

Одобрена решением
федерального учебно-методического объединения
по общему образованию
(Протокол 5/21 от 19.11.2021 г.)

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ (УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ) 10-11 КЛАССЫ ПРИМЕРНАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Пояснительная записка

Курс «Искусственный интеллект (углубленный уровень)» для средней школы является углубленным в общей программе «Искусственный интеллект» для общеобразовательных школ и предназначен для преподавания в 10-11 классах. Этот курс продолжает формирование знаний учащихся старших классов о системах искусственного интеллекта как одной из наиболее перспективной и развивающейся областей научного и технологического знания. Искусственный интеллект – стратегически важное направление, которое в Национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» обозначено в качестве одной из сквозных цифровых технологий, обеспечивающих ускоренное развитие приоритетных отраслей экономики и социальной сферы. Принятая в 2019 г. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта ставит задачи совершенствования системы подготовки кадров в этом направлении, а также разработки и внедрения модулей по искусственному интеллекту в образовательные программы всех уровней, включая среднее общее образование. На решение данной задачи и направлен настоящий курс.

Структурно курс «Искусственный интеллект (углубленный уровень)» включает три взаимосвязанных модуля (раздела): Анализ данных на Python; Машинное обучение; Нейросети. Введение. Последний модуль (раздел) «Нейросети. Введение» является новым, включенным только в эту программу углубленного изучения основ систем искусственного интеллекта. Этот модуль (раздел), ориентирован на знакомство учащихся с развивающимся направлением ИТ-индустрии — нейронные сети. Второй модуль (раздел) «Анализ данных на Python» связан с актуализацией и дальнейшим развитием знаний и умений по анализу данных на Python. Сформированные у учащихся знания и умения по этому модулю (разделу) будут в использованы при изучении третьего модуля (раздела) «Машинное обучение». Освоение этого модуля (раздела) направлено на развитие представлений о многообразии подходов в разработке искусственного интеллекта, их возможностях и ограничениях; на формирование знаний о машинном обучении и умений проектирования и

реализации модели машинного обучения на Python. При изучении второго и третьего модулей (разделов) учащиеся не только узнают о специфике основных задач машинного обучения, но и научатся выявлять и формулировать данные задачи в соответствии с реальными потребностями в различных сферах жизни человека. Этому будет способствовать решение практико-ориентированных задач, в том числе и непосредственно связанных со школьной жизнью, с изучением других учебных дисциплин. В ходе освоения учебного материала курса у учащихся формируется устойчивый интерес к системам искусственного интеллекта и закладывается база для продолжения их изучения в рамках внеурочной деятельности или дополнительного образования, или самообразования в этом направлении, например, самостоятельного освоения курса с использованием образовательных онлайн ресурсов. Этот курс также будет способствовать осознанному выбору учащимися направлений дальнейшего обучения и профессиональной деятельности, связанных с цифровыми технологиями и искусственным интеллектом.

Курс «Искусственный интеллект (углубленный уровень)» носит междисциплинарный и комплексный характер. С одной стороны, в нем синтезируются знания и умения учащихся, полученные ранее на уроках математики, информатики, физики, биологии (решение задач с физическим и/ или биологическим содержанием). С другой стороны, в структуре этого курса отчетливо выделяются и теоретическая и практическая составляющие. Учащиеся знакомятся с областями применения и базовыми понятиями курса, а в ходе дидактических игр и выполнения практических и проектных заданий получают опыт активной, творческой индивидуальной, групповой и коллективной деятельности по осмыслению ключевых задач машинного обучения и основных подходов в применении машинного обучения для создания интеллектуальных систем.

Цели и задачи курса «Искусственный интеллект (углубленный уровень)» в старшей школе. Целью изучения курса «Искусственный интеллект (углубленный уровень)» является развитие у учащихся устойчивого интереса к освоению данной области знаний и формирование базовых знаний о науке о данных и машинном обучении, а также о многообразии сфер их применения. *Задачи курса:* развитие представлений о многообразии подходов в разработке искусственного интеллекта, их возможностях и ограничениях; формирование знаний о современных перспективных направлениях и о различных подходах моделирования интеллектуальной деятельности; о нейронных сетях и решении задач с их использованием; о машинном обучении и сферах его применения; развитие у учащихся умений проектирования и реализации модели машинного обучения на Python, коммуникационных умений и навыков работы в команде, умений самостоятельной работы и организационной культуры.

Целевая аудитория. Учащиеся 10-11 классов общеобразовательных школ.

Место курса «Искусственный интеллект» (углубленный) в учебном плане. Курс «Искусственный интеллект (углубленный уровень)» может проводиться в качестве факультативного курса или кружка. Возможно отдельные разделы изучать на уроках информатики, переработав рабочую программу по этому учебному предмету, а часть тем или модулей (разделов) включить во внеурочную деятельность. Например, уроки по второму модулю (разделу) (Анализ данных на Python) могут быть встроены в урочную деятельность, если сохраняется преемственность линии языка программирования Python с курсом по искусственному интеллекту для основной школы, а первый (Нейросети. Введение) и третий (Машинное обучение) модулю (разделы) могут быть перенесены на внеурочную деятельность. В зависимости от возможностей организации внеурочная деятельность может осуществляться по различным схемам, в том числе непосредственно в одной образовательной организации или совместно с другими образовательными организациями и/или учреждениями дополнительного образования детей.

Ценностные ориентиры содержания курса «Искусственный интеллект (углубленный уровень)»

Технологии искусственного интеллекта прочно вошли в нашу жизнь и очевидно, что с течением времени степень этого проникновения будет лишь увеличиваться. Использование интернет-поиска, голосовых помощников, сервисов распознавания изображений, онлайн игр является частью нашей повсеместной действительности. Задача состоит в том, чтобы помочь учащемуся занять по отношению к этим технологиям позицию не пассивного пользователя, а активного творца и создателя, понимающего суть технологий искусственного интеллекта и способного создавать свои, оригинальные решения. Очевидно, что уже в ближайшем будущем от того, насколько грамотно выпускник школы сможет конструировать собственную среду жизни и профессиональной деятельности, в том числе, интегрируя в нее технологии искусственного интеллекта, будет зависеть его успешность и конкурентоспособность. Поэтому столь важно освоение технологий искусственного интеллекта, хотя бы и на базовом уровне.

