Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение города Новосибирска
«Лицей №22 «Надежда Сибири»
Главный корпус на Советской: г. Новосибирск, ул. Советская, 63, тел. 222-35-15,
e-mail: l_22@edu54.ru
Корпус 99 на Чаплыгина: г. Новосибирск, ул. Чаплыгина, 59, тел. 223-74-15

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по информатике «Основы технологий искусственного интеллекта»

10-11 классы

(уровень среднего общего образования)

Разработчик: учитель информатики ВКК

Кириленко Юрий Александрович

2025

Рабочая программа по учебному предмету «Основы технологий искусственного интеллекта» (далее соответственно – программа по искусственному интеллекту, искусственный интеллект) составлена на основе Федеральной рабочей программы по информатике и является авторской, включает пояснительную записку, содержание обучения, планируемые результаты освоения программы по искусственному интеллекту, тематическое планирование.

Пояснительная записка отражает общие цели и задачи изучения искусственного интеллекта, место в структуре учебного плана, а также подходы к отбору содержания, к определению планируемых результатов.

Содержание обучения раскрывает содержательные линии, которые предлагаются для обязательного изучения в 10-11 классах на уровне среднего общего образования.

Планируемые результаты освоения программы по искусственному интеллекту включают личностные, метапредметные результаты за период обучения в 10-11 классах на уровне среднего общего образования, а также предметные достижения обучающегося.

1. Пояснительная записка

Общая характеристика учебного предмета

Искусственный интеллект, или наука о данных, представляет собой междисциплинарную область, объединяющую статистику, математику и информатику для анализа данных и извлечения из них полезной информации. Обучение основам Искусственный интеллект в школе открывает учащимся двери в мир анализа данных, помогая им развивать критическое мышление и навыки решения проблем, которые востребованы в современном цифровом обществе.

Функциональная значимость Искусственного интеллекта для школьников заключается в его способности обеспечивать понимание методов сбора, обработки и анализа данных. Эти знания необходимы для принятия обоснованных решений и решения разнообразных задач в различных сферах, включая науку, бизнес, медицину и социальные исследования.

Знание Искусственного интеллекта и умение работать с данными важно для каждого школьника, стремящегося понять современные технологии и их применение в реальной жизни. Понимание основ статистики, программирования и анализа данных помогает учащимся развивать аналитическое мышление, способности к исследовательской деятельности и креативность.

Искусственный интеллект, выполняя свои основные функции, позволяет учащимся работать с большими объемами данных, визуализировать результаты анализа, строить модели и делать предсказания. Эти навыки необходимы для успешного обучения и будущей профессиональной деятельности в различных областях.

Обучение Искусственному интеллекту направлено на развитие интеллектуальных и технических способностей учащихся, включая умение работать с данными, использовать инструменты анализа и визуализации, понимать и применять статистические методы. Это способствует развитию аналитического и логического мышления, навыков программирования и самообразования, что является важным для успешного обучения и дальнейшего профессионального роста.

Содержание программы по Искусственному интеллекту ориентировано также на развитие функциональной грамотности учащихся, включая умение читать и понимать научные тексты, использовать информацию из различных источников, оценивать ее и применять на практике для достижения поставленных целей, расширения своих знаний и возможностей, участия в социальной и профессиональной жизни.

Цели и задачи изучения учебного предмета «Искусственный интеллект».

Изучение искусственного интеллекта направлено на достижение следующих целей:

- Развитие аналитических навыков: Ознакомление школьников с основами Data Science для развития навыков анализа данных и принятия обоснованных решений.
- Повышение интереса к науке и технологиям: Стимулирование интереса учащихся к современным технологиям и методам обработки данных через практическое применение полученных знаний.

- Подготовка к профессиональной деятельности: Формирование базовых навыков, необходимых для дальнейшего обучения и профессиональной деятельности в сфере Искусственного интеллекта и смежных областях.

Задачи:

- Изучение основ Искусственного интеллекта: Ознакомление учащихся с основами работы с данными, включая сбор, обработку и анализ данных.
- Практическое применение знаний: Создание учебных проектов, позволяющих закрепить знания на практике, включая анализ реальных данных и визуализацию результатов.
- Работа с инструментами Искусственного интеллекта: Обучение использованию инструментов и языков программирования, таких как Python, для анализа данных, работы с библиотеками NumPy, pandas, matplotlib и scikit-learn.
- Применение статистических методов: Ознакомление с основными статистическими методами и их применением для анализа данных и построения моделей.
- Работа с большими данными: Ознакомление с основами работы с большими объемами данных и методами их обработки и анализа.
- Развитие навыков самостоятельной работы: Поощрение самостоятельного изучения новых инструментов и методов анализа данных, поиска решений и выполнения творческих проектов.
- Оценка и использование информации: Развитие у учащихся умений критически оценивать и использовать информацию из различных источников для решения поставленных задач.
- Социальная и профессиональная активность: Стимулирование участия учащихся в учебных и внеучебных проектах, конкурсах и олимпиадах, направленных на анализ данных и решение реальных проблем.

