



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП


— Е.Б. Гаффорова —

«Утверждаю»

Директор Академии цифровой
трансформации ИМКТ ДВФУ


.Н. Яшина

«15» декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы машинного обучения

Направление подготовки 38.04.02 «Менеджмент»

(Создание и развитие высокотехнологичного бизнеса (совместно с ПАО Сбербанк))

Форма подготовки очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 38.04.02 Менеджмент утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12 августа 2020 г. №952 (с изменениями и дополнениями).

Рабочая программа обсуждена на заседании Академии цифровой трансформации ИМКТ ДВФУ, протокол № 6.1а от «15» декабря 2022г.

И.о. директора Академии цифровой трансформации ИМКТ ДВФУ к.т.н. А.С. Еременко

Составитель (ли): доцент Академии цифровой трансформации Загуменнов А.А.

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Академии цифровой трансформации ИМКТ ДВФУ и утверждена на заседании Департамента менеджмента и предпринимательства, протокол от «_» 20_ г. № _____
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Академии цифровой трансформации ИМКТ ДВФУ и утверждена на заседании Департамента менеджмента и предпринимательства, протокол от «_» 20_ г. № _____
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Академии цифровой трансформации ИМКТ ДВФУ и утверждена на заседании Департамента менеджмента и предпринимательства, протокол от «_» 20_ г. № _____
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Академии цифровой трансформации ИМКТ ДВФУ и утверждена на заседании Департамента менеджмента и предпринимательства, протокол от «_» 20_ г. № _____
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Академии цифровой трансформации ИМКТ ДВФУ и утверждена на заседании Департамента менеджмента и предпринимательства, протокол от «_» 20_ г. № _____

I. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель – изучение основных разделов теории машинного обучения (Machine Learning) и овладение навыками практического решения задач интеллектуального анализа данных - майнинга данных (Data Mining).

Задачи:

- Изучить основные инструменты математического анализа, линейной алгебры, методов оптимизации и теории вероятностей;
- Получить базовые навыки программирования на языках C++ и Python применительно к работе с большими объемами данных;
- Изучить основные модели машинного обучения и методики оценки их качества;
- Изучить основные способы организации искусственных нейронных сетей;
- Овладеть методологией управления data-science проектами;
- Научиться строить модели машинного обучения для решения профессиональных задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- современное состояние исследований в области машинного обучения;
- принципы построения систем машинного обучения;
- модели представления и описания технологий машинного обучения.

Уметь:

- проводить анализ предметной области;
- определять назначение, выбирать методы и средства для построения систем машинного обучения;
- строить системы машинного обучения.

Иметь навыки и (или) опыт деятельности (владеть):

- использования аппарата простейшего анализ данных;
- применения методов классификации информации;
- реализации алгоритмов машинного обучения.

Связь курса с другими дисциплинами

Для успешного изучения дисциплины «Методы машинного обучения» необходимы знания базовой программы курса «Высшая математика» и основ программирования (желательно Python).

Язык реализации: русский.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана, и является дисциплиной по выбору.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Информационно-аналитический	ПК -1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи при работе с данными. В том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов	ПК 1.2 - Обладает достаточными знаниями и навыками для решения прикладных производственных задач в области анализа и интеллектуальной обработки данных	<i>Знает</i> математические, естественно-научные и технические методы для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта. <i>Умеет</i> адаптировать существующие математические, естественно-научные и социально-экономические методы для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта. <i>Владеет</i> методами обоснования выбора подходящих моделей и методов при выполнении исследований
	ПК-2 Способен эффективно использовать организационно-управленческие знания при выполнении технологических проектов	ПК 2.2 Знает методы создания моделей машинного обучения и продуктов на основе искусственного интеллекта в технологических проектах	<i>Знает</i> пакеты прикладных программ, относящиеся к профессиональной сфере <i>Умеет</i> разрабатывать оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных компьютерных технологий <i>Владеет</i> методами проектирования и программирования интеллектуальных технологий

II. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы 108 академических часа, в том числе 36 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (36 академических часов занятий практического типа), и 72 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	не предусмотрены
Пр	Практические занятия
СР:	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
в том числе контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

III. Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Контроль из часов на СР	Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		
1	Тема 1.	2			6		12	Экзамен	
2	Тема 2.	2			6		12		
3	Тема 3.	2			6		12		
4	Тема 4.	2			6		12		
5	Тема 5.	2			6		12		
6	Тема 6.	2			6		12		
	Итого:				36		72		

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции не предусмотрены

V. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Занятие 1. Работа с текстом (6 час.)