Курс «Искусственный интеллект (углубленный уровень)» органично интегрируется с предметами, которые изучаются учащимися старшей школы. Естественным образом выглядит интеграция с дисциплинами предметной области «Математика и информатика». Развитие логического и алгоритмического мышления, осуществляемое на уроках по этим дисциплинам, служит задаче формирования прочной

базы, на которой в дальнейшем может происходить становление специалиста по искусственному интеллекту.

Планируемые результаты освоения учебного курса

Преподавание курса «Искусственный интеллект (углубленный уровень)» направлено на достижение трех групп результатов - личностных, метапредметных и предметных.

1-я группа: личностные результаты	<p>1.1. Формирование у учащегося мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общества.</p> <p>1.2. Формирование у учащегося интереса к достижениям науки и технологии в области искусственного интеллекта</p> <p>1.3. Формирование у учащегося установки на осмысленное и безопасное взаимодействие с технологиями и устройствами, реализованными на основе принципов искусственного интеллекта.</p> <p>1.4. Приобретение опыта творческой деятельности, опирающейся на использование современных информационных технологий, в том числе искусственного интеллекта.</p> <p>1.5. Формирование у учащегося установки на сотрудничество и командную работу при решении исследовательских, проблемных и изобретательских задач.</p>
2-я группа: метапредметные результаты	<p>Познавательные УУД:</p> <p>2.1. Умение работать с информацией, анализировать и структурировать полученные знания и синтезировать новые, устанавливать причинно-следственные связи.</p> <p>2.2. Умения объяснять явления, процессы, связи и отношения, выявляемые в ходе познавательной и исследовательской деятельности.</p>

2.3. Умение делать выводы на основе критического анализа разных точек зрения, подтверждать их собственной аргументацией или самостоятельно полученными данными.

2.4. Умение анализировать/рефлексировать опыт исследования (теоретического, эмпирического) на основе предложенной ситуации, поставленной цели;

2.5. Умение строить рассуждение на основе сравнения предметов и явлений.

Регулятивные УУД:

2.6. Умение обосновывать целевые ориентиры и приоритеты ссылками на ценности, указывая и обосновывая логику.

2.7. Умение планировать необходимые действия в соответствии с учебной и познавательной задачей и составлять алгоритм их выполнения.

2.8. Умение описывать свой опыт, оформляя его для передачи другим людям в виде технологии решения практических задач определенного класса.

2.9. Умение выбирать из предложенных вариантов и самостоятельно искать средства/ресурсы для решения задачи/достижения цели в ходе исследовательской деятельности.

2.10. Умение принимать решение в игровой и учебной ситуации и нести за него ответственность.

Коммуникативные УУД

2.11. Умение взаимодействовать в команде, умением вступать в диалог и вести его.

2.12 Умение соблюдать нормы публичной речи, регламент в монологе и дискуссии в соответствии с коммуникативной задачей.

	<p>2.13. Умение определять свои действия и действия партнеров для продуктивной коммуникации.</p> <p>2.14. Умение приходить к консенсусу в дискуссии или командной работе.</p>
<p>3-я группа. Предметные результаты</p>	<p>3.1. Иметь представление о современных и перспективных направлениях моделирования интеллектуальной деятельности и о различных подходах к моделированию интеллектуальной деятельности.</p> <p>3.2. Уметь приводить примеры решения различных задач с использованием нейронных сетей.</p> <p>3.3. Иметь представление о науке о данных.</p> <p>3.4. Уметь выполнять первичный анализ данных на Python с использованием библиотек Pandas, Matplotlib, NumPy, визуализировать данные, искать в данных закономерности, решать практические и исследовательские задачи по анализу данных.</p> <p>3.5. Иметь представления о многообразии подходов в разработке искусственного интеллекта, их возможностях и ограничениях; о машинном обучении и сферах его применения</p> <p>3.6. Уметь объяснять разницу между машинным обучением с учителем и без учителя.</p> <p>3.7. Выявлять и формулировать задачи машинного обучения для различных сфер жизни человека и в соответствии с реальными потребностями</p> <p>3.7. Иметь представления о недообученных и переобученных моделях машинного обучения, уметь выявлять проблемы по характерным признакам и знать способы борьбы с переобучением и недообучением моделей.</p> <p>3.8. Иметь представления о сущности работы модели логистической регрессии и возможностях ее применения для</p>

	<p>классификации объектов; об использовании деревьев решений в машинном обучении.</p> <p>3.9. Уметь создавать модели линейной регрессии на Python с помощью библиотек pandas, numpy и sklearn</p> <p>3.10. Уметь проектировать и реализовывать модели машинного обучения на Python с помощью инструментов библиотеки sklearn</p>
--	--

Учебно-тематический план

№ п.п.	Название раздела/темы	Количество часов		
		Общее	Теория	Практика
1.	Анализ данных на Python	25	9,0	16,0
1.1.	Наука о данных. Структуры данных	1	0,5	0,5
1.2.	Работа со списками Python	1	0,5	0,5
1.3.	Работа с таблицами и подготовка данных	1	0,5	0,5
1.4.	Библиотеки Python. Библиотека Pandas	1	0,5	0,5
1.5.	Структуры данных в Pandas	1	0,5	0,5
1.6.	Структура данных Dataframe	1	0,5	0,5
1.7.	Доступ к данным в структурах Pandas	1	0,5	0,5
1.8.	Работа с пропусками в данных	1	0,5	0,5
1.9.	Работа со структурами данных в Pandas	1	0,5	0,5
1.10.	Операции над данными. Арифметические и логические операции	1	0,5	0,5
1.11.	Статистические данные	1	0,5	0,5

