

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
Институт информационных технологий и автоматизированных систем управления

КАФЕДРА АСУ

СОГЛАСОВАНО:

Начальник Учебно-методического
управления
_____ А.А. Волков

« ____ » _____ 2020 г.

ПРИНЯТА:

на заседании Ученого совета института ИТАСУ
_____ С.В. Солодов

« ____ » _____ 2020 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
(повышение квалификации)

Машинное обучение

Автор курса:

Фомичева Ольга Евгеньевна,
к.т.н., доцент кафедры АСУ ИТАСУ

Москва, 2020

Раздел 1 Характеристика программы

1.1 Цель реализации программы: совершенствование профессиональных компетенций обучающихся в области машинного обучения.

Совершенствуемые компетенции

№ п/п	Компетенции	Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
		Бакалавриат
		Код компетенции
1.	Способен организовывать совместную и индивидуальную учебную и воспитательную деятельность обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями, в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов	ОПК - 3
2.	Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	ОПК-8

1.2 Планируемые результаты обучения

№ п/п	Уметь – знать	Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
		Бакалавриат
		Код компетенции
1.	<p>Уметь: анализировать реальные жизненные ситуации с точки зрения применения соответствующих моделей и основных алгоритмов машинного обучения.</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные методы, алгоритмы машинного обучения и условия их применимости. • метод машинного обучения по прецедентам. • формальную модель машинного обучения. • структуру аналитической платформы Deductor (Loginom) особенности работы с ней. • стратегию анализа реальных жизненных ситуаций с точки зрения применения соответствующих моделей и основных алгоритмов машинного обучения. 	ОПК – 8
2.	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работать с аналитической платформой Deductor (Loginom). • разрабатывать сценарии, реализующие алгоритмы машинного обучения в аналитической платформе Deductor (Loginom). <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • особенности работы с аналитической платформой Deductor (Loginom) • алгоритм разработки сценариев, реализующих алгоритмы машинного обучения в аналитической платформе Deductor (Loginom) 	ОПК – 8
3.	Уметь:	ОПК – 8

	<p>классифицировать объекты на основании метрических методов машинного обучения</p> <p>Знать: метрические методы машинного обучения</p>	
4.	<p>Уметь: кластеризировать объекты на основании EM-алгоритма как представителя байесовского метода машинного обучения</p> <p>Знать: байесовские методы машинного обучения</p>	ОПК – 8
5.	<p>Уметь: решать практические бизнес задачи на основе применения метода логистической регрессии и метода опорных векторов</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • линейные методы машинного обучения; • особенности методов логистической регрессии и опорных векторов; • стратегии решения практических бизнес задач на основе применения метода логистической регрессии и метода опорных векторов. 	ОПК – 8
6.	<p>Уметь: решать практические бизнес-задачи с применением стратегии решающих деревьев.</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • виды и особенности решающих деревьев как логических схем нелинейных зависимостей произвольной сложности; • алгоритмы построения решающих деревьев; • технологию решения практических бизнес задач на основе применения стратегии построения решающих деревьев. 	ОПК – 8
7.	<p>Уметь: решать практические бизнес-задачи на базе карт Кохонена, с применением нейронных сетей в Deductor (Loginom).</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • особенности сети Кохонена с позиции визуализации, кластеризации данных; • понятие «искусственные нейронные сети» их виды и особенности использования; • стратегии решения практических бизнес задач на основе применения карт Кохонена, нейронных сетей в Deductor (Loginom). 	ОПК – 8
8	<p>Уметь: Проектировать учебные занятия по разделам машинного обучения с позиции организации активной деятельности учащихся</p> <p>Знать: Стратегию проектирования учебных занятий по разделам машинного обучения с позиции организации активной деятельности учащихся</p>	ОПК – 3 ОПК – 8

1.3 Категория обучающихся. Уровень образования – высшее образование, область профессиональной деятельности – обучение информатике на уровне среднего общего образования в общеобразовательной организации.

1.4 Форма обучения – очная.

1.5 Трудоемкость программы –72 часа.