Особенности классов

Рабочая программа по предмету «Информатика. Искусственный интеллект» для 10-го и 11-го «ИП» класса предназначена для углубленного изучения учащимися информационно-технологического профиля в группе «Искусственный интеллект».

Место предмета в учебном плане лицея

Учебный план на изучение «Информатика. Искусственный интеллект» в 10 ПИ, 10 «И» классе среднего общего образования отводит 66 часов в 10-м классе и 60 часов в 11 классе за счёт части, формируемой участниками образовательных отношений.

Учебный год	Количество часов
	10 «ИП»
2025/2026	66
2026/2027	60

К тематическому планированию применяется модульный принцип построения образовательной программы, что позволяет выстраивать индивидуальную образовательную парадигму и обеспечивать саморазвитие при индивидуальном темпе работы с учебным материалом, контроль и самоконтроль знаний.

Используемые образовательные технологии, в том числе дистанционные

Обучение искусственному интеллекту может осуществляться с использованием дистанционных образовательных технологий (далее ДОТ), которое предполагает как

самостоятельное прохождение учебного материала учеником, так и с помощью сопровождения учителя. При применении ДОТ используются платформы: лицейская платформа дистанционного обучения Moodle, ФГИС «Моя школа», ГИС «Электронная школа» Новосибирской области.

При реализации рабочей программы могут быть использованы материалы для подготовки к профилям олимпиады КД НТИ и стандартов Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству «Профессионалы».

Информация о промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется по окончании учебного модуля с целью проверки степени и качества усвоения материала по результатам изучения тематических модулей и проводится в форме аттестационных работ.

Текущий контроль осуществляются с целью проверки степени и качества усвоения материала в ходе его изучения в следующих формах: самостоятельных и проверочных работ.

Текущий контроль и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с «Положением об осуществлении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, их формах, периодичности и порядке проведения муниципального автономного общеобразовательного учреждения города Новосибирска «Лицей № 22 «Надежда Сибири» (протокол педагогического совета №1 от 29.08.2023).

Итоговая аттестация проводится в соответствии с законодательством РФ.

Промежуточная аттестация
по искусственному интеллекту в 10 «ИП»

№ модульной	Название модуля	Количество часов в модуле	Номер урока ПА	Форма ПА
МР № 1	Предобработка данных	18	18	Аттестационная работа
МР № 2	Введение в машинное обучение	16	34	Аттестационная работа
МР № 3	Методы оптимизации	16	50	Аттестационная работа
МР № 4	Введение в нейронные сети	16	66	Аттестационная работа

Промежуточная аттестация
по искусственному интеллекту в 11 «ИП»

№ модульной	Название модуля	Количество часов в модуле	Номер урока ПА	Форма ПА
МР № 1	Нейронные сети	20	20	Аттестационная работа
МР № 2	Основы обработки естественного языка	22	42	Аттестационная работа
МР № 3	Временные ряды	18	60	Аттестационная работа

2. Содержание учебного предмета

10 класс

Модуль 1 «Предобработка данных»

Освоение математических основ Python, включая работу с библиотеками NumPy и SciPy для выполнения сложных вычислений, операций линейной алгебры и математического моделирования. Практическая работа с табличными данными через библиотеку Pandas: загрузка, очистка, преобразование и анализ структурированных данных, использование группировок, сводных таблиц и методов обработки пропущенных значений. Обработка текстовой информации с применением регулярных выражений, методов NLP для токенизации, лемматизации и анализа тональности текста. Работа со структурированными данными: парсинг JSON и XML, чтение и запись CSV/TSV файлов, преобразование между форматами. Основы цифровой обработки изображений с использованием OpenCV и PIL: фильтрация, преобразование, сегментация и анализ изображений. Визуализация данных средствами Matplotlib и Seaborn: построение графиков, гистограмм, диаграмм рассеяния и сложных композиций. Картографическая визуализация через API картографических сервисов и библиотеку Folium для создания интерактивных карт. Использование инструментов визуализации таблиц (например, Tabulate) для презентации данных. Методы предобработки данных: масштабирование признаков, кодирование категориальных переменных, обработка выбросов и дисбаланса классов. Завершение модуля практической работой, интегрирующей все изученные методы для решения комплексной задачи анализа и визуализации реальных данных.