1.12.	Описательная статистика	2	1	1
1.13.	Библиотека визуализации данных	1	0,5	0,5
1.14.	Построение графиков	1	0,5	0,5
1.15.	Построение диаграмм	1	0,5	0,5
1.16.	Настройка внешнего вида диаграмм	1		1
1.17.	Библиотека NumPy	4	1	3
1.18.	Проект «Исследование данных». Часть 1	1		1
1.19.	Проект «Исследование данных». Часть 2	1		1
1.20.	Обобщение и систематизация основных понятий темы «Анализ данных с использованием Python»	1		1
1.21.	Итоговая контрольная работа	1		1
2.	Машинное обучение	18	7	11
2.1.	Понятие и виды машинного обучения	1	0,5	0,5
2.2.	Анализ и визуализация данных	1	0,5	0,5
2.3.	Библиотеки машинного обучения	1	0,5	0,5
2.4.	Линейная регрессия	2	1	1
2.5.	Нелинейные зависимости	1	0,5	0,5
2.6.	Классификация. Логистическая регрессия	2	1	1
2.7.	Деревья решений. Часть 1	2	1	1
2.8.	Случайный лес	2	1	1

2.9.	Кластеризация	2	1	1
2.10.	Проект. Представление проекта	2		2
2.11	Проект «Основы машинного обучения»	1		1
2.12.	Итоговая проектная работа	1		1
3.	Нейросети. Введение	2	1,0	1,0
3.1.	Введение в нейросети	2	2	
3.2.	Проект	2		2
	ИТОГО	47	18,0	29,0

Содержание курса

Модуль (раздел) 1. Анализ данных на Python

Тема 1.1. Наука о данных. Структуры данных. Данные, наука о данных, открытые данные, источники данных, структуры данных (стек, массив, очередь, хэш-таблица).

Тема 1.2. Работа со списками Python. Структуры данных, списки, список, элемент списка, индекс, отрицательная индексация.

Тема 1.3. Работа с таблицами и подготовка данных. Списки в Python, операции над списками, основные методы для работы со списками. Работа с табличными данными. Функции мин(), макс() и срзнач() в Excel, поиск, очистка, преобразование, организация и сбор данных.

Тема 1.4. Библиотеки Python. Библиотека Pandas. Поиск, очистка, преобразование, организация и сбор данных. Библиотека языка программирования, библиотеки Python, библиотека Pandas, импорт библиотек.

Тема 1.5. Структуры данных в Pandas. Поиск, очистка, преобразование, организация и сбор данных, структуры данных в Pandas. Структура данных Series.

Тема 1.6. Структура данных Dataframe. Структура данных DataFrame, словарь, список, функция read_csv, методы head и tail.

Тема 1.7. Доступ к данным в структурах Pandas. DataFrame, функция display(), методы loc и iloc. Вывод данных по меткам и срезам меток, индексам и срезам индексов в Series. Вывод данных по атрибутам, срезам меток и логическим условиям в DataFrame

Тема 1.8. Работа с пропусками в данных. Простая фильтрация, функция query, логические условия. Пропуски данных, методы dropna, fillna.

Тема 1.9. Работа со структурами данных в Pandas. Информация о данных, методы `info` и `describe`, числовые и категориальные признаки. Агрегирующие функции `value_counts`, `unique`, `nunique`, `groupby`. Методы `min()`, `max()` и `mean()`. Объединение таблиц с помощью метода `merge`, параметры `on` и `how`.

Тема 1.10. Операции над данными. Арифметические и логические операции. Простейшие арифметические операторы, логические операторы, операции над столбцами датафрейма, присоединении серии к датафрейму; функции `query`, `str.match`, `str.contains`.

Тема 1.11. Статистические данные. Метод `describe`, числовые и категориальные показатели. Минимальное, максимальное и среднее арифметическое значения, квантили и стандартное отклонение.

Тема 1.12. Описательная статистика. Методы `info`, `describe`, `min`, `max`, `mean`. Условия фильтрации данных. Статистика по категориальным параметрам, фильтрация данных, статистические методы.

Тема 1.13. Библиотека визуализации данных. Визуализация данных, преимущества диаграмм и графиков. Виды диаграмм. Библиотеки Pandas, Matplotlib, Seaborn и построение графиков и диаграмм с помощью этих библиотек. Методы `plot`, `hist`, `scatter`, `joinplot`, `pairplot`, `countplot`.

Тема 1.14. Построение графиков. Типы сравнений и типы диаграмм, правила оформления диаграмм. Методы библиотеки Pandas для настройки внешнего вида графиков. Методы библиотеки Matplotlib для построения и настройки внешнего вида графиков.

Тема 1.15. Построение диаграмм. Методы `hist` и `scatter`, принципы построения столбчатых диаграмм. Функция `pivot_table`, метод `bar` и его параметры.

Тема 1.16. Настройка внешнего вида диаграмм. Методы и параметры для настройки внешнего вида гистограмм, столбчатых и точечных диаграмм.

Тема 1.17. Библиотека NumPy. Библиотека NumPy, массив. Массив в NumPy, характеристики массивов, их отличие от известных ранее структур данных, размерность массива, тип данных, доступ к элементам массива. Работа с массивами NumPy: создание, вывод элементов массива, операции над массивами.

Тема 1.18. Проект «Исследование данных». Часть 1. Основные понятия темы «Python для Data Science». Выполнение практической работы по исследованию данных в блокноте Jupyter Notebook.

Тема 1.19. Проект «Исследование данных». Часть 2. Основные понятия темы «Python для Data Science». Выполнение и презентация проекта «Исследование данных».

Тема 1.20. Обобщение и систематизация основных понятий темы «Анализ данных с использованием Python». Series, DataFrame, статистические методы, работа с NumPy. Понятия, изученные в модуле (разделе) «Анализ данных на Python».

Тема 1.21. Итоговая контрольная работа. Основные понятия модуля (раздела) «Анализ данных на Python». Выполнение контрольной работы.

Модуль (раздел) 2. Машинное обучение

Тема 2.1. Понятие и виды машинного обучения. Искусственный интеллект. Подход, основанный на правилах. Машинное обучение. История развития ИИ в играх. Сферы применения машинного обучения. Обучение с учителем, обучение без учителя. Задача регрессии, задача классификации, задача кластеризации. Отбор данных для модели машинного обучения.