Задачи обработки текста: извлечение, поиск, классификация (тематическая, эмоциональная), перевод. Разбиение на слова, пунктуация, лексический и морфологический анализ. Определение частей речи, имён, основ слов. Частотный анализ, представление bag-of-words, TF-IDF и его варианты. N-граммы, byte-pair encoding. Векторные представления, семантическая интерпретация алгебраических операций. Унитарный код (One-hot encoding). Алгоритмы Word2Vec и FastText. Алгоритм GloVe*.

Занятие 2. Снижение размерности (6 час.)

Постановка задачи, причины и цели снижения размерности. Выбор и извлечение признаков. Подходы к выбору признаков: filtering, wrapping,

embedding. Расстояние между распределениями. Расстояние Кульбака-Лейблера. Взаимная информация. Алгоритмы выбора признаков: на основе корреляции (CFS), взаимной информации, Relief. Метод главных компонент (PCA). Нелинейные обобщения метода главных компонент. Kernel PCA. Неотрицательное матричное разложение (NMF). Стохастическое вложение соседей с t-распределением (t-SNE).

Занятие 3. Метод опорных векторов (6 час.)

Постановка задачи линейного SVM для линейно разделимой выборки. Задача оптимизации с ограничениями. Двойственная задача Лагранжа. Условия Каруша-Куна-Такера. Функция Лагранжа для линейного SVM. Опорный вектор. Типы опорных векторов. Kernel trick. Полиномиальное ядро. Радиально-базисное ядро (RBF). SVM для задачи регрессии.

Занятие 4. Работа с изображениями (6 час.)

Сверточные фильтры, непрерывное и дискретное определение свёртки. Сглаживающие фильтры. Фильтр Гаусса. Дифференцирующие фильтры: Roberts cross, Sobel, Prewitt, Scharr.

Занятие 5. Поиск границ (6 час.)

Алгоритм Кенни (Canny). Адаптивное сглаживание. Определение порога методом Отцу (Otsu).

Занятие 6. Оптимизация (6 час.)

Оптимизация с учётом направления градиента. Преобразование Nough. Обобщения на многопараметрический и многомерный случай. Извлечение признаков. Признаки Хаара (Haar).

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Для текущей аттестации при изучении дисциплины «Методы машинного обучения» используются следующие оценочные средства:

№ п/п	Контролируемые разделы/ темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование*	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Темы 1-6	ПК 1.2 - Обладает достаточными знаниями и навыками для решения прикладных производственных задач в области анализа и	<i>Знает</i> математические, естественно-научные и технические методы для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта. <i>Умеет</i> адаптировать существующие математические, естественно-научные и	Работа на практическом занятии; УО-1, ПР-2, ПР-13	Устный опрос, Экзамен

		области анализа и интеллектуальной обработки данных	социально-экономические методы для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта. <i>Владеет</i> методами обоснования выбора подходящих моделей и методов при выполнении исследований		
2.	Темы 1-6	ПК 2.2 Знает методы создания моделей машинного обучения и продуктов на основе искусственного интеллекта в технологических проектах	<i>Знает</i> пакеты прикладных программ, относящиеся к профессиональной сфере <i>Умеет</i> разрабатывать оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных компьютерных технологий <i>Владеет</i> методами проектирования и программирования интеллектуальных технологий	Работа на практическом занятии; УО-1, ПР-2, ПР-13	Устный опрос, Экзамен

*Рекомендуемые формы оценочных средств:

- 1) собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2); доклад, сообщение (УО-3); круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); и т.д.
- 2) тесты (ПР-1); контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5); лабораторная работа (ПР-6); конспект (ПР-7); портфолио (ПР-8); проект (ПР-9); деловая и/или ролевая игра (ПР-10); кейс-задача (ПР-11); рабочая тетрадь (ПР-12); разноуровневые задачи и задания (ПР-13); расчетно – графическая работа (ПР-14); творческое задание (ПР-15) и т.д.
- 3) тренажер (ТС-1) и т.д.

