

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Машинное обучение»

Направление подготовки 09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Профиль «Прикладная информатика в экономике»

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

 /Копытин А.В./

**Заведующий кафедрой
Информационных
технологий и
автоматизированного
проектирования в
строительстве**

 / Смольянинов А.В./

Руководитель ОПОП

 / Аснина Н.Г./

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

ДИСЦИПЛИНЫ 1.1. Цели дисциплины

Целью курса является ознакомление будущих специалистов в области Data Science с процессами, алгоритмы и инструментами, относящимися к основным принципам машинного обучения

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачи курса: сформировать теоретические знания по основам машинного обучения для построения формальных математических моделей и интерпретации результатов моделирования; выработать умения по практическому применению методов машинного обучения при решении прикладных задач в различных областях; выработать умения и навыки использования библиотек языка Python для разработки систем машинного обучения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Машинное обучение» относится к дисциплинам вариативной части блока ФТД.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Машинное обучение» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ПК-1 - Способен анализировать проблемные ситуации заинтересованных лиц и разрабатывать бизнес-требования к информационной системе.

ПК-2 - Способен ставить цели создания и разрабатывать концепции информационной системы

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач.
	УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.
	УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.
ПК-1	ПК-1.1 Знает: Методы анализа бизнес-процессов, проведения эффективных интервью. Теорию управления бизнес-процессами. Шаблоны оформления бизнес-требований
	ПК-1.2 Умеет: Проводить интервью и семинары. Изучать

	предметные области. Моделировать бизнес-процессы
	ПК-1.3 Владеет навыками: Изучения нормативной документации по предметной области системы, выявления, сбора и изучения материалов организаций – участников проекта, описывающих корпоративную архитектуру этих предприятий моделирования бизнес-процессов организации, оформление требований заинтересованных лиц в документе бизнес- требований
ПК-2	ПК-2.1 Знает: Методы концептуального проектирования
	ПК-2.2 Умеет: Разрабатывать технико-экономическое обоснование
	ПК-2.3 Владеет: навыками описания системного контекста и границ системы, определения ключевых свойств системы, выбора принципиальных вариантов концептуальной архитектуры системы

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Машинное обучение» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий **очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы	72	72
з.е.	2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в машинное обучение. Основные определения и постановки задач.	Основные этапы решения задачи анализа данных. Примеры прикладных задач. Виды обучения: с учителем, без учителя, с подкреплением.	6	6	12

		Основные типы задач: задача классификации, задача регрессии, задача кластеризации, задача прогнозирования, задача ранжирования. Основные проблемы машинного обучения: недостаточный объем обучающей выборки, пропуски в данных, переобучение			
2	Решение задачи регрессии	Метод наименьших квадратов. Измерение ошибки в задачах регрессии (σ^2 , $\hat{\sigma}^2$, A , R^2). Многомерная регрессия, проблема мультиколлинеарности. Регрессия, линейная по параметрам, полиномиальная регрессия. Решение проблемы переобучения: L1-регуляризация (Lasso), L2-Регуляризация (гребневая регрессия), эластичная сеть. Настройка гиперпараметров алгоритма с помощью n-кратной перекрестной проверки.	6	6	12
3	Решение задачи классификации.	Линейная модель классификации. Логистическая регрессия как линейный классификатор. Функция потерь (ошибок классификации). Логистическая функция потерь с учетом L2-регуляризации. Использование полиномиальных признаков для нелинейного разделения. Confusion matrix (матрица ошибок классификации). Метрики качества классификации: accuracy (доля правильных ответов), precision (точность), recall (полнота), F1-мера. AUC-ROC–площадь под кривой ошибок. Метрическая классификация - метод ближайших соседей (kNN). Использование наивной байесовской модели для классификации	6	6	12
4	Древовидные модели: деревья решений,	Этапы построения дерева решений, выбор критерия	6	6	12

