проектирует и реализует программно-аппаратное описание алгоритмов цифровой обработки информации
Знать методы разработки алгоритмов машинного обучения
Уметь обосновывать выбор программно аппаратной платформы для реализации алгоритмов машинного обучения
Владеть навыками применения нейронных сетей и алгоритмов машинного обучения
ПК-5.3. Выполняет аргументированный выбор программно-аппаратных средств реализации алгоритмов цифровой обработки информации
Знать применимость алгоритмов машинного обучения в задачах обработки данных
Уметь выбирать вычислители для обучения нейронных сетей на GPU
Владеть выполнять обучение нейронных сетей

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1 Знать:	
3.1.1	основные алгоритмы и сферу типового применения машинного обучения
3.2 Уметь:	
3.2.1	проектировать и обучать алгоритмы машинного обучения
3.3 Владеть:	
3.3.1	фреймворками и инструментами проектирования и выполнения нейронных сетей

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Основные понятия и определения. Примеры прикладных задач					
1.1	Основные понятия и определения. Примеры прикладных задач /Тема/	8	0			
1.2	Признаки, вектора признаков. Объекты, классы. Классификация. Классификатор. Обучение, виды обучения "с учителем" и "без учителя". Данные в задачах обучения по прецедентам. Модели и методы обучения. Обучение и переобучение. Разбор примеров прикладных задач /Лек/	8	2	ПК-2.1-3 ПК-5.1-3	Л1.2 Э1 Э2	
1.3	Установка и настройка фреймворка машинного обучения /Лаб/	8	4	ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1Л3.1	
1.4	Изучение конспекта лекций. Работа с источниками дополнительной литературы. Изучение методических указаний, подготовка к практическим и лабораторным занятиям	8	6	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У	Л3.1 Э2	

	Раздел 2. Метрические методы классификации и регрессии					
2.1	Метрические методы классификации и регрессии /Тема/	8	0			
2.2	Определение расстояний между объектами, гипотезы компактности или непрерывности, векторные меры близости, беспризниковые способы вычисления расстояний, метрические методы классификации, обобщенный метрический классификатор, метод ближайших соседей, окно Парзена и потенциальные функции /Лек/	8	2	ПК-5.2-3 ПК-5.3-3	Л1.2 Э1 Э2	
2.3	Определение функции с помощью регрессии /Пр/	8	4	ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1Л3.1	
2.4	Изучение конспекта лекций. Работа с источниками дополнительной литературы. Изучение методических указаний, подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	8	6	ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.3-3	Л1.1Л3.1 Э1 Э2	
	Раздел 3. Линейные методы классификации и регрессии					
3.1	Линейные методы классификации и регрессии /Тема/	8	0			
3.2	Минимизация эмпирического риска. Линейный классификатор. Метод стохастического градиента. Эвристика. Инициация весов и порядок объектов. Выбор величины градиентного шага. Проблема переобучения. Вероятностные функции потерь. Вероятностная модель классификации. Логистическая регрессия. Задача кредитного скоринга. Алгоритм Персептрона /Лек/	8	4	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3 ПК-5.3-3	Л1.3Л2.1	
3.3	Классификация цветов ириса с применением линейного классификатора /Лаб/	8	4	ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л2.2Л3.1	
3.4	Изучение конспекта лекций. Работа с источниками дополнительной литературы. Изучение методических указаний, подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	8	6	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л2.1 Л2.2Л3.1	
	Раздел 4. Метод опорных векторов					
4.1	Метод опорных векторов /Тема/	8	0			
4.2	Основы метода опорных векторов. Случай линейно разделимой выборки. Случай линейно неразделимой выборки. Принцип оптимальной разделяющей гиперплоскости. Двойственная задача. Понятие опорного вектора. Обобщение линейного SVM. Ядра и спрямляющие пространства. SVM как двухслойная нейронная сеть. SVM как регрессия. Регуляризация. Регуляризация для отбора признаков. Методы SFM и RFM. Метод релевантных векторов RVM /Лек/	8	4	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3 ПК-5.3-3	Л2.1	
4.3	Изучение конспекта лекций. Работа с источниками дополнительной литературы /Ср/	8	5	ПК-5.2-3 ПК-5.3-3	Л2.1	
	Раздел 5. Логические алгоритмы классификации					
5.1	Логические алгоритмы классификации /Тема/	8	0			