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в ФОС.

VII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию:

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	3 неделя 1 семестра	Индивидуальное задание. Работа с текстом	3 недели	Проверка программы
2.	9 неделя 1 семестра	Индивидуальное задание. Сниженности	3 недели	Проверка программы
3.	12 неделя 1 семестра	Индивидуальное задание. Метод опорных векторов	3 недели	Проверка программы

4.	2 неделя 2 семестра	Индивидуальное задание. Работа с изображениями	4 недели	Проверка программы
5.	10 неделя 2 семестра	Индивидуальное задание. Поиск границ	4 недели	Проверка программы
6.	15 неделя 2 семестра	Индивидуальное задание. Оптимизация	3 недели	Проверка программы
7.	16-19 неделя	Подготовка к экзамену	-	Экзамен

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки индивидуального задания, а также подготовки к тестированию и практическим занятиям, подготовки презентаций и докладов по заданным темам.

Преподаватель даёт каждому студенту индивидуальные и дифференцированные задания. Некоторые из них могут осуществляться в группе (например, подготовка доклада и презентации по одной теме могут делать несколько студентов с разделением своих обязанностей – один готовит научно-теоретическую часть, а второй проводит анализ практики).

Типовые индивидуальные задания:

1. Задача А. Градиентный спуск

Входной файл: Стандартный вход – Ограничение времени: 1 сек

Выходной файл: Стандартный выход – Ограничение памяти: 512 Мб

Условие: требуется реализовать класс на языке Python, который соответствует следующему интерфейсу:

```
class GradientOptimizer:
def __init__(self, oracle, x0):
self.oracle = oracle
self.x0 = x0
```

```
def optimize(self, iterations, eps, alpha):
pass
```

В конструктор принимаются два аргумента – оракул, с помощью которого можно получить градиент оптимизируемой функции, а также точку, с которой необходимо начать градиентный спуск.

Метод `optimize` принимает максимальное число итераций для критерия остановки, L2-норму градиента, которую можно считать оптимальной, а также `learning rate`. Метод возвращает оптимальную точку.

Оракул имеет следующий интерфейс:

```
class Oracle:
def get_func(self, x)
def get_grad(self, x)
```

`x` имеет тип `np.array` вещественных чисел.

Формат выходных данных: код должен содержать только класс и его реализацию. Он не должен ничего выводить на экран.

2. Задача В. Линейная регрессия. Основы

Входной файл: Стандартный вход – Ограничение времени: 1 сек

Выходной файл: Стандартный выход – Ограничение памяти: 512 Мб

Условие: требуется реализовать следующие функции на языке Python.

```
def linear_func(theta, x)                # function value
def linear_func_all(theta, X)            # 1-d np.array of function values of all
                                         rows of the matrix X
def mean_squared_error(theta, X, y)     # MSE value of current regression
def grad_mean_squared_error(theta, X, y) # 1-d array of gradient by theta
```

theta – одномерный np.array

x – одномерный np.array

X – двумерный np.array. Каждая строка соответствует по размерности вектору theta

y – реальные значения предсказываемой величины

Матрица XX имеет размер M×NM×N. MM строк и NN столбцов.

Используется линейная функция вида:

$$h\theta(x)=\theta_1x_1+\theta_2x_2+\dots+\theta_nx_n$$

Mean squared error (MSE) как функция от θ :

$$J(\theta)=\frac{1}{M}\sum_{i=1}^M(y_i-h\theta(x(i)))^2$$

Где $x(i)$ — ii-я строка матрицы XX

Градиент функции MSE:

$$\nabla J(\theta)=\{\partial J/\partial\theta_1, \partial J/\partial\theta_2, \dots, \partial J/\partial\theta_N\}$$

Пример:

```
X = np.array([[1,2],[3,4],[4,5]])
```

```
theta = np.array([5, 6])
```

```
y = np.array([1, 2, 1])
```

```
linear_func_all(theta, X) # —> array([17, 39, 50])
```

```
mean_squared_error(theta, X, y) # —> 1342.0
```

```
grad_mean_squared_error(theta, X, y) # —> array([215.33333333, 283.33333333])
```

Формат выходных данных: код должен содержать только реализацию функций.