Тема 2.2. Анализ и визуализация данных. Машинное обучение с учителем, машинное обучение без учителя, задача регрессии, задача классификации, задача кластеризации. Библиотеки pandas и matplotlib, чтение табличных данных, статистические показатели, построение диаграмм.

Тема 2.3. Библиотеки машинного обучения. Машинное обучение с учителем и без учителя, его преимущества. Постановка цели и задач, анализ данных. Обучающая и тренировочная выборки, задача регрессии, задача классификации. Тестовая и тренировочная выборка. Переобучение, недообучение, оптимальная модель, кросс-валидация. Библиотека sklearn, этапы и методы построения модели машинного обучения на Python (разделение датасета на тестовый и тренировочный, создание модели, обучение модели, прогноз результата, оценка алгоритма).

Тема 2.4. Линейная регрессия. Понятие линейной регрессии, целевая функция, линейное уравнение, гомоскедастичность данных. Этапы создания модели машинного обучения, подбор коэффициентов линейного уравнения.

Тема 2.5. Нелинейные зависимости. Создание, обучение и оценка модели линейной регрессии, визуализация данных на Python. Нелинейный функции, графики функций. Полиномиальное преобразование линейной регрессии.

Тема 2.6. Классификация. Логистическая регрессия. Классификация, логистическая регрессия, линейный классификатор, гиперплоскость, бинарная классификация, мультиклассовая классификация. Линейное уравнение, коэффициенты линейного уравнения, расположение точки относительно прямой, отступ объекта. Создание, обучение и оценка модели логистической регрессии. Матрица ошибок, метрики качества логистической регрессии, модель логистической регрессии на Python.

Тема 2.7. Деревья решений. Часть 1. Матрица ошибок, метрики качества логистической регрессии, модель логистической регрессии на Python.

Тема 2.8. Случайный лес. Дерево решений, атрибуты, эффективность разбиения, глубина дерева, идея алгоритма случайного леса, принцип мудрости толпы, случайный лес для решения задачи классификации и регрессии.

Тема 2.9. Кластеризация. Машинное обучение без учителя, классификация, кластеризация, алгоритм k-средних, центроид, расстояние между точками.

Тема 2.10. Проект. Представление проекта. Машинное обучение с учителем, задача классификации, метрики оценки качества классификации. Этапы разработки модели машинного обучения, анализ данных, создание и обучение модели, оценка эффективности работы модели.

Тема 2.11. Проект «Основы машинного обучения» (обобщение и систематизация основных понятий темы). Понятие и виды машинного обучения, линейная регрессия, логистическая регрессия, деревья решений, случайный лес, кластеризация. Понятия, изученные в модуле (разделе) «Машинное обучение».

Тема 2.12. Итоговая проектная работа. Понятия, изученные в модуле (разделе) «Машинное обучение». Выполнение и представление проекта.

Модуль (раздел) 3. Введение в нейросети.

Тема 3.1. Введение в нейросети. Искусственный нейрон, информационная модель искусственного нейрона, межнейронные связи, нейронная сеть, структурный подход к моделированию нейронных сетей, нейрокомпьютер, персептрон, генетический алгоритм, эволюционный подход к моделированию нейронных сетей, квазибиологический подход к моделированию нейронных сетей, молекулярный компьютер.

Тема 3.2. Проект. Нейронные сети, структурный подход к обучению нейросетей, моделирование двухслойной нейросети

Тематическое планирование с определением основных видов учебной деятельности

	Наименование темы	Краткое содержание	Виды учебной деятельности
1.	Анализ данных на Python		
1.1.	Наука о данных. Структуры данных	данные, наука о данных, открытые данные, источники данных, структуры данных (стек, массив, очередь, хэш-таблица)	<p><i>Аналитическая:</i> анализ трактовок понятия «наука о данных»; поиск ответов на проблемные вопросы учителя</p> <p><i>Коммуникационная:</i> обсуждение трактовок понятия «наука о данных», ответы на вопросы учителя, в том числе проблемные.</p> <p><i>Практическая:</i> работа в микрогруппах на 1 этапе урока (выполнение задания на опровержение или фактическое подтверждение одного из тезисов); поиск примеров сайтов-источников данных; решение проблемных заданий</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.2.	Работа со списками Python	структуры данных, списки, список, элемент списка, индекс, отрицательная индексация	<p><i>Экспертная:</i> обсуждение домашнего задания и его оценка</p> <p><i>Аналитическая:</i> анализ проблемной ситуации об организации хранения данных (на примерах); написание кода (этап 2 урока);</p> <p><i>Практическая:</i> решение проблемных заданий; практическая работа (этап 3 урока)</p> <p><i>Коммуникационная:</i> ответы на вопросы учителя, участие в групповом обсуждении при выполнении заданий.</p>

			<i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока
1.3.	Работа с таблицами и подготовка данных	списки в Python, операции над списками, основные методы для работы со списками, работа с табличными данными, функции мин(), макс() и срзнач() в Excel, поиск, очистка, преобразование, организация и сбор данных	<p><i>Аналитическая:</i> анализ проблемных ситуаций, поиск ответов на проблемные вопросы, выполнение задания на анализ данных с помощью функций Excel; анализ результатов выполнения заданий в Excel</p> <p><i>Практическая:</i> выполнение практической работы Excel</p> <p><i>Коммуникационная:</i> ответы на вопросы учителя, участие в групповом обсуждении при выполнении заданий.</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.4.	Библиотеки Python. Библиотека Pandas	поиск, очистка, преобразование, организация и сбор данных, библиотека языка программирования, библиотеки Python, библиотека Pandas, импорт библиотек	<p><i>Аналитическая:</i> поиск ответов на проблемные вопросы (например, провести аналогию библиотека языка программирования с обычной библиотекой), составления плана действий по изучению и анализу данных</p> <p><i>Практическая:</i> выполнение практической работы</p> <p><i>Коммуникационная:</i> ответы на вопросы учителя, участие в групповом обсуждении выполненного домашнего задания и в процессе выполнения заданий.</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.5.	Структуры данных в Pandas	поиск, очистка, преобразование, организация и сбор данных, структуры данных в Pandas, структура данных Series	<p><i>Аналитическая:</i> анализ выполненных домашних заданий; выполнение заданий по станциям.</p>