Раздел 2 Содержание программы

2.1 Учебный (тематический) план

п/п	Наименование разделов и тем	Аудиторные учебные занятия, учебные работы				Внеаудиторная работа	Формы контроля	Трудоемкость
		Всего ауд. Часов	Лекции	Лаб. раб.	Практ. раб.	С/р		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Основы машинного обучения	13	5	4	4	4		17
1.1	Задачи машинного обучения по прецедентам	2	2			2		4
1.2	Формальная модель машинного обучения	6	2		4			6
1.3	Основы анализа данных в аналитической платформе Deductor (Loginom)	5	1	4		2	Отчет №1, Отчет №2	7
2	Раздел 2. Основные алгоритмы решения задач классификации и восстановления регрессии	28	8	16	4	7		35
2.1	Метрические методы машинного обучения	6	2	4		2	Отчет №3	8
2.2	Байесовские методы машинного обучения	6	2	4		2	Отчет №4	8
2.3	Линейные методы машинного обучения и их обобщения	6	2	4		1	Отчет №5	7
2.4	Решающие деревья	10	2	4	4	2	Отчет №6	12
3	Раздел 3. Избранные методы машинного обучения	16	5	6	5	4		20
3.1	Визуализация и кластеризация	4	2	2		2	Отчет №7	6

3.2	Искусственные нейронные сети	6	2	4		2	Отчет №8	8
3.3	Разработка учебного занятия по разделам машинного обучения	6	1			5	Проект №1	6
4.	Итоговая аттестация						Зачет по совокупности выполненных на положительную оценку работ	
Итого		57	18	26		13	15	72

2.2 Учебная программа

№ п/п	Виды учебных занятий	Содержание
1	2	3
Раздел 1. Основы машинного обучения		
Тема 1.1 Задачи машинного обучения по прецедентам	Лекция, 2 часа	Объекты, признаки, ответы, функционал качества. Основные методы, алгоритмы машинного обучения и условия их применимости. Метод обучения по прецедентам. Вероятностная постановка задачи машинного обучения. Переобучение, обобщающая способность. Задачи классификации, восстановления, регрессии, ранжирования, кластеризации, поиска ассоциаций. Структура аналитической платформы Deductor (Loginom).
	Самостоятельная работа, 2 часа	Подготовка к лабораторной работе №1,2, Освоение работы с аналитической платформой. Подготовка отчетов по подготовке к лабораторным работам №1,2.
Тема 1.2 Формальная модель машинного обучения	Лекция, 2 часа	Формальная модель обучения: PAC-learnability. Необходимый размер выборки. Agnostic PAC-learnability. Оптимальный байесовский классификатор. Обучение через равномерную сходимость. Bias-variance tradeoff. VC-размерность. Другие модели обучения. Стратегия анализа реальных жизненных ситуаций с точки зрения применения соответствующих моделей и основных алгоритмов машинного обучения

	<p>Практическое занятие №1, 4 часа</p>	<p>Проанализировать реальные жизненные ситуации с точки зрения применения соответствующих моделей и основных алгоритмов машинного обучения.</p> <p>Работа в малых группах, индивидуально:</p> <p>Применение модели деревьев принятия решений.</p> <p>Применение модели наивной байесовской классификации.</p> <p>Применение метода наименьших квадратов.</p> <p>Применение метода логистической регрессии.</p> <p>Применение метода опорных векторов.</p> <p>Применение метода ансамблей.</p> <p>Применение алгоритмов кластеризации.</p> <p>Применение метода главных компонент.</p> <p>Применение метода сингулярного разложения.</p> <p>Применение метода анализа независимых компонент (ICA).</p> <p>Рассмотрение примера №1 (Диагностика заболеваний);</p> <p>Рассмотрение примера №2 (Поиск мест залегания полезных ископаемых)</p> <p>Рассмотрение примера №3 (Оценка надёжности и платёжеспособности кандидатов на получение кредитов)</p> <p>Форма текущего контроля: доклады о проделанной аналитической работе в малых группах, групповое обсуждение вариантов решений и подходов.</p> <p>Совместное подведение итогов работы.</p>
<p>Тема 1.3 Основы анализа данных в аналитической платформе Deductor (Loginom)</p>	<p>Интерактивная лекция, 1 час</p>	<p>Особенности работы с аналитической платформой Deductor (Loginom)</p> <p>Алгоритм разработки сценариев, реализующих алгоритмы машинного обучения в аналитической платформе Deductor (Loginom)</p>
	<p>Лабораторная работа №1, 2 часа</p>	<p>Отработка умения работать с аналитической платформой Deductor (Loginom).</p> <p>Работа индивидуально:</p> <p>Инсталляция аналитической платформы.</p> <p>Освоение приемов работы с платформой (главное окно, файл проекта, мастера).</p> <p>Освоение понятия сценариев и узлов обработки.</p> <p>Применение базовых операций над сценариями, рассмотрение взаимодействия узлов друг с другом.</p> <p>Импорт данных из текстовых файлов с разделителями.</p> <p>Экспорт в текстовый файл.</p> <p>Знакомство с базовыми визуализаторами (таблица, статистика, сведения).</p> <p>Настройка среды, управление расположением окон.</p> <p>Форма текущего контроля: устный опрос, отчет по лабораторной работе №1.</p>
	<p>Лабораторная работа №2, 2 часа</p>	<p>Разработка сценариев, реализующих алгоритмы машинного обучения в аналитической платформе Deductor (Loginom).</p>