3. Задача С. Найти линейную регрессию

Входной файл: Стандартный вход – Ограничение времени: 10 сек

Выходной файл: Стандартный выход – Ограничение памяти: 512 Мб

Условие: требуется реализовать функцию на языке Python, которая находит линейную регрессию заданных векторов, используя метрику MSE.

```
def fit_linear_regression(X, y)          # np.array of linear regression coeffs
```

X – двумерный np.array. Каждая строка соответствует отдельному примеру.

y – реальные значения предсказываемой величины

Формат выходных данных: код должен содержать только реализацию функций.

4. Задача D. Логистическая регрессия. Основы

Входной файл: Стандартный вход – Ограничение времени: 1 сек

Выходной файл: Стандартный выход – Ограничение памяти: 512 Мб

Условие: требуется реализовать следующие функции на языке Python.

```
def logistic_func(theta, x)                # function value
def logistic_func_all(theta, X)           # 1-d np.array of function values of all
                                          rows of the matrix X
def cross_entropy_loss(theta, X, y)      # cross entropy loss value of current
                                          regression
def grad_cross_entropy_loss(theta, X, y)  # 1-d array of gradient by theta
```

theta – одномерный np.array

x – одномерный np.array

X – двумерный np.array. Каждая строка соответствует по размерности вектору theta

y – реальные значения предсказываемой величины

Матрица XX имеет размер M×NM×N. MM строк и NN столбцов.

Используется линейная функция вида:

$$h\theta(x)=\theta_1x_1+\theta_2x_2+\dots+\theta_nx_n$$

Формат выходных данных: код должен содержать только реализацию функций.

5. Задача В. Найти логистическую регрессию

Входной файл: Стандартный вход – Ограничение времени: 10 сек

Выходной файл: Стандартный выход – Ограничение памяти: 512 Мб

Условие: требуется реализовать функцию на языке Python, которая находит логистическую регрессию заданных векторов, используя метрику cross entropy loss.

```
def fit_logistic_regression(X, y)         # np.array of logistic regression coefs
```

X – двумерный np.array. Каждая строка соответствует отдельному примеру.

y – реальные значения предсказываемой величины

Формат выходных данных: код должен содержать только реализацию функций.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

– Подготовка к тестированию

Студентам предлагается самостоятельно подготовиться к тестированию. При подготовке необходимо использовать конспект лекций, презентации лекций, которые передаются преподавателем студентам, рекомендуемую литературу.

Самостоятельная работа по подготовке к тестированию считается выполненной и зачтённой в случае более 70% правильных ответов на вопросы тестов (10-6 баллов).

– Подготовка к практическим занятиям

Студентам предлагается самостоятельно подготовиться к выполнению практических занятий. Для этого студент должен проработать теоретическую основу практической работы и методику её выполнения. Самостоятельная работа для подготовки к практическому занятию считается выполненной и зачтённой в случае аргументированного обоснования результата практической работы при её защите. Каждое практическое или контрольное задание включает краткие методические указания, задания для решения, контрольные вопросы для подготовки и защиты. По основным разделам приведены тесты. При выполнении сложных самостоятельных заданий приведены примеры выполнения. Студенты могут скачать пособие на сайте ДВФУ.

– Подготовка к докладам и презентациям

Презентации к докладам должны быть выполнены в программе PowerPoint. Первый слайд обязательно содержит выходные сведения: ФИО автора, ФИО руководителя, название профильной кафедры, тему доклада, год, мест создания, все слайды (кроме титульного) должны быть пронумерованы.

Последовательность подготовки презентации:

1. Чётко сформулировать цель презентации: вы хотите свою аудиторию мотивировать, убедить, заразить какой-то идеей или просто формально отчитаться.

