

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
«ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЛИЦЕЙ № 29»
(ГБОУ УР ЭМЛИ № 29)

Утверждаю

Директор ГБОУ УР ЭМЛИ № 29

В.П. Аркашев

2022 года



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
технической направленности
«Анализ данных и машинное обучение»**

Возраст учащихся: 14-17 лет

Срок реализации: 1 год

Разработчик программы:

Касаткина Екатерина Васильевна,

к.ф.-м.н., доцент

г. Ижевск, 2022 год

СОДЕРЖАНИЕ

1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ	2
1.1 Пояснительная записка.....	2
1.2 Цель и задачи программы	5
1.3 Содержание программы	7
1.4 Планируемые результаты реализации программы.....	9
2. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ...	11
2.1 Календарный учебный график.....	11
2.2 Условия реализации программы	11
2.3 Форма аттестации / контроля. Оценочные материалы	12
2.4 Методические материалы	17
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	19

1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ

1.1 Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Анализ данных и машинное обучение» имеет ***техническую направленность***.

В настоящее время процесс информатизации проявляется во всех сферах человеческой деятельности. Использование современных информационных технологий является необходимым условием успешного развития как отдельных отраслей, так государства в целом.

В России обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере является одной из национальных целей развития (Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»). Сегодня происходит трансформация во всех сферах общественной жизни, вызванная появлением цифровых технологий нового поколения, которые в силу масштабов и глубины влияния получили наименование «сквозных», среди них – большие данные и машинное обучение.

Уровень программы: продвинутый.

Актуальность программы

Анализ данных и машинное обучение является на сегодняшний день одной из самых популярных, актуальных и современных областей человеческой деятельности на стыке информационных технологий, математики и статистики. Машинное обучение все глубже проникает в нашу жизнь посредством пользовательских продуктов, созданных с помощью методов искусственного интеллекта. Очевидно, что данные технологии будут развиваться и дальше, постепенно становясь частью повседневной рутины во многих областях профессиональной деятельности.

Обучение по данной программе создает благоприятные условия для развития интеллектуальной деятельности, познавательной активности и творческой самореализации обучающихся.

Знания и умения, приобретенные в результате освоения программы, будут полезны при участии в профильных олимпиадах и при выполнении научно-практических проектов.

Отличительная особенность

Отличительная особенность настоящей программы состоит в том, что учащиеся 8-11 классов получают возможность сформировать представление об основах анализа данных и машинного обучения, получить навыки работы с реальными данными, их анализом, что поможет им сформировать индивидуальный образовательный запрос на развитие в одной из самых перспективных сфер деятельности.

Новизна

Программа впервые позволяет комплексно подойти к решению практических кейсов, взятых из реальной жизни, направленных на применение для анализа данных Pandas, Numpy, SciPy, модулей визуализации (Matplotlib, Seaborn и т.д.) и других библиотек Python.

Педагогическая целесообразность

Построение моделей машинного обучения требует огромного количества времени высокопрофессиональных специалистов, как в сфере искусственного интеллекта, так и в той предметной области, к которой эта технология применяется. Педагогическая целесообразность программы обусловлена тем, что данная программа поможет современным школьникам в получении основных навыков обработки данных, программирования систем на основе моделей машинного обучения, сформирует их информационную культуру и понимание важнейших алгоритмических концепций в сфере искусственного интеллекта. Программа является целостной и непрерывной в течение всего процесса обучения – обучающийся шаг за шагом раскрывает в себе творческие возможности и самореализуется в современном мире.

Адресат программы

Программа «Анализ данных и машинное обучение» предназначена для детей в возрасте 14-17 лет, без ограничений возможностей здоровья, прошедших курсы по основам программирования и алгоритмических задач. Количество обучающихся в группе – 10–14 человек.

Место проведения занятий: Удмуртская Республика, г. Ижевск, Береговая, 11.