		<p>Работа индивидуально: Работы с узлами Сортировка, Замена, Фильтрация. Работы с узлом Калькулятор. Создание и настройка скрипта. Работы с узлом Групповая обработка.</p> <p>Форма текущего контроля: устный опрос, отчет по лабораторной работе №2.</p>
	Самостоятельная работа, 2 часа	Подготовка отчетов по лабораторным работам №1,2.
Раздел 2. Основные алгоритмы решения задач классификации и восстановления регрессии		
Тема 2.1 Метрические методы машинного обучения	Лекция, 2 часа	Обобщенный метрический классификатор. Метод ближайшего соседа. KNN. Метод потенциальных функций. Метод парзеновского окна. Понятие отступа. Понятие эталонного объекта. Проклятие размерности.
	Лабораторная работа №3, 4 часа	<p>Классификация объектов на основе метода ближайших соседей</p> <p>Работа индивидуально: Импортирование алгоритма k-ближайшего соседа из пакета scikit-learn Python. Разделение данных на тренировочные и тестовые. Создание модели k-NN, используя значение соседей. Обучение или помещение данных в модель. Предсказание будущего.</p> <p>Форма текущего контроля: устный опрос, отчет по лабораторной работе №3.</p>
	Самостоятельная работа, 1 час	Отладка программы, подготовка отчета по лабораторной работе №3.
Тема 2.2 Байесовские методы машинного обучения	Лекция, 2 часа	Оптимальный байесовский классификатор. Задача восстановления плотности распределения. Наивный байесовский классификатор. Непараметрическая оценка плотности. Нормальный дискриминантный анализ. Разделение смеси распределений. EM –алгоритм.
	Лабораторная работа №4, 4 часа	<p>Кластеризация объектов на основании EM-алгоритма.</p> <p>Работа индивидуально: Импортирование EM-алгоритма из пакета scikit-learn Python. Обнаружение знаний на базе кластеризации EM-алгоритма.</p> <p>Форма текущего контроля: устный опрос, отчет по лабораторной работе №4.</p>
	Самостоятельная работа, 2 часа	Отладка программы, подготовка отчета по лабораторной работе №4.
Тема 2.3 Линейные методы машинного	Лекция, 2 часа	Аппроксимация эмпирического риска. Линейный классификатор и линейная регрессия их особенности. Метод стохастического градиентного

обучения и их обобщения		спуска. Логистическая регрессия. Метод опорных векторов и его особенности. Kernl trick. Стратегии решения практических бизнес задач на основе применения метода логистической регрессии и метода опорных векторов.
	Лабораторная работа №5, 4 часа	Решение практических бизнес задач на основе применения метода логистической регрессии и метода опорных векторов. Работа индивидуально: Решение бизнес-задачи с применением логистической регрессии в Deductor (Loginom) и методом опорных векторов. Форма текущего контроля: устный опрос, отчет по лабораторной работе №5.
	Самостоятельная работа, 2 час	Отладка программы, подготовка отчета по лабораторной работе №5.
Тема 2.4 Решающие деревья	Лекция, 2 часа	Решающие деревья как логические схемы нелинейных зависимостей произвольной сложности их виды: решающие деревья, случайный лес, Бустинг и Бэггин. Примеры решающих деревьев. Информативность. Алгоритмы построения решающих деревьев. Алгоритм индуктивного обучения на примере RuleMaster. Технология решения практических бизнес задач на основе применения стратегии решающих деревьев.
	Лабораторная работа №6, 4 часа	Решение практических бизнес-задач с применением стратегии решающих деревьев Работа индивидуально: Решение бизнес-задачи с применением деревьев решений в Deductor (Loginom). Реализация и разбор алгоритма «Случайный лес» на Python. Форма текущего контроля: устный опрос, отчет по лабораторной работе №6.
	Практическое занятие №2, 4 часа	Решение практических бизнес-задач на основании индуктивного-обучения. Работа индивидуально: Проработка алгоритма индуктивного обучения на примере RuleMaster. Разработка блок-схемы алгоритма индуктивного обучения. Построение дерева решений методом «Лево-право» на учебном наборе экспертных примеров. Построение дерева решений методом "Оптимальное ДР» на учебном наборе экспертных примеров. Форма текущего контроля: опрос, обсуждение результатов занятия
	Самостоятельная работа, 2 часа	Отладка программы, подготовка отчета по лабораторной работе №6.
Раздел 3. Избранные методы машинного обучения		