2. Определить каков будет формат презентации: живое выступление (тогда, сколько будет его продолжительность) или электронная рассылка (каков будет контекст презентации).

3. Отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку представления.

4. Определить ключевые моменты в содержании текста и выделить их.

5. Определить виды визуализации (картинки) для отображения их на слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой материала.

6. Подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер).

7. Проверить визуальное восприятие презентации.

– Подготовка к экзамену

Студент должен самостоятельно проработать информацию, используя все лекции, глоссарий, рекомендованную учебно-методическую литературу и

информацию из иных источников для ответов по контрольным вопросам к экзамену.

Рекомендуется регулярное посещение всех учебных занятий в течение всего семестра: лекций, консультаций и прочее, а также активное изучение рекомендованной литературы, и выполнение в установленные сроки всех индивидуальных заданий.

При ответе на каждый вопрос экзамена студент должен продемонстрировать знание определения указанного понятия, связанных с ним особенностей реализации и применения, умение реализовать указанную операцию, а также навыки иллюстрации теоретических принципов на предложенных простых примерах.

Итоговая оценка выставляется с использованием системы «Рейтинг» ДВФУ по текущей успеваемости.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов.

В течение каждого семестра студентам последовательно выдается набор практических работ, каждая из которых имеет вес от 10% до 20%. Во втором семестре также предлагается для выполнения набор дополнительных практических заданий, каждое из которых имеет вес от 10% до 15%.

Посещаемость занятий имеет вес 2%.

Для получения экзамена в 1 и 2 семестре необходимо набрать не менее 60%. Критерии оценки:

86 % и более – «отлично»;

71-85 % – «хорошо»;

56-70 % – «удовлетворительно»;

55 % и менее – «неудовлетворительно».

VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Анализ данных / В.С. Мхитарян и др. – М: Издательство Юрайт, 2019. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://biblio-online.ru/bcode/432178>
2. Маккинни, У. Python и анализ данных / У. Маккинни; перевод с английского А. А. Слинкина. – 2-ое изд., испр. и доп. – Москва : ДМК Пресс, 2020. – 540 с. – ISBN 978-5-97060-590-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/131721>

3. 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/105836>. – Загл. с экрана.
4. 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>. – Загл. с экрана.
5. 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>. — Загл. с экрана.
6. 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>. — Загл. с экрана.
7. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения [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>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература
(печатные и электронные издания)

1. SPSS 19: профессиональный статистический анализ данных : [практическое руководство] / А. Наследов. - Санкт-Петербург : Питер, 2011. - 399 с.
2. Макаров, А.А. Анализ данных на компьютере / Макаров А.А., Тюрин Ю.Н. – М.: МЦНМО, 2016.
3. Шитиков, В.К. Классификация, регрессия, алгоритмы Data Mining с использованием R [Электронный ресурс] / Шитиков В. К., Мاستицкий С. Э. – URL: <https://github.com/ranalytics/data-mining> (дата обращения: 19.01.2020), <https://ranalytics.github.io/data-mining/index.html> (дата обращения: 19.01.2020).

4. MachineLearning: профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.machinelearning.ru> (дата обращения: 19.01.2020).
5. Каталог визуализации данных. [Электронный ресурс]. – URL: <https://datavizcatalogue.com/RU/index.html> (дата обращения: 19.01.2020).
6. Машинное обучение и анализ данных [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.coursera.org/specializations/machine-learning-data-analysis> (дата обращения: 19.01.2020).
7. Математика и Python для анализа данных [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.coursera.org/learn/mathematics-and-python?specialization=machine-learning-data-analysis#syllabus> (дата обращения: 19.01.2020).
8. Анализ данных на Python [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pvsm.ru/python/310645> (дата обращения: 19.01.2020).
9. Анализ данных на Python в примерах и задачах [Электронный ресурс]. – URL: <https://compscicenter.ru/courses/data-mining-python/2018-spring/classes/>
10. Крылов С.В. Основы интеллектуального анализа данных. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2015.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотека и базы данных ДВФУ. <http://dvfu.ru/web/library/elib>
2. Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>
3. Электронно-библиотечная система «Научно-издательского центра ИНФРА-М» <http://znanium.com>
4. Электронно-библиотечная система БиблиоТех. <http://www.bibliotech.ru>
5. Электронный каталог научной библиотеки ДВФУ. <http://ini-fb.dvfu.ru:8000/cgi-bin/gw/chameleon>
6. Научная библиотека КиберЛенинка

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется свободно распространяемое программное обеспечение MS Excel, GNU R, Python, а также автоматическая тестирующая система CATS ДВФУ <https://imcs.dvfu.ru/cats/>.