Модуль 2 «Введение в машинное обучение»

Освоение введения в машинное обучение, включая базовые понятия, типы задач (обучение с учителем, без учителя, с подкреплением) и основные этапы workflow. Изучение регрессионного анализа моделей: от простой линейной регрессии до множественной полиномиальной, оценка качества моделей через метрики MSE, MAE, R^2. Практическая работа с ансамблевыми методами на основе деревьев решений — случайный лес и градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM), их настройка и применение для задач классификации и регрессии. Исследование метода опорных векторов (SVM) для линейной и нелинейной классификации, подбор гиперпараметров и ядерных функций. Освоение байесовских методов классификации, включая наивный байесовский классификатор и его применение к текстовым данным. Изучение алгоритмов кластеризации данных — k-средних, DBSCAN, иерархической кластеризации — для выявления скрытых паттернов и сегментации данных. Завершение модуля практической работой, интегрирующей все изученные методы: от предобработки данных и построения моделей до их оценки и интерпретации результатов, с акцентом на решение реальных задач машинного обучения.

Модуль 3 «Методы оптимизации»

Освоение бэггинг-ансамблей моделей, включая алгоритм случайного леса как ключевой пример, с акцентом на снижение дисперсии и повышение устойчивости моделей через агрегацию предсказаний множества независимых базовых алгоритмов. Изучение бустинг-ансамблей, таких как AdaBoost, Gradient Boosting и XGBoost, с фокусом на последовательное улучшение предсказаний за счет коррекции ошибок предыдущих моделей и минимизацию смещения. Практическая работа со стекинг-ансамблями, комбинирующими разнородные модели через мета-обучатель для достижения более точных и robust предсказаний. Применение матричных разложений: метода главных компонент (PCA) для снижения размерности и визуализации данных, а также независимого компонентного анализа (ICA) для разделения смешанных сигналов. Освоение обучения метрических преобразований, включая метод k ближайших соседей с обучением метрики (LMNN) для улучшения классификации в пространстве признаков. Исследование методов подбора гиперпараметров: от сеточного и случайного поиска до оптимизации на основе байесовских методов и оптимизации в режиме кросс-валидации. Завершение модуля практической работой, интегрирующей все изученные методы оптимизации: от выбора и настройки ансамблевых моделей до применения методов снижения размерности и

тонкой настройки гиперпараметров для достижения максимальной производительности моделей на реальных данных.

Модуль 4 «Введение в нейронные сети»

Освоение архитектуры полносвязных нейронных сетей, включая понимание слоев, функций активации и принципов forward propagation. Изучение процесса обучения нейронных сетей через алгоритм обратного распространения ошибки (backpropagation), расчет градиентов и обновление весов с использованием методов оптимизации (SGD, Adam). Практическое введение в фреймворк PyTorch: создание тензоров, построение вычислительных графов, определение архитектуры моделей через модуль nn и организация циклов обучения. Исследование методов ускорения обучения (инициализация весов, изменение learning rate) и снижения переобучения (регуляризация L1/L2, dropout, batch normalization). Освоение основ компьютерного зрения: обработка изображений, сверточные операции и знакомство с простыми CNN-архитектурами для задач классификации изображений. Завершение модуля практической работой, интегрирующей все изученные концепции: от проектирования и обучения полносвязных сетей до применения методов борьбы с переобучением и решения базовых задач компьютерного зрения с использованием PyTorch.

11 класс

Модуль 1 «Нейронные сети»

Освоение повторения материалов по архитектурам нейронных сетей, включая закрепление понимания прямого и обратного распространения, а также принципов работы сверточных слоев. Изучение различных видов сверток: стандартных, расширенных (dilated), разделяемых (depthwise) и транспонированных, их применения для эффективного извлечения признаков из многомерных данных. Практическая работа с методами оптимизации нейронных сетей: адаптивные алгоритмы (Adam, RMSprop), планировщики скорости обучения, методы ускорения сходимости и избежания локальных минимумов. Исследование современных методов регуляризации: L1/L2-регуляризация, dropout, batch normalization, label smoothing и их роль в снижении переобучения сложных моделей. Освоение техник аугментации данных для изображений, текстов и временных рядов, позволяющих увеличивать разнообразие тренировочных данных без сбора новых образцов. Изучение переноса обучения и работы с предобученными моделями, создание и использование векторных представлений изображений для решения задач с ограниченными данными. Практическое применение методов детекции и локализации объектов на основе архитектуры YOLO (You Only Look Once) для реального времени обработки видео. Освоение семантической сегментации изображений с использованием U-Net и подобных архитектур для поточечной классификации. Завершение модуля практической работой, интегрирующей все изученные методы: от построения и оптимизации сложных сверточных сетей до решения практических задач компьютерного зрения с применением переноса обучения, аугментации и современных архитектур для детекции и сегментации.

Модуль 2 «Основы обработки естественного языка»

Освоение методов создания векторных представлений текста, включая изучение подходов TF-IDF, Bag of Words и современных эмбеддинговых техник. Практическая работа по предобработке текстовых данных: токенизация, лемматизация, стемминг, удаление стоп-слов и обработка специальных символов для подготовки корпусов текстов. Изучение алгоритма word2vec и его архитектур (Skip-gram и CBOW) для обучения распределенных векторных