Тема 3.1. Визуализация и классификация.	Лекция, 2 часа	Качество кластеризации. Статистические, эвристические методы кластеризации. Иерархическая кластеризация. Сети Кохонена. t-SNE. PCA. Особенности сети Кохонена с позиции визуализации, кластеризации данных. Стратегии решения практических бизнес задач на основе применения карт Кохонена.
	Лабораторная работа №7, 4 часа	Решение практических бизнес-задач на базе карт Кохонена в Deductor (Loginom). Форма текущего контроля: устный опрос, отчет по лабораторной работе №7.
	Самостоятельная работа, 2 час	Реализация программы, подготовка отчета по лабораторной работе №7
Тема 3.2. Искусственные нейронные сети.	Лекция, 2 часа	Понятие «искусственные нейронные сети» их виды и особенности использования. Модель нейрона. Многослойный перцептрон. Метод обратного распространения ошибки. Сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети. Стратегии решения практических бизнес задач на основе применения нейронных сетей в Deductor (Loginom).
	Лабораторная работа №8, 4 часа	Решение практических бизнес-задач на базе применения нейронных сетей в Deductor (Loginim). Форма текущего контроля: устный опрос, отчет по лабораторной работе №8
	Самостоятельная работа, 2 час	Отладка программы, подготовка отчета по лабораторной работе №8.
Тема 3.3 Разработка учебного занятия по разделам машинного обучения	Интерактивная лекция, 1 час	Разработка стратегии проектирования учебных занятий по разделам машинного обучения с позиции организации активной деятельности учащихся.
	Практическая работа, 5 часов	Работа в малых группах. Проект №1 Разработать учебное занятие по разделам машинного обучения с позиции организации активной деятельности учащихся (тема по выбору обучающихся) Перекрестный анализ разработанных учебных занятий. Обсуждение результатов, оценивание.
Итоговая аттестация		Зачет по совокупности выполненных на положительную оценку работ.

3. Форма аттестации и оценочные материалы

3.1 Форма текущего контроля – отчеты по выполненным лабораторным работам №№1-8, проект.

3.1.1. Варианты вопросов для опроса перед выполнением лабораторных работ

1.

- Из каких частей состоит Deductor?

- Какие варианты поставки Deductor существуют?
- Чем отличается версия Professional от Academic?
- Имеются ли ограничения по количеству обрабатываемых записей в версии Deductor Academic?
- Сколько категорий пользователей Deductor можно выделить?
- Перечислите функции аналитика.
- Кто обычно занимается проектированием и наполнением хранилища данных?
- Каким образом лицензируется Deductor?
- У вас установлен Deductor. При его запуске появляется сообщение об ошибке: Windows NT driver is required.
- Какова наиболее вероятная причина ошибки?

2.

- Сколько вкладок на панели управления Deductor Studio?
- Что такое «проект» в Deductor Studio?
- Какое расширение имеет файл проекта?
- Как создать новый проект?
- Как сохранить текущий проект под другим именем?
- Сколько проектов можно одновременно открыть в Deductor Studio?
- Сколько мастеров имеется в Deductor Studio?
- Вы импортировали текстовый файл, создав узел импорта. После чего обнаружили, что неправильно задали параметры импорта. Как легче всего исправить ошибку?
- Как скопировать ветвь сценария при помощи механизма drag & drop?
- Какие шаги мастера импорта нужно пройти для импорта текстового файла?
- Что позволяет сделать обработчик Настройка набора данных?
- Как происходит автоматическое определение типа столбца при импорте?
- Что означает пиктограмма «!» напротив узла сценария?