Практическая значимость

Освоение программы позволит повысить уровень ИТ-образования в Удмуртской Республике и насытить региональные учреждения среднего и высшего образования подготовленными абитуриентами по востребованным ИТ-специальностям.

Преимственность программы

Обучение основывается на применении знаний, полученных на уроках математики, информатики и экономики, при изучении теоретических знаний в рамках программы и при получении практических навыков в области анализа и машинного обучения при выполнении научно-исследовательских проектов.

Объем программы составляет 108 часов.

Срок освоения программы определяется содержанием программы и составляет 1 год.

Форма организации образовательного процесса

Форма организации детского коллектива представляет собой работу в «Лаборатории искусственного интеллекта». Вид занятий: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа в рамках проектной деятельности.

В ходе занятий будет проходить беседы, обсуждения, выступления с мультимедийными презентациями, самостоятельная работа на компьютерах во время лабораторных работ и при выполнении проектов. Программа курса включает фронтальные, групповые и индивидуальные формы работы

обучающихся (в зависимости от темы занятия). По типу организации взаимодействия педагогов с обучающимися при реализации программы используются личностно ориентированные технологии, технологии сотрудничества.

Формы обучения

Занятия по данной программе могут проводиться как в очной форме обучения с применением электронного обучения.

Режим занятий

Длительность одного занятия составляет 2 академических часа с перерывом 5-10 минут, периодичность занятий – 1 раз в неделю.

1.2 Цель и задачи программы

Цель программы: формировать необходимые знания и навыки учащихся в области анализа данных и машинного обучения, необходимых для самостоятельного построения моделей для решения профессиональных задач искусственного интеллекта.

Задачи:

Образовательные:

- сформировать представлений о больших данных и машинном обучении, базовых понятиях, актуальности и перспективах данных технологий;
- сформировать умение производить предобработку данных, знание инструментов для компенсации недостатков данных;
- формировать навык работы с данными: умение вычислять статистику и осуществлять поиск в данных аномалий, взаимосвязей и тенденций;
- сформировать умение использовать средства визуализации для работы с данными;
- сформировать «фундамент» для понимания методов машинного обучения, алгоритмов и их ограничений, влияния параметров настройки на результаты;

- сформировать навык решения задач анализа данных и машинного обучения с помощью программирования на языке программирования Python с применением профильного программного обеспечения (средой программирования Jupyter Notebook, Google Colaboratory).

Развивающие:

- развивать память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление;
- развивать умения генерировать идеи по применению методов анализа данных и машинного обучения в решении конкретных задач;
- развивать навыки работы с различными источниками информации, умения самостоятельно искать, извлекать и отбирать необходимую для решения прикладных задач информацию;
- научить применять освоенную информацию при решении практических задач в сфере анализа данных и машинного обучения;
- развивать умения визуального представления информации и собственных проектов;
- развивать навыки проектно-исследовательской деятельности.

Воспитательные

- воспитывать целеустремленность и настойчивость в достижении поставленной цели;
- развивать основы коммуникативных отношений внутри коллектива;
- развивать навыки эффективного построения и поддержания отношений делового сотрудничества, взаимоуважения в группе.

1.3 Содержание программы

Учебный план

№	Разделы	Всего	Теория	Практика	Форма контроля
1	<i>Раздел 1. Основы анализа данных</i>				
1.1.	Введение. Ключевые понятия. Данные.	1	1	0	Работа на практических занятиях: текущий контроль знаний
1.2.	Основы линейной алгебры. Функции и производные. Источники данных.	3	1	2	
1.3.	Визуализация данных.	3	1	2	
2	<i>Раздел 2. Предварительная обработка данных (Preprocessing data)</i>				
2.1.	Нормализация и стандартизация данных. Нелинейное преобразование.	2	1	1	Работа на практических занятиях: текущий контроль знаний
2.2.	Кодирование категориальных признаков.	2	1	1	
2.3.	Обработка пропущенных значений.	2	1	1	
3	<i>Раздел 3. Корреляционный анализ</i>				
3.1.	Корреляция и взаимосвязь величин. Показатели корреляции. Параметрические показатели корреляции. Ковариация. Линейный коэффициент корреляции. Множественный коэффициент корреляции.	3	2	1	Работа на практических занятиях: текущий контроль знаний
3.2.	Непараметрические показатели корреляции. Коэффициент ранговой корреляции Кендалла. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Коэффициент корреляции знаков Фехнера. Коэффициент множественной ранговой корреляции (конкордации).	3	2	1	
3.3.	Свойства коэффициента корреляции. Значимость коэффициентов корреляции.	3	2	1	