5.2	Понятие закономерности и информативности. Критерии информативности. Поиск и отбор закономерностей. Решающие деревья. Жадный метод обучения решающего дерева. Усечение дерева. CART. Решающие списки таблицы и леса /Лек/	8	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3 ПК-5.3-3	Л1.2	
5.3	Построение решающего дерева /Пр/	8	4	ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-5.3-У ПК-5.3-В	Л1.2Л3.1	
5.4	Изучение конспекта лекций. Работа с источниками дополнительной литературы. Изучение методических указаний, подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	8	6	ПК-5.1-У ПК-5.2-У ПК-5.3-У	Л1.2Л3.1	
Раздел 6. Многомерная линейная регрессия						
6.1	Многомерная линейная регрессия /Тема/	8	0			
6.2	Метод наименьших квадратов. Непараметрическая регрессия: ядерное сглаживание. Многомерная линейная регрессия. Сингулярное разложение. Регуляризация L1 и L2. Метод главных компонент. Постановка задачи. Основная теорема /Лек/	8	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3 ПК-5.3-3	Л2.2	
6.3	Изучение конспекта лекций. Работа с источниками дополнительной литературы /Ср/	8	4	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3 ПК-5.3-3	Л2.2	
Раздел 7. Кластеризация и частичное обучение						
7.1	Кластеризация и частичное обучение /Тема/	8	0			
7.2	Оптимизационные методы кластеризации. Задачи кластеризации и частичного обучения. Метод K-средних EM- алгоритм. Эвристические методы кластеризации. Алгоритм Forel. Алгоритм DBscan. Иерархические методы. Частичное обучение на основе классификации. Обертки над методами классификации. Трансдуктивный SVM. Регуляризация правдоподобия /Лек/	8	2	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3 ПК-5.3-3	Л1.2Л2.1 Л2.2	
7.3	Изучение конспекта лекций. Работа с источниками дополнительной литературы /Ср/	8	4	ПК-5.1-3 ПК-5.2-3 ПК-5.3-3	Л1.3	
Раздел 8. Искусственные нейронные сети						
8.1	Искусственные нейронные сети /Тема/	8	0			
8.2	Проблема полноты. Задача исключающего "или". Вычислительные возможности двух- и трехслойных сетей. Метод обратного распространения ошибки. Алгоритм построения нейронных сетей /Лек/	8	4	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л1.4Л2.2 Э2	
8.3	Обучение нейронной сети для распознаваний рукописных цифр /Лаб/	8	4	ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.4Л2.2Л3.1	
8.4	Изучение конспекта лекций. Работа с источниками дополнительной литературы. Изучение методических указаний, подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	8	6	ПК-2.1-У ПК-2.2-У	Л1.4Л3.1	
Раздел 9. Алгоритм AdaBoost						
9.1	Алгоритм AdaBoost /Тема/	8	0			

9.2	Описание алгоритма AdaBoost. Математическое обоснование алгоритма. Каскад классификаторов. Программная реализация алгоритма AdaBoost /Лек/	8	2	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л1.2 Л1.4 Э1	
9.3	Исследование работы алгоритма AdaBoost /Лаб/	8	4	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л3.1 Э1	
9.4	Изучение конспекта лекций. Работа с источниками дополнительной литературы. Изучение методических указаний, подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	8	6	ПК-2.1-3 ПК-2.2-3	Л1.2Л3.1 Э1	
Раздел 10. Промежуточная аттестация						
10.1	Промежуточная аттестация /Тема/	8	0	<все>		
10.2	Иная контактная работа /ИКР/	8	0,35			
10.3	Консультация /Кнс/	8	2			
10.4	Экзамен /Экзамен/	8	44,65			

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Машинное обучение»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Барский А. Б.	Логические нейронные сети	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016, 492 с.	978-5-94774-646-4, http://www.iprbookshop.ru/52220.html
Л1.2	Сараев П. В.	Методы машинного обучения : методические указания и задания к лабораторным работам по курсу	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017, 48 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/83183.html
Л1.3	Ракитский А. А.	Методы машинного обучения : учебно-методическое пособие	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2018, 32 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/90591.html
Л1.4	Горожанина Е. И.	Нейронные сети : учебное пособие	Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017, 84 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/75391.html

6.1.2. Дополнительная литература				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Неделько В. М.	Основы статистических методов машинного обучения : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010, 72 с.	978-5-7782-1385-2, http://www.iprbookshop.ru/45418.html
Л2.2	Павлова А. И.	Информационные технологии: основные положения теории искусственных нейронных сетей : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017, 191 с.	978-5-7014-0801-0, http://www.iprbookshop.ru/87110.html

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Муратов Е.Р., Тарасов А.С.	Машинное обучение: метод. указ. к лаб. работам и практ. занятиям : Методические указания	Рязань: , 2020,	, https://elib.rsru.ru/ebs/download/2872

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: https://iprbookshop.ru/			
Э2	Воронцов К. В. Видеолекции курса «Машинное обучение» – URL: https://yandexdataschool.ru/education/courses/machine-learning			

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Apache OpenOffice	Свободный пакет офисных приложений. Лицензия Apache License 2.0
Операционная система Windows XP/Vista/7/8/10	Microsoft Imagine: Номер подписки 700102019, бессрочно
Система программирования Microsoft Visual Studio 2010	Коммерческая лицензия

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	209 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 14 компьютеров (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 48 мест, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска
2	210 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 12 компьютеров (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 44 места, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска

3	122 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 10 компьютеров (CPU AMD Phenom II X4 955, 4 ГБ ОЗУ) (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 56 мест, мультимедиа проектор, интерактивная доска, компьютер, специализированная мебель, доска
4	02/1-БИ бизнес-инкубатор. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 12 компьютеров (CPU Intel Core i5-3470, 8 ГБ ОЗУ) (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 64 мест, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «Машинное обучение»).

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Костров Борис Васильевич, Заведующий кафедрой ЭВМ	25.09.23 18:12 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Костров Борис Васильевич, Заведующий кафедрой ЭВМ	25.09.23 18:12 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО УР	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе	26.09.23 09:25 (MSK)	Простая подпись