			<p><i>Практическая:</i> выполнение заданий по станциям, выполнение теста</p> <p><i>Коммуникационная:</i> ответы на вопросы учителя, участие в групповом обсуждении при выполнении заданий.</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.6.	Структура данных Dataframe	структура данных DataFrame, словарь, список, функция read_csv, методы head и tail	<p><i>Экспертная:</i> поиск и обсуждение ошибок по результатам выполнения заданий</p> <p><i>Аналитическая:</i> анализ выполненных практических заданий, поиск ошибок и их обоснование, анализ фрагмента кода (задание 4),</p> <p><i>Практическая:</i> выполнение заданий на создание объекта DataFrame из словаря и из списка списков (1 этап урока), выполнение заданий на считывание и ввод данных, анализ кода и т.д. (2 и 3 этапы урока)</p> <p><i>Коммуникационная:</i> ответы на вопросы учителя, участие во фронтальной беседе и групповом обсуждении при выполнении заданий.</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.7.	Доступ к данным в структурах Pandas	<p>DataFrame, функция display(), методы loc и iloc; вывод данных по меткам и срезам меток, индексам и срезам индексов в Series;</p> <p>вывод данных по атрибутам, срезам меток и логическим условиям в DataFrame</p>	<p><i>Аналитическая</i> при выполнении заданий</p> <p><i>Практическая</i> при выполнении всех заданий (индивидуально и в микрогруппах), при выполнении практической работы.</p> <p><i>Коммуникационная:</i> ответы на вопросы учителя, участие во фронтальном опросе и</p>

			<p>групповом обсуждении при выполнении заданий.</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.8.	Работа с пропусками в данных	<p>простая фильтрация, функция query, логические условия; пропуски данных, методы dropna, fillna</p>	<p><i>Аналитическая</i> при выполнении заданий и ответов на проблемные вопросы.</p> <p><i>Практическая</i> при выполнении заданий в парах.</p> <p><i>Коммуникационная:</i> участие во фронтальной беседе по обсуждению домашнего задания (модель урока – перевернутое обучение).</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.9.	Работа со структурами данных в Pandas	<p>информация о данных, методы info и describe, числовые и категориальные признаки, агрегирующие функции: value_counts, unique, nunique, groupby</p> <p>методы min(), max() и mean(); объединение таблиц с помощью метода merge, параметры on и how</p>	<p><i>Аналитическая</i> при выполнении практического задания на чтение данных из таблицы информации об игроках футбольных клубов, в том числе с применением метод describe(); при выполнении задания на исследование агрегирующих функций;</p> <p><i>Практическая:</i> при выполнении заданий, в том числе самостоятельных и исследовательских практических работ.</p> <p><i>Коммуникационная:</i> участие во фронтальной беседе по обсуждению домашнего задания (модель урока – перевернутое обучение).</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.10.	Операции над данными. Арифметические и логические операции	<p>простейшие арифметические операторы, логические операторы, операции над столбцами датафрейма, присоединении серии к</p>	<p><i>Аналитическая:</i> при выполнении заданий и ответов на уточняющие и проблемные вопросы учителя при выполнении заданий, при выполнении заданий на</p>

		датафрейму; функции query, str.match, str.contains	логические операции при фильтрации данных <i>Практическая:</i> при выполнении заданий на повторение арифметических и логических операторов в Python; при выполнении заданий с новой переменной sum; при выполнении заданий на логические операции с данными. <i>Коммуникационная:</i> участие во фронтальном обсуждении. <i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока
1.11.	Статистические данные	метод describe, числовые и категориальные показатели; минимальное, максимальное и среднее арифметическое значения, квартили и стандартное отклонение	<i>Аналитическая</i> при освоении способов вычисления различных статистических показателей и закреплении через выполнение заданий; при сравнении статистических показателей (на примере). <i>Практическая</i> при выполнении заданий на вычисление медианы, стандартного отклонения и квартили. <i>Коммуникационная:</i> участие во фронтальном обсуждении. <i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока
1.12.	Описательная статистика	методы info, describe, min, max, mean, условия фильтрации данных, статистика по категориальным параметрам, фильтрация данных, статистические методы	<i>Аналитическая</i> при выполнении заданий практической работы на применение статистических методов, а также при составлении задания на сложные условия фильтрации данных и статистических методов. <i>Практическая</i> при выполнении заданий. <i>Коммуникационная:</i> участие во фронтальном обсуждении проблемных ситуаций, ответы

			<p>на вопросы, обсуждение в группах.</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.13.	Библиотека визуализации данных	<p>визуализация данных, преимущества диаграмм и графиков; виды диаграмм; библиотеки Pandas, Matplotlib, Seaborn и построение графиков и диаграмм с помощью этих библиотек, методы plot, hist, scatter, joinplot, pairplot, countplot.</p>	<p><i>Аналитическая:</i> при выделении преимуществ визуализации данных до их табличного представления.</p> <p><i>Практическая:</i> при выполнении практических заданий в малых группах (1 этап урока); при выполнении практической работы (2 этап урока)</p> <p><i>Коммуникационная:</i> ответы на вопросы учителя, фронтальное обсуждение и обсуждение в малых группах</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.14.	Построение графиков	<p>типы сравнений и типы диаграмм, правила оформления диаграмм; методы библиотеки Pandas для настройки внешнего вида графиков; методы библиотеки Matplotlib для построения и настройки внешнего вида графиков</p>	<p><i>Аналитическая</i> при выполнении заданий на построение графиков с помощью инструментов библиотеки Pandas (этап 2 урока) и библиотеки Matplotlib (этап 3 урока).</p> <p><i>Практическая</i> при выполнении заданий на построение графиков с помощью инструментов библиотеки Pandas и библиотеки Matplotlib.</p> <p><i>Коммуникационная:</i> участие во фронтальном обсуждении домашнего задания и правил построения графиков (1 этап урока), выполненных заданий на 2 и 3 этапах урока.</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.15.	Построение диаграмм	<p>методы hist и scatter, принципы построения столбчатых диаграмм, функция pivot_table,</p>	<p><i>Аналитическая:</i> выполнение заданий на построение в Matplotlib диаграмм; на выбор</p>