4	Раздел 4. Понижение размерности данных (Data reduction)				
4.1.	Постановка задачи снижения размерности данных. Методы понижения размерности данных: отбор признаков (фильтры, оберточные методы, встроенные методы и др.) и выделение признаков (метод главных компонент, неотрицательное матричное разложение, линейный дискриминантный анализ).	6	2	4	Работа на практических занятиях: текущий контроль знаний
5	Раздел 5. Поиск аномалий				
5.1.	Постановка задачи поиска аномалий. Метрики качества поиска аномалий.	3	1	2	Выполнение лабораторных работ: защита лабораторной работы
5.2.	Методы поиска аномалий: правило трех сигм, методы, основанные на межквартильном, эллипсоидальная аппроксимация данных, методы кластерного анализа, LOF, метод опорных векторов для одного класса, изолирующий лес.	6	2	4	
6	Раздел 6. Кластерный анализ				
6.1.	Постановка задачи кластеризации. Метрики качества кластеризации.	3	1	2	Выполнение лабораторных работ: защита лабораторной работы
6.2.	Методы кластеризации: метод k-средних, иерархический кластерный анализ, DBSCAN, OPTICS, BIRCH и др.	6	2	4	
7	Раздел 7. Регрессионный анализ				
7.1.	Постановка задачи регрессии. Метрики качества регрессии.	4	2	2	Выполнение лабораторных работ: защита

7.2.	Модели регрессии: линейная регрессия (метод наименьших квадратов, градиентный спуск), метод опорных векторов; метод ближайших соседей, деревья решений, ансамбли деревьев, нейронные сети и др.	10	6	4	лабораторной работы
8	Раздел 8. Классификация				
8.1.	Постановка задачи классификации. Метрики качества классификации.	3	1	2	Выполнение лабораторных работ: защита лабораторной работы
8.2.	Модели классификации: наивный Байес, линейная регрессия, логистическая регрессия, метод опорных векторов; метод ближайших соседей, деревья решений, ансамбли деревьев, нейронные сети и др.	5	1	4	
9	Раздел 9. Проектная деятельность				
9.1.	Выбор проектного задания. Утверждение тем проектов	2	0	2	Защита проекта
9.2.	Выполнение группового/индивидуального проекта	30	0	30	
9.3.	Защита индивидуального/группового проекта	8	0	8	
	Итого:	108	30	78	

1.4 Планируемые результаты реализации программы

Предметные результаты:

- знание общих основ и специализированных библиотек языка программирования Python;
- знание базовых понятий анализа данных и машинного обучения;
- умение строить модели для решения профессиональных задач искусственного интеллекта.

Личностные результаты:

- формирование осознанного, уважительного и доброжелательного отношения к другому человеку, его мнению, готовности и способности вести диалог с другими людьми и достигать в нем взаимопонимания;
- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками, детьми старшего и младшего возраста, взрослыми в процессе образовательной, общественно полезной, научно-исследовательской и других видов деятельности;
- формирование универсальных способов мыслительной деятельности (абстрактно-логического мышления, памяти, внимания, творческого воображения, умения производить логические операции);
- знание актуальности и перспектив освоения больших данных и машинного обучения.