3.

- В чем состоит различие между обучением с учителем и без учителя;
- Что такое классификация данных;
- Методы предварительной обработки данных;
- Кодирование меток;
- Создание классификаторов на основе логистической регрессии;
- Что такое наивный байесовский классификатор;
- Матрица неточностей;
- Создание классификаторов на основе метода опорных векторов;
- Что такое линейная и полиномиальная регрессия;
- Построение линейного регрессора в случае простой и множественной Регрессии;

4.

- Создание моделей обучения с помощью ансамблевого обучения;
- Что такое деревья решений и как создавать соответствующие классификаторы;
- Что такое случайные леса и предельно случайные леса и как создавать классификаторы на их основе;
- Оценки достоверности предсказанных значений;
- Обработка дисбаланса классов;
- Нахождение оптимальных обучающих параметров с помощью сеточного поиска;
- Вычисление относительной важности признаков;

5.

- Основные понятия искусственных нейронных сетей;
- Создание классификатора на основе перцептрона;
- Построение однослойной нейронной сети;

- Построение многослойной нейронной сети;
- Создание векторного квантизатора;
- Анализ последовательных данных с помощью рекуррентных нейронных сетей;
- Визуализация символов с использованием базы данных оптического распознавания символов;

3.1.2. Варианты заданий (постановки бизнес-задач) для выполнения лабораторных работ

А) с применением аналитической платформы Deductor (Loginom):

1. Сегментация клиентов телекоммуникационной компании. Руководство филиала региональной телекоммуникационной компании, поставляющей услуги мобильной связи, поставило задачу сегментации абонентской базы. Ее целями являются:

- Построение профилей абонентов путем выявления их схожего поведения в плане частоты, длительности и времени звонков, а также ежемесячных расходов;
- Оценка наиболее и наименее доходных сегментов;

Эта информация может использоваться для:

- Разработки маркетинговых акций, направленных на определенные группы клиентов;
- Разработки новых тарифных планов;
- Оптимизации расходов на адресную СМС-рассылку о новых услугах и тарифах;
- Предотвращения оттока клиентов в другие компании.

Указание: Задачу решить с применением алгоритма Кохонена (кластеризировать объекты алгоритмом Кохонена, построить и интерпретировать карты Кохонена).

2. Скоринговые модели для оценки кредитоспособности заемщиков. В коммерческом банке имеется продукт «Нецелевой потребительский кредит»: кредиты предоставляются на любые цели с принятием решения в течение нескольких часов. За это время проверяются минимальные сведения о клиенте, в основном такие, как отсутствие криминального прошлого в кредитная история в других банках. В банке накоплена статистическая информация о заемщиках и качестве обслуживания ими долга за несколько месяцев. Руководство банка, понимая, что отсутствие адекватных математических инструментов, позволяющих оптимизировать риски, не способствует расширению розничного бизнеса в области потребительского кредитования, поставило перед отделом розничных рисков задачу разработать скоринговые модели с различными стратегиями кредитования, которые позволили бы управлять рисками, настраивая уровень одобрений, и минимизировать число «безнадежных» заемщиков.

3. Повышение эффективности массовой рассылки клиентам. Торговая компания, осуществляющая продажу товаров, располагает информацией о своих клиентах и их покупках. Компания провела рекламную рассылку более чем 13000 клиентам и получила отклик в 14,5% случаев. Необходимо построить модели отклика и проанализировать результаты, чтобы предложить способы минимизации издержек на новые почтовые рассылки.

Б) с применением Python:

1. Создание линейного регрессора на основании перцептрона на базе применения библиотеки TensorFlow;

2. Создание классификатора изображений на основе однослойной нейронной сети. (используя TensorFlow);

3. Создание классификатора изображений на основе сверточной нейронной сети (используя Argparse, TensorFlow).

3.1.3 Требования к выполнению лабораторных работ

Лабораторные работы выполняются индивидуально на аудиторных компьютерах или дома (доработка, устранение ошибок, формирование отчетов). Для отчета по лабораторной работе обязательным является наличие титульного листа, теоретической части (обоснование применяемых методов и средств). Описание хода выполнения практической части лабораторной работы должно быть развернутым, то есть полным и обоснованным.