	случайный лес	точности прогноза. типа ветвления. Метрики ветвления на основе прироста информации (алгоритм ID3), нормализованного прироста информации (алгоритм C4.5), индекса Джини (алгоритм CART). Правила разбиения. Механизм отсечения дерева. Критерии останова алгоритма (минимальное число объектов, при котором выполняется расщепление, минимальное число объектов в листьях, максимальная глубина деревьев. Переобучение решающих деревьев. Случайный лес. Обучение случайного леса. Достоинства и недостатки случайного леса			
5	Ансамбли моделей Бэггинг, бустинг, градиентный бустинг	Бэггинг, случайный лес как пример бэггинга. Бэггинг линейных классификаторов. Бустинг. Adaboost для ансамбля из простых деревьев (пней). Сравнение результатов бустинга для слабых и сильных моделей. Градиентный бустинг. Градиентный бустинг в задаче регрессии. Градиентный бустинг в задаче классификации. Градиентный бустинг над деревьями.	6	6	12
6	Анализ текстовых данных	Представление текстовых данных в виде «мешка слов». Стоп-слова. Масштабирование данных с помощью tf-idf. Модель «мешка слов» для последовательностей из нескольких слов (n-грамм) Продвинутой токенизации, стемминг и лемматизация Моделирование тем и кластеризация документов. Латентное размещение Дирихле	6	6	12
Итого			36	36	72

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Лабораторная работа №1 «Классификация данных»
2. Лабораторная работа №2 «Классификация методом "К-ближайших соседей"»

3. Лабораторная работа №3 «Линейная регрессия»
4. Лабораторная работа №4 «Деревья решений»
5. Лабораторная работа №5 «Метод случайного леса»

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите коллоквиума	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.	Решение задач, по оценке стоимости капитала. Выполнение лабораторной работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками;	Выполнение самостоятельной работы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	методами принятия решений.			
ПК-1	ПК-1.1 Знает: Методы анализа бизнес-процессов, проведения эффективных интервью. Теорию управления бизнес-процессами. Шаблоны оформления бизнес-требований	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите коллоквиума	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	ПК-1.2 Умеет: Проводить интервью и семинары. Изучать предметные области. Моделировать бизнес-процессы	Решение задач, по оценке стоимости капитала. Выполнение лабораторной работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	ПК-1.3 Владеет навыками: Изучения нормативной документации по предметной области системы, выявления, сбора и изучения материалов организаций – участников проекта, описывающих корпоративную архитектуру этих предприятий моделирования бизнес-процессов организации, оформление требований заинтересованных лиц в документе бизнес-требований	Выполнение самостоятельной работы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	ПК-2.1 Знает: Методы концептуального проектирования	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите коллоквиума	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	ПК-2.2 Умеет: Разрабатывать технико-экономическое обоснование	Решение задач, по оценке стоимости капитала. Выполнение лабораторной работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	ПК-2.3 Владеет: навыками описания системного контекста и границ системы, определения ключевых свойств системы, выбора принципиальных вариантов	Выполнение самостоятельной работы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	концептуальной архитектуры системы			
--	------------------------------------	--	--	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-1	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	ПК-1.1 Знает: Методы анализа бизнес-процессов, проведения эффективных интервью. Теорию управления бизнес-процессами. Шаблоны оформления бизнес-требований	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	ПК-1.2 Умеет: Проводить интервью и семинары. Изучать предметные области. Моделировать бизнес-процессы	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	ПК-1.3 Владеет навыками: Изучения нормативной документации по предметной области системы, выявления,	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	сбора и изучения материалов организаций – участников проекта, описывающих корпоративную архитектуру этих предприятий моделирования бизнес-процессов организации, оформление			
	требований заинтересованных лиц в документе бизнес-требований			
ПК-2	ПК-2.1 Знает: Методы концептуального проектирования	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	ПК-2.2 Умеет: Разрабатывать технико-экономическое обоснование	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	ПК-2.3 Владеет: навыками описания системного контекста и границ системы, определения ключевых свойств системы, выбора принципиальных вариантов концептуальной архитектуры системы	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

Тестовые задания

Тест № 1

Задание 1:

Что такое линейная регрессия?