Метапредметные результаты:

- ориентироваться в своей системе знаний: отличать новое знание от известного;
- перерабатывать полученную информацию: делать выводы в результате совместной работы группы, сравнивать и группировать предметы и их образы.
- работать по предложенным инструкциям и самостоятельно;
- определять и формировать цель деятельности на занятии с помощью учителя;
- уметь рассказывать о проекте, излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений;
- работать в группе и коллективе, работать над проектом индивидуально и в команде, эффективно распределять обязанности и время.

2. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

2.1 Календарный учебный график

№ п/п	Основные характеристики образовательного процесса	Значение
1.	Количество учебных недель	36
2.	Количество учебных дней	36
3.	Количество часов в неделю	3
4.	Количество часов на учебный год	108
4.1.	Количество часов лекционных занятий	30
4.2.	Количество часов практических занятий	78
5.	Недель в I полугодии	16
6.	Недель во II полугодии	20
7.	Начало занятий	12 сентября
8.	Выходные дни	31 декабря – 8 января
9.	Окончание учебного года	31 мая

2.2 Условия реализации программы

Кадровые ресурсы

Реализовывать программу могут педагоги дополнительного образования, обладающие достаточными знаниями в области анализа данных и машинного данных.

Материально-техническое обеспечение

- компьютерный класс, отвечающий требованиям СанПиН для учреждений дополнительного образования;
- 14 персональных компьютеров для обучающихся, 1 персональный компьютер преподавателя с доступом в интернет
- качественное освещение.
- мультимедийный проектор или широкоформатный телевизор для презентаций;
- МФУ формата А4;
- офисное программное обеспечение;

- программное обеспечение для обучения анализа данных и машинного обучения;
- доска магнитно-маркерная настенная;
- whiteboard маркеры.

Информационные ресурсы

- Электронно-библиотечная система IPRbooks
<http://istu.ru/material/elektronno-bibliotechnaya-sistema-iprbooks>.
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>.
- Открытые источники данных: rosstat.gov.ru/opendata, data.gov.ru.
- Библиотека машинное обучение на Python. URL: <https://scikit-learn.org>.
- Kaggle. – Режим доступа: <https://www.kaggle.com/>
- Введение в машинное обучение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.coursera.org/learn/vvedenie-mashinnoe-obuchenie>
- Самоучитель Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pythonworld.ru/samouchitel-python>
- Учим Python качественно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/150302/>.
- Лутц, Марк Изучаем Python и программируем на Python (2 тома) [Текст] / М. Лутц. – М.: Символ-Плюс, 2011.
- Саммерфилд, Марк Программирование на Python 3. Подробное руководство [Текст] / М. Саммерфилд. – М.: Символ-Плюс, 2009.

2.3 Форма аттестации / контроля. Оценочные материалы

Система контроля знаний и умений учащихся представляется в виде учета результатов по итогам выполнения практических заданий и лабораторных работ и защиты проекта.

Наименование формы контроля: работа на практических занятиях:
текущий контроль выполнения заданий.

Наименования практических заданий:

1. Отработка навыков применения библиотек Pandas, Numpy, Matplotlib, Seaborn для языка программирования Python для анализа данных и визуализации.
2. Отработка навыков проверки качества и предварительной обработки данных на языке программирования Python с применением различных методов нормирования, стандартизации, работы с категориальными данными и пропусками.
3. Отработка навыков выявления взаимосвязей в пространственных данных различными методами корреляционного анализа с применением библиотеки SciPy для языка программирования Python.
4. Отработка навыков понижение размерности данных различными методами корреляционного анализа с применением библиотеки scikit-learn для языка программирования Python.

Наименование формы контроля: защита лабораторных работ.

Наименования лабораторных работ:

1. Поиска аномалий с использованием библиотек Python.
2. Решение задачи кластеризации для выделения групп однородных объектов в данных.
3. Решение задачи регрессии для прогнозирования значений показателя.
4. Решение задачи классификации для идентификации группы однородных объектов.

Наименование формы контроля: защита проекта.