		метод <code>bar</code> и его параметры	<p>вида столбчатой диаграммы для лучшей визуализации данных</p> <p><i>Практическая:</i> выполнение заданий и самостоятельной практической работы на построение столбчатых диаграмм</p> <p><i>Коммуникационная:</i> при обсуждении домашнего задания (целесообразность построения столбчатых диаграмм, виды столбчатых диаграмм, последовательность шагов по построению столбчатых диаграмм); при ответах на уточняющие вопросы учителя</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.16.	Настройка внешнего вида диаграмм	методы и параметры для настройки внешнего вида, гистограмм, столбчатых и точечных диаграмм	<p><i>Аналитическая:</i> при самостоятельном или в парах выполнении практических заданий по оформлению диаграмм.</p> <p><i>Практическая:</i> самостоятельная или в парах выполнение практических заданий по оформлению диаграмм.</p> <p><i>Коммуникационная:</i> при обсуждении домашнего задания (работа в парах)</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.17.	Библиотека NumPy (4)	библиотека NumPy, массив; массив в NumPy, характеристики массивов, их отличие от известных ранее структур данных, размерность массива, тип данных, доступ к элементам массива;	<p><i>Аналитическая:</i> при выделении и формулировании различий между массивами, сериями и датафреймами; при выполнении проблемных заданий; при выполнении заданий итоговой контрольной работы по теме библиотека NumPy.</p> <p><i>Практическая</i> при выполнении теста (1 этап 4 урока); при</p>

		<p>работа с массивами NumPy: создание, вывод элементов массива, операции над массивами</p>	<p>выполнении практических заданий на создание массивов в Python, при выполнении контрольной работы по теме библиотека NumPy.</p> <p><i>Коммуникационная:</i> при обсуждении домашнего задания (работа в парах); при выполнении заданий в малых группах, при участии в обсуждении, при ответах на вопросы учителя</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.18-1.19	<p>Проект «Исследование данных». Часть 1, Часть 2</p>	<p>Основные понятия темы «Python для Data Science»</p>	<p><i>Аналитическая</i> при выполнении заданий по исследованию данных (выполнение проекта в малых группах).</p> <p><i>Практическая</i> при выполнении проекта.</p> <p><i>Коммуникативная:</i> при обсуждении домашнего задания, при выполнении проекта в малых группах</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.20.	<p>Обобщение и систематизация основных понятий темы «Анализ данных с использованием Python»</p>	<p>Series, DataFrame, статистические методы, работа с NumPy; понятия, изученные в курсе «Анализ данных»</p>	<p><i>Аналитическая:</i> при создании синквейнов и визуальной карты знаний (обобщение, систематизация)</p> <p><i>Практическая</i> при создании синквейнов и визуальной карты знаний.</p> <p><i>Коммуникативная:</i> обсуждение в ходе выполнения заданий и презентации результатов работы, ответы на вопросы</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
1.21.	<p>Итоговая контрольная работа</p>	<p>основные понятия темы «Python для Data Science»</p>	<p><i>Аналитическая</i> при выполнении теста и задания итоговой контрольной работы по</p>

			<p>исследованию дата сета с информацией о пассажирах Титаника</p> <p><i>Практическая</i> при выполнении теста по разделу, задания итоговой контрольной работы.</p> <p><i>Рефлексивная</i>: заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
2.	Машинное обучение		
2.1.	Понятие и виды машинного обучения	Искусственный интеллект, подход, основанный на правилах, машинное обучение, история развития ИИ в играх, сферы применения машинного обучения; обучение с учителем, обучение без учителя, задача регрессии, задача классификации, задача кластеризации, отбор данных для модели машинного обучения	<p><i>Аналитическая</i> при сравнительном анализе подходов: обучение с учителем и обучение без учителя; при ответах на вопросы и фронтальном обсуждении вопросов по презентации.</p> <p><i>Практическая</i> при выполнении заданий практической работы.</p> <p><i>Коммуникационная</i>: ответы на вопросы учителя, участие во фронтальном обсуждении при выполнении заданий.</p> <p><i>Рефлексивная</i>: заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
2.2.	Анализ и визуализация данных	Машинное обучение с учителем, машинное обучение без учителя, задача регрессии, задача классификации, задача кластеризации; библиотеки pandas и matplotlib, чтение табличных данных, статистические показатели, построение диаграмм	<p><i>Аналитическая</i>: при поиске ответов на вопросы в ходе обсуждения выполненного домашнего задания, при выполнении заданий практической работы.</p> <p><i>Практическая</i>: при обсуждении выполненного домашнего задания; при фронтальном опросе и беседе, при выполнении заданий практической работы.</p> <p><i>Коммуникационная</i>: ответы на вопросы учителя, участие во фронтальном обсуждении при выполнении заданий.</p> <p><i>Рефлексивная</i>: заполнение листа рефлексии в конце урока</p>

2.3.	Библиотеки машинного обучения	<p>Машинное обучение с учителем и без учителя, его преимущества, постановка цели и задач, анализ данных, обучающая и тренировочная выборки, задача регрессии, задача классификации, тестовая и тренировочная выборка, переобучение, недообучение, оптимальная модель, кросс-валидация; библиотека sklearn, этапы построения модели машинного обучения на Python (train_test_split, LogisticRegression, fit, predict)</p>	<p><i>Аналитическая:</i> ответы на вопросы (анализ вопросов и поиск ответов) фронтальной беседы; анализ графиков моделей машинного обучения при выполнении задания «Проблемы в обучении модели».</p> <p><i>Практическая:</i> поиск ответов на вопросы фронтальной беседы и вопросы учителя в ходе урока.</p> <p><i>Коммуникационная:</i> участие во фронтальной беседе по материалу предыдущего урока; участие в обсуждении при выполнении задания в микрогруппе по анализу графиков машинного обучения».</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
2.4.	Линейная регрессия	<p>понятие линейной регрессии, целевая функция, линейное уравнение, гомоскедастичность данных; этапы создания модели машинного обучения, подбор коэффициентов линейного уравнения</p>	<p><i>Аналитическая:</i> анализ работы модели линейной регрессии (подбор коэффициентов линейного уравнения с несколькими переменными); анализ задач, представленных учителем, выбор из них задач регрессии; задание на анализ графиков и выбор из них того, который соответствует модели линейной регрессии; анализ точечных графика и выбор среди них набора данных, подходящих для решения задачи линейной регрессии; создание модели машинного обучения на Python.</p> <p><i>Практическая:</i> решение задач на выбор (из представленных учителем задач) задач регрессии; на выбор набора данных (по графикам), подходящих для решения задачи линейной регрессии;</p>