Вариант 1 ☐ это функциональная зависимость, которая позволяет прогнозировать изменения непрерывных числовых параметров;

Вариант 2 ☐ модель зависимости непрерывной переменной y от объясняющих ее факторов, в которой функция зависимости является линейной

Вариант 3 ☐ модель зависимости дискретной переменной y от объясняющих ее факторов, в которой функция зависимости является линейной

Задание 2:

Основная характеристика задачи бинарной классификации: Вариант 1 ☐ классификация осуществляется по одному признаку Вариант 2 ☐

зависимая переменная может принимать только два значения Вариант 3

☐ классификация осуществляется по двум признакам

Задание 3:

Классификация относится к стратегии:

Вариант 1 обучения без учителя

Вариант 2 обучения с учителем

Вариант 3 оба ответа неверны

Задание 4:

Какое выражение прибавляется к функции ошибок про L_2 регуляризации?

Вариант 1

Вариант 2

Вариант 3

Задание 5:

Явление переобучения характеризуется ...

Вариант 1 ☐ чрезмерно точным соответствием модели конкретному набору обучающих примеров, при котором модель теряет способность к обобщению

Вариант 2 ☐ возникновением, в случае слишком долгого обучения, недостаточного числа обучающих примеров или слишком сложной структуры модели

Вариант 3 ☐ возникновением, в случае слишком долгого обучения, слишком сложной структуры модели

Задание 6:

Задача классификации сводится к ...

Вариант 1 ☐ нахождению частых зависимостей между объектами или событиями;

Вариант 2 ☐ определению класса объекта по его характеристикам;

Вариант 3 ☐ определению по известным характеристикам объекта значение некоторого его параметра;

Вариант 4 ☐ поиску независимых групп и их характеристик в всем множестве анализируемых данных.

Задание 7:

Множество примеров, используемое для конструирования модели, называется...

Вариант 1 ☐ обучающим множеством

Вариант 2 тестовым множеством

Вариант 3 валидационным множеством

Задание 8:

Дана матрица ошибок алгоритма классификации. Вычислите precision

	y= y=0	
	1	
	15	10
	5	20

Вариант 1 ☐ 0.7

Вариант 2 ☐ 0,6

Вариант 3 ☐ 0,75

Задание9:

В задаче определения спама recall - это...

Вариант 1 ☐ доля спама среди писем, распознанных алгоритмом как спам

Вариант 2 ☐ доля не спама среди писем, распознанных алгоритмом как спам

Вариант 3 ☐ доля писем, распознанных алгоритмом как спам, среди спама

Вариант 4 ☐ доля писем, распознанных алгоритмом как не спам, среди спама

Задание10:

Какие функции ошибок используются в задачах регрессии?

Вариант 1 ☐

Вариант 2 ☐

Вариант 3 ☐

Вариант 4 ☐ —

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Перечень заданий для лабораторных работ

работа № 1 (по теме линейная регрессия)

- 1) Разбейте предоставленный Вам преподавателем набор данных на обучающую и тестовую части в соотношении 8:2.
- 2) Обучите, а затем провалидируйте на тестовых данных следующие модели, используя в качестве метрики качества R^2 , предварительно отмасштабировав данные
 - LinearRegression;
 - Lasso с коэффициентом регуляризации, равным 0.01.
- 3) Проанализируйте качество получившихся моделей и сравните количество строго нулевых весов в них.

работа № 2 (по теме логистическая регрессия)

- 1) Разбейте предоставленный Вам преподавателем набор данных на обучающую и тестовую части в соотношении 8:2.
- 2) Проведите предобработку данных: заполнение пропусков, кодирование, масштабирование
- 3). Обучите, а затем провалидируйте на тестовых данных модель логистической регрессии
- 4) Вычислите значения метрик: recall, precision, F1-мера, AUC-ROC. Постройте ROC-кривую.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Ввод и визуализация одномерных данных в R. Гистограмма, «ящик с усами», их свойства, примеры применения
2. Ввод и визуализация двумерных данных в R. Облако точек, его свойства. Облако слов. Примеры применения.