указаниях по дисциплине

Примерные наименования проектов:

1. Исследование текущего состояния и оптимизация пассажирских перевозок общественным транспортом на территории города Ижевска.
2. Компьютерное моделирование и оптимизация транспортных потоков в улично-дорожной сети города Ижевска.
3. Интеллектуальный анализ ДТП и тяжести последствий на территории Удмуртской Республике (анализ данных, решение задач кластеризации и прогнозирования).
4. Разработка модели оценки эффективности деятельности высших должностных лиц на основе показателей социально-экономического развития территории (на примере Удмуртской Республики).
5. Разработка модели прогноза развития COVID-19 в Удмуртской Республике с применением методов регрессии и решение задачи оптимального распределения ресурсов медицинских организаций.
6. Прогноз до 2030 года реальной потребности в новых местах в детских садах и школах, с прогнозом строительства детских садов и школ на территории республики на основе данных по демографии и иных открытых источниках данных.

Для контрольных мероприятий (текущего контроля) устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей. Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

<i>Раздел</i>	<i>Форма контроля</i>	<i>Количество баллов</i>	
		<i>min</i>	<i>max</i>
1	Выполнение практического задания № 1	2	4
2	Выполнение практического задания № 2	2	4
3	Выполнение практического задания № 3	2	4

4	Выполнение практического задания № 4	2	4
5	Выполнение и защита лабораторной работы №1	4	8
6	Выполнение и защита лабораторной работы №2	4	8
7	Выполнение и защита лабораторной работы №3	4	8
8	Выполнение и защита лабораторной работы №4	4	8
9	Защита проекта	26	52
	Итого	50	100

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии. Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех показателей, допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала.

<i>Наименование, обозначение</i>	<i>Показатели выставления минимального количества баллов</i>
Практическая работа	Задания выполнены более чем наполовину. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. На защите практической работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов.
Лабораторная работа	Лабораторная работа выполнена в полном объеме. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом при защите лабораторной работы, даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов.

Выполнение и защита проекта оценивается согласно шкале, приведенной ниже. На защите проекта обучающемуся задаются 5 вопросов по теме проекта; оцениваются формальные и содержательные критерии.

Результаты защиты проекта оцениваются максимально 52 баллами.

№	Показатель	Максимальное количество баллов
I	<i>Выполнение курсовой работы</i>	8
1	Соблюдение графика выполнения проекта	2
2	Самостоятельность и инициативность при выполнении	6

II	<i>Оформление проекта</i>	<i>12</i>
3	Грамотность изложения текста, безошибочность	4
4	Владение информационными технологиями при оформлении	4
5	Качество графического материала	4
III	<i>Содержание курсовой работы</i>	<i>12</i>
6	Полнота раскрытия темы	4
7	Качество введения и заключения	4
8	Степень оригинальности текста	4
IV	<i>Защита проекта</i>	<i>20</i>
9	Понимание цели	2
10	Владение терминологией по тематике	2
11	Понимание логической взаимосвязи разделов	2
12	Владение применяемыми методами	4
13	Степень освоения рекомендуемой литературы	4
14	Умение делать выводы по результатам выполнения проекта	2
15	Качество ответов на вопросы по проекту	4
Всего		<i>52</i>

Итоговая оценка по дисциплине может быть выставлена на основе результатов текущего контроля с использованием следующей шкалы:

<i>Оценка</i>	<i>Набрано баллов</i>
«отлично»	80-100
«хорошо»	65-79
«удовлетворительно»	50-64
«неудовлетворительно»	0-49

2.4 Методические материалы

Образовательный процесс осуществляется в очной форме.

Формы организации занятий:

– фронтальная – предполагает работу педагога сразу со всеми обучающимися в едином темпе и с общими задачами. Для реализации обучения используется компьютер педагога с мультимедиа проектором, посредством которых учебный материал демонстрируется на общий экран.