			<p>разбор задачи машинного обучения</p> <p><i>Коммуникационная:</i> участие во фронтальном обсуждении основных вопросы темы - линейная функция и линейное уравнение, которые уже изучались в курсе математики; обсуждение задач по графикам.</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
2.5.	Нелинейные зависимости	Создание, обучение и оценка модели линейной регрессии, визуализация данных на Python; нелинейный функции, графики функций; полиномиальное преобразование линейной регрессии	<p><i>Аналитическая:</i> создание модели линейной регрессии на основании простой таблицы с данными о зарплатах сотрудников, находящихся на разных должностях; написание кода.</p> <p><i>Практическая:</i> решение задач на создание модели линейной регрессии, ответы на вопросы учителя (повторение материала математики); выполнение задания на полиномиальную регрессию, написание кода для предсказания значения новой моделью и построение графиков исходных данных и модели.</p> <p><i>Коммуникационная:</i> участие во фронтальном обсуждении, ответы на вопросы учителя.</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
2.6.	Классификация. Логистическая регрессия (2 урока)	Классификация, логистическая регрессия, линейный классификатор, гиперплоскость, бинарная классификация, мультиклассовая классификация; линейное уравнение, коэффициенты линейного уравнения, расположение точки	<p><i>Аналитическая:</i> поиск ответов на проблемные вопросы и решение задач; самостоятельное составление модели логистической регрессии для предсказания вероятности в ближайшие 10 лет ишемической болезни сердца по различным признакам</p> <p><i>Практическая:</i> ответы на вопросы, подбор примеров</p>

		<p>относительно прямой, отступ объекта; создание, обучение и оценка модели логистической регрессии</p> <p>Матрица ошибок, метрики качества логистической регрессии, модель логистической регрессии на Python</p>	<p>задач классификации; ответы на проблемные вопросы при объяснении нового материала; решение задач на закрепление нового материала по теме; участие во фронтальной работе на 3-ем этапе первого урока; самостоятельное составление модели логистической регрессии (урок 2)</p> <p><i>Коммуникационная:</i> участие в обсуждении теста и основных понятий темы; ответы на вопросы учителя;</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
2.7.	Деревья решений. Часть 1	<p>Дерево решений, элементы деревьев: корень, листья; глубина дерева, жадный алгоритм, атрибут разбиения; энтропия, формула Шеннона, вероятность, критерий Джини</p>	<p><i>Аналитическая:</i></p> <p>поиск ответов на вопросы учителя при обсуждении нового типа алгоритма, поиск ответов на проблемные вопросы и решение задач</p> <p><i>Практическая:</i></p> <p>самостоятельная работа с алгоритмом дерева решений</p> <p><i>Коммуникационная:</i></p> <p>участие во фронтальном обсуждении.</p> <p><i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока</p>
2.8.	Случайный лес	<p>дерево решений, атрибуты, эффективность разбиения, глубина дерева, идея алгоритма случайного леса, принцип мудрости толпы, случайный лес для решения задачи классификации и регрессии</p>	<p><i>Аналитическая:</i> фронтальная работа с учителем на 2 этапе урока</p> <p><i>Практическая:</i> реализация случайного леса на Python с помощью Random Forest, параметры Random Forest для задач классификации и регрессии</p> <p><i>Коммуникационная:</i> участие в групповой работе на 1 этапе урока (ответы на вопросы</p>

			рефлексивного эссе), участие во фронтальной работе на 2 этапе урока. <i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока
2.9.	Кластеризация	машинное обучение без учителя, классификация, кластеризация, алгоритм k-средних, центроид, расстояние между точками	<i>Аналитическая:</i> решение задачи кластеризации <i>Практическая:</i> решение задачи кластеризации, выполнение практической работы. <i>Коммуникационная:</i> фронтальное обсуждение задачи кластеризации, выполнение практической работы в микрогруппе; ответы на вопросы учителя. <i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока
2.10.	Проект. Представление проекта	машинное обучение с учителем, задача классификации, метрики оценки качества классификации; этапы разработки модели машинного обучения, анализ данных, создание и обучение модели, оценка эффективности работы модели	<i>Аналитическая:</i> при разработке модели машинного обучения для решения задачи классификации <i>Практическая:</i> при выполнении в команде проекта по разработке модели машинного обучения для решения задачи классификации <i>Коммуникационная:</i> ответы на вопросы учителя (1 этап урока), обсуждение в команде в процессе выполнения проекта, <i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока
2.11	Проект «Основы машинного обучения»	понятие и виды машинного обучения, линейная регрессия, логистическая регрессия, деревья решений, случайный лес, кластеризация; понятия, изученные в разделе «Машинное обучение»	<i>Аналитическая:</i> при создании синквейнов и визуальной карты знаний (обобщение, систематизация) <i>Практическая</i> при создании синквейнов и визуальной карты знаний. <i>Коммуникативная:</i> обсуждение в ходе выполнения заданий и

			презентации результатов работы, ответы на вопросы <i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока
2.12.	Итоговая проектная работа	понятия, изученные в разделе «Машинное обучение»	<i>Аналитическая:</i> при выполнении теста и задания итоговой контрольной работы на классификацию апельсинов и грейпфрутов. <i>Практическая:</i> при выполнении теста по разделу, задания итоговой контрольной работы. <i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока.
3.	Нейросети. Введение		
3.1.	Введение в нейросети	искусственный нейрон, информационная модель искусственного нейрона, межнейронные связи, нейронная сеть, структурный подход к моделированию нейронных сетей, нейрокомпьютер, персептрон, генетический алгоритм, эволюционный подход к моделированию нейронных сетей, квазибиологический подход к моделированию нейронных сетей, молекулярный компьютер.	<i>Аналитическая:</i> анализ основных понятий и подходов; сравнительный анализ различных подходах к моделированию интеллектуальной деятельности; поиск ответов на проблемные вопросы учителя <i>Коммуникационная:</i> обсуждение понятий ответы на вопросы учителя, в том числе проблемные. <i>Рефлексивная:</i> заполнение листа рефлексии в конце урока
3.2.	Проект	нейронные сети, структурный подход к обучению нейросетей, моделирование двухслойной нейросети	<i>Аналитическая:</i> анализ понятий; актуализация знаний о машинном обучении; решение частных задач в рамках разработки двухслойной нейросети.