3. Интерактивная визуализация данных в R. Библиотека Highcharter.
Примеры использования
4. Визуализация сетей в виде графов в R. Примеры.
5. Построения с использованием географических карт в R. Примеры
6. Многомерная визуализация в R. Примеры
7. Изменение формата графика в R: масштабирование, агрегирование, иерархия, фильтрация
8. Основные классы задач анализа данных и машинного обучения.
Примеры.
9. Задача классификации: постановка, обзор методов решения, примеры.
10. Задача кластеризации: постановка, решение, примеры.
11. Линейный регрессионный анализ: постановка задачи, решение, примеры.
12. Метод LASSO для выбора переменных в множественной регрессионной модели
13. Однофакторная логистическая регрессия: модель, область применения, вычислительные аспекты
14. Экспоненциальная регрессия: модель, область применения, вычислительные аспекты
15. Множественная логистическая регрессия: модель, область применения, вычислительные аспекты
16. Средства оценки качества решения задачи классификации.
17. ROC-кривые: основные понятия, построение в R, практическое применение
18. Нейронные сети и искусственный интеллект: основные понятия
19. Обучение нейронных сетей
20. Перцептроны и многослойная архитектура

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в машинное обучение. Основные определения и постановки задач.	УК-1, ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Решение задачи регрессии	УК-1, ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Решение задачи классификации.	УК-1, ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Древовидные модели: деревья решений, случайный лес	УК-1, ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Ансамбли моделей Бэггинг, бустинг, градиентный бустинг	УК-1, ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Анализ текстовых данных	УК-1, ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на

бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Источник
1	Рашка, С. Python и машинное обучение: [Электронный ресурс] : руководство / С. Рашка ; пер. с англ. Логунова А.В.. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/100905
2	Коэльо, Л.П. Построение систем машинного обучения на языке Python [Электронный ресурс] / Л.П. Коэльо, В. Ричарт ; пер. с англ. Слинкин А. А.. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 302 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/82818
3	Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных [Электронный ресурс] / П. Флах. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 400 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/69955
4	Плас Дж. Вандер Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. — СПб.: Питер, 2018. — 576 с.
5	Силен Дэви, Мейсман Арно, Али Мохамед. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных. -СПб.: Питер, 2017. -336 с.
6	Бринк Х., Ричардс Д., Феверолф М. Машинное обучение. -СПб.: Питер, 2017. -336 с.:
7	Шарден, Б. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. Шарден, Л. Массарон, А. Боскетти ; пер. с англ. А. В. Логунова. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 358 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/10583
8	Вьюгин, В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Вьюгин. — Электрон. дан. — Москва : МЦНМО, 2013. — 304 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/56397
9	Кук, Д. Машинное обучение с использованием библиотеки H2O [Электронный ресурс] / Д. Кук ; пер. с англ. Огурцова А.Б.. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 250 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/97353

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

№ п/п	Ресурс
10	А.Мюллер, С.Гвидо - Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными – 2017 электронный ресурс свободного доступа: https://owlweb.ru/wp-content/uploads/2017/06/a.myuller-s.gvido-vvedenie-v-mashinnoe-obuchenie-s-pomoshhyu-python.-rukovodstvo-dlya-specialistov-po-rabote-s-dannymi-2017.compressed-1.pdf
11.	Машинное обучение (курс лекций, К.В.Воронцов) http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное обучение
12	(курс лекций, К.В.Воронцов) https://www.kaggle.com/ - онлайн платформа для проектов в области науки о данных
13	UCI Machine Learning Repository — репозиторий наборов данных для машинного обучения - http://archive.ics.uci.edu/ml/
14	Ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных. - http://machinelearning.ru
15	Открытый курс машинного обучения https://habr.com/company/ods/blog/322626/

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Лекционная аудитория должна быть оснащенной современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала на настенный экран. Практические и лабораторные занятия должны проводиться в специализированной аудитории, оснащенной современными персональными компьютерами и программным обеспечением в соответствии с тематикой изучаемого материала - Python 3 с подключенными библиотеками (дистрибутив Anaconda)

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Машинное обучение» .

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета _____. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.