Активно используются Интернет-ресурсы;

– групповая – предполагает, что занятия проводятся с подгруппой. Для этого группа распределяется на подгруппы не более 6 человек, работа в которых регулируется педагогом;

– индивидуальная – подразумевает взаимодействие преподавателя с одним обучающимся. Как правило данная форма используется в сочетании с фронтальной. Часть занятия (объяснение новой темы) проводится фронтально, затем обучающийся выполняют индивидуальные задания или общие задания в индивидуальном темпе.

Формы занятий по программе:

– на этапе изучения нового материала – лекция, демонстрация;

– на этапе закрепления изученного материала – практическая работа или лабораторная работа;

– на этапе повторения изученного материала – наблюдение, устный контроль (опрос), творческое задание;

– на этапе проверки полученных знаний – публичная защита проектов.

Методы обучения и воспитания:

– объяснительно-иллюстративный;

– метод проблемного изложения (постановка проблемы и решение её самостоятельно или группой);

– проектно-исследовательский;

– наглядный;

– демонстрация плакатов, схем, таблиц, диаграмм;

- использование технических средств;
- просмотр видеороликов;
- практический:
- практические задания;
- анализ и решение проблемных ситуаций и т. д.

Выбор методов обучения осуществляется исходя из анализа уровня готовности обучающихся к освоению содержания модуля, степени сложности материала, типа учебного занятия. На выбор методов обучения значительно влияет персональный состав группы, индивидуальные особенности, возможности и запросы детей.

Методы воспитания: мотивация, убеждение, поощрение, упражнение, стимулирование, создание ситуации успеха и др.

Педагогические технологии: индивидуализации обучения; группового обучения; коллективного взаимообучения; дифференцированного обучения; разноуровневого обучения; коммуникативная технология обучения; коллективной творческой деятельности; решения практических задач.

Дидактические материалы:

Методические пособия, разработанные преподавателем с учётом конкретных задач, варианты демонстрационных программ, материалы по терминологии ПО, инструкции по настройке оборудования, учебная и техническая литература.

Используются педагогические технологии индивидуализации обучения и коллективной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Для педагогов

1. Воронов, В. И. Data Mining - технологии обработки больших данных [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Воронов, Л. И. Воронова, В. А. Усачев. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский технический университет связи и информатики, 2018. — 47 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81324.html>
2. Пальмов, С. В. Интеллектуальный анализ данных [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Пальмов. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 127 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75376.html>
3. Орлов, А. И. Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных: учебник / А. И. Орлов. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 843 с. — ISBN 978-5-4497-1470-1. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/117029.html>. — DOI: <https://doi.org/10.23682/117029>
4. Курс по машинному обучению для школьников от Академии искусственного интеллекта для школьников [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://yadi.sk/d/NqK5ZjpKGcmYJw>
5. Лутц, Марк Изучаем Python и программируем на Python (2 тома) [Текст] / М. Лутц. — М.: Символ-Плюс, 2011.
6. Обзор некоторых современных тенденций в технологии машинного обучения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-nekotoryh-sovremennyh-tendentsiy-v-tehnologii-mashinnogo-obucheniya>
5. Ограничения машинного обучения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/462365/>
6. Саммерфилд, Марк Программирование на Python 3. Подробное руководство [Текст] / М. Саммерфилд. — М.: Символ-Плюс, 2009.

7. Самоучитель Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pythonworld.ru/samouchitel-python>
8. Учим Python качественно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/150302/>.

Для учащихся

1. Введение в машинное обучение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.coursera.org/learn/vvedenie-mashinnoe-obuchenie>
2. Лутц, Марк Изучаем Python и программируем на Python (2 тома) [Текст] / М. Лутц. – М.: Символ-Плюс, 2011.
3. Саммерфилд, Марк Программирование на Python 3. Подробное руководство [Текст] / М. Саммерфилд. – М.: Символ-Плюс, 2009.
4. Самоучитель Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pythonworld.ru/samouchitel-python>
5. Учим Python качественно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/150302/>.