			<p><i>Практическая:</i> создании модели многослойной нейросети.</p> <p><i>Коммуникационная:</i> обсуждение понятий, ответы на вопросы учителя.</p>
--	--	--	--

Организационно-педагогические условия реализации курса

Освоение всех тем курса предполагает организацию фронтальной и групповой работе учащихся. Преимущественно фронтальная работа реализуется: на первом этапе урока – этапе проверки выполнения домашнего задания и актуализации знаний, а также на этапе закрепления знаний. Групповая работа организуется преимущественно на этапе закрепления знаний при решении заданий, в отдельных случаях – на этапе проверки выполнения домашнего задания и актуализации знаний. Методы проблемно-развивающего обучения используются на этапе изложения нового содержания по теме и его закреплении через систему проблемных вопросов по теме, дополнительных уточняющих проблемных вопросов и выполнение проблемных заданий. Дополнительным методическим подходом является использование модели «перевернутое обучение», когда учащиеся самостоятельно изучают теоретический материал дома, а на уроке проходит его обсуждение в формате фронтальной беседы и закрепление через решение задач в микрогруппах (до 4-5 человек). При организации урока по модели «перевернутое обучение» рекомендуется проводить такие урока двум учителям, что значительно повысит эффективность урока, особенно в части обсуждения учебного материала, самостоятельно освоенного учащимися дома с помощью видеоуроков. Рекомендуется, чтобы в обсуждении приняли участие все учащиеся.

При фронтальном выполнении задания учителю рекомендуется выполнять задание параллельно с учащимися, комментируя каждый шаг, демонстрируя свой экран через проектор и обсуждая выполнение задания с учащимися посредством уточняющих вопросов.

В конце каждого урока проводится обязательная рефлексия.

Информационное обеспечение. В учебно-методический комплект входят следующие методические и учебные материалы:

- Программа курса «Искусственного интеллект» (базовый) для старшей школы (10-11 классы).
- Методические рекомендации для учителя.

- Планы-сценарии уроков.
- Опорные презентации.
- Материалы к программе, содержащие задания для практической и самостоятельной работы обучающихся.
- Раздаточный материал и ссылки на необходимые приложения для практических работ, размещенные в планах-сценариях уроков.

Для реализации курса на основе программы необходимо наличие следующих *технических средств*:

- компьютерное рабочее место учителя, подключенное к сети Интернет (Wi-Fi или по кабелю),
- проекционное оборудование или интерактивная доска с возможностью демонстрации презентаций;
- компьютеры или ноутбуки, расположенные в компьютерном классе, где каждый ученик работает с устройством либо индивидуально, либо в парах;
- компьютеры или ноутбуки как учащихся, так и учителя должны быть на операционных системах Windows/MacOS;
- типовое программное обеспечение, применяемое общеобразовательными организациями;
- интегрированная среда разработки (IDE) для языка программирования Python;
- Jupyter Notebooks — среда разработки, для запуска файлов из материалов УМК с компьютера или из облачного хранилища.

Технические требования к ПО

ПК или ноутбук на базе ОС Windows, MacOS	
Системные требования Windows	Системные требования MacOS
<ul style="list-style-type: none"> • Операционная система Windows 7 или выше • Процессор Intel® Core Duo или аналогичный с частотой 1,5 ГГц или выше • 2/4 ГБ оперативной памяти для систем под управлением 32/64-битной Windows 	<ul style="list-style-type: none"> • Операционная система MacOS X 10.10 или выше • Процессор Intel® Core Duo или аналогичный с частотой 1,5 ГГц или выше • 1,5 ГБ оперативной памяти - Процессор Intel® Core Duo или аналогичный с частотой 1,5 ГГц или выше • 1,5 ГБ оперативной памяти

- Разрешение экрана 1024x768 или больше
- Наличие интернет-соединения
- Необходимо использовать актуальные версии одного из следующих браузеров: Edge, Chrome, Safari, Firefox, Opera

Формы аттестации

Все разделы предполагают выполнение и защиту проектов. Проекты по своей дидактической сущности нацелены на формирование способностей, позволяющих эффективно действовать в реальной жизненной ситуации. Обладая ими, учащиеся могут адаптироваться к изменяющимся условиям, ориентироваться в разнообразных ситуациях, работать в команде.

При работе над проектом появляется исключительная возможность формирования у учащихся компетентности разрешения проблем (поскольку обязательным условием реализации метода проектов в школе является решение учащимся собственных проблем средствами проекта), а также освоение способов деятельности, составляющих коммуникативную и информационную компетентности. На углубленном уровне курса предусмотрены проектные работы на темы «Решение задачи классификации», «Основы машинного обучения», «Кластеризация данных», «Создание многослойной нейросети». Темы проектов могут быть уточнены на усмотрение учителя и в зависимости от интересов учеников.

Проекты являются межпредметными, в отличие от монопроектов, частично выполняются во внеурочное время и под руководством нескольких специалистов в различных областях знания. Такие проекты требуют очень квалифицированной координации со стороны специалистов и слаженной работы многих творческих групп. Межпредметные проекты могут быть как небольшими, затрагивающими два-три предмета, так и направленными на решение достаточно сложных проблем, требующих содержательной интеграции многих областей знания.