IX. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной формой работы при изучении дисциплины являются практические занятия.

При организации учебной деятельности на практических занятиях широко используются как традиционные, так и современные электронные носители информации, а также возможности информационных и коммуникационных образовательных технологий.

Цели практических занятий:

- создать условия для углубления и систематизации знаний по дисциплине;
- научить студентов использовать полученные знания для решения задач профессионального характера.

Практические занятия проводятся в учебной группе.

Со стороны преподавателя студентам оказывается помощь в формировании навыков работы с литературой, анализа литературных источников.

Следует учитывать, что основной объем информации студент должен усвоить в ходе систематической самостоятельной работы с материалами, размещенными как на электронных, так и на традиционных носителях.

Для углубленного изучения материала курса дисциплины рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу.

Литературные источники доступны обучаемым в научной библиотеке (НБ) ДВФУ, а также в электронных библиотечных системах (ЭБС), с доступом по гиперссылкам — ЭБС издательства "Лань" (<http://e.lanbook.com/>), ЭБС Znanium.com НИЦ "ИНФРА-М" (<http://znanium.com/>), ЭБС IPRbooks (<http://iprbookshop.ru/>) и другие ЭБС, используемые в ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>

Формами текущего контроля результатов работы студентов по дисциплине являются собеседование (опрос, работа на практических занятиях), выполнение лабораторной работы, выполнение практической работы.

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в форме экзамена в конце 2 семестра.

X. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ДВФУ располагает соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет.

Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием. Материальная база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения.
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D 733,733а.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 13)</p> <p>Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт.</p> <p>Доска аудиторная,</p> <p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK с лицензионными программами Microsoft Office 2013(13 шт.) и аудиовизуальными средствами проектор Panasonic DLPPjectorPT-D2110XE</p>	<p>1С Предприятия8 (8.2), 7-Zip, ABBYY Lingvo12,Alice 3, Anaconda3,Autodesk,CodeBlocks,CorelDRAW X7,Dia,Directum4.8,DosBox-0.74,Farmanager,Firebird 2.5,FlameRobin,Foxit Reader,Free Pascal,Geany,Ghostscript,Git,Greenfoot,gsview,Inscapе0.91,Java,Java development Kit,Kaspersky,Lazarus,LibreOffice4.4,MatLab R2017b,Maxima 5.37.2,Microsoft Expression,Microsoft Office 2013,Microsoft Silverlight,Microsoft Silverlight 5SDK-русский,MicrosoftSystem Center,Microsoft Visual Studio 2012,MikTeX2.9,MySQL,NetBeans,Notepad++,Oracle VM VirtualBox,PascalABC.NET,PostgreSQL 9.4,PTC Mathcad,Putty,PyQt GPL v5.4.1 for Pythonv 3.4,Python2.7(3.4,3.6),QGIS Brighton,RStudio,SAM CoDeC Pack,SharePoint,Strawberry Perl,Tecnomatix,TeXnicCenter,TortoiseSVN,Unity2017.3.1f1,Veusz,Vim8.1,Visual Paradigm CE,Visual Studio2013,Windows Kits,Windows Phone SDK8.1,Xilinx Design ToolsAcrobat ReaderDC,AdobeBridge CS3,AdobeDeviceCentralCS3,Adobe ExtendScript Toolkit 2,Adobe Photoshpe CS3,DVD-студия Windows,GoogleChrome,Internet Explorer,ITMOproctor,Mozilla Firefox, Visual Studio Installer,Windows Media Center, WinSCP,</p>

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы

пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.