3.1.4. Критерии оценивания лабораторной работы

Каждая лабораторная работа оценивается по традиционной пятибалльной шкале:

5 баллов – задание выполнено в полном объеме и не содержит ошибок;

4 балла – задание выполнено, но в описательной части имеются незначительные ошибки, существенно не влияющие на результаты, или недостаточно полно составлен отчет;

3 балла – продемонстрирована верная идея решения, но имеются существенные ошибки в программном коде, сценариях или выводах, которые приводят к искажению результата, или отчет не соответствует требованиям нормоконтроля.

В остальных случаях лабораторная работа не защищена.

Оценивание: зачет с оценкой, соответствующей количеству баллов.

3.1.5 Проект №1.

Проектирование учебного занятия по разделам машинного обучения с позиции организации активной деятельности учащихся

Требования к выполнению проекта

1. Проект выполняется небольшими группами (3-4 человека).

2. Разработка осуществляется на основании алгоритма проектирования учебных занятий по разделам машинное обучение с позиции организации активной деятельности учащихся.

Критерии оценивания проекта

1. Все шаги алгоритма проектирования учебных занятий по разделам машинное обучение выполнены правильно.

2. Время, отведенное на каждый этап учебного занятия, использовано рационально.

3. Предусмотрено время на рефлексию обучающихся с позиции оценки их деятельности по достижению запланированных результатов учебного занятия.

Оценивание: зачет/незачет

3.2 Форма итоговой аттестации

Форма итоговой аттестации – зачет как совокупность выполненных на положительную оценку работ и проекта.

Оценивание: зачет/незачет

Раздел 4 Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1 Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы

4.1.1 Основная литература

№ п/п	Источник
1	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
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

4.1.2 Дополнительная литература

№ п/п	Источник
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.-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

4.1.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

а) полнотекстовые базы данных

10. Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных-<http://www.machinelearning.ru/>

б) Интернет-ресурсы

11. Машинное обучение и анализ данных Coursera <https://ru.coursera.org/specializations/machine-learning-data-analysis>

12. Python 3 для начинающих – <https://pythonworld.ru>

13. Официальный сайт разработчиков интерпретатора языка Python – <https://www.python.org/>

14.Визуальный исполнитель кода для языков программирования Python, Java, C,C++, JavaScript and Ruby – <http://pythontutor.com/>

4.1.4 Перечень информационных технологий

Для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий рекомендуется использовать программное обеспечение: операционная система Windows 7 и выше, пакет Microsoft Office 2010 и выше, интерпретатор языка Python версии 3.7 с установленными пакетами matplotlib, mglearn, Jupyter Notebook, pandas, SciPy, NumPy, обслуживающие программы и среды разработки программ по выбору преподавателя.

4.1.5 Электронная поддержка дисциплины

При изучении дисциплины для проработки всех тем и выполнения заданий по всем темам студенты могут использовать различные учебно-методические материалы, размещаемые в электронном виде преподавателем на студенческом файловом сервере, в хранилище

полнотекстовых материалов, а также в электронной образовательной среде, которая предполагает также возможность обмена информацией с преподавателем для подготовки заданий. Доступ обучающихся к студенческому файловому серверу, хранилищу полнотекстовых материалов, электронной образовательной среде осуществляется с использованием учетных записей обучающихся.

4.2 Материально-технические условия реализации программы

Для проведения очных занятий и итоговой аттестации используются учебные аудитории с меловой или маркерной доской, а также компьютерный класс с возможностью выхода в Интернет.

Для проведения лекций по программе используются специализированные аудитории с мультимедийным оборудованием или с возможностями подключения к такому оборудованию, позволяющему демонстрировать на большом экране приемы работы с персональным компьютером и другой лекционный материал (технические характеристики компьютера, входящего в состав мультимедийного оборудования или используемого совместно с таким оборудованием, должны обеспечивать возможность работы с современными версиями операционной системы Windows, пакета Microsoft Office, обслуживающих, прикладных программ и другого, в том числе и сетевого программного обеспечения).

Для проведения лабораторных занятий по программе и для самостоятельной работы обучающихся используются специализированные аудитории, оснащенные терминалами и персональными компьютерами, подключенными к центральному серверу, обеспечивающему технические характеристики обслуживания терминалов или персональных компьютеров, позволяющие при проведении лабораторных занятий использовать современное программное обеспечение (операционную систему Windows 7 и выше, пакет Microsoft Office 2010 и выше, а также обслуживающие программы и среды разработки программ по выбору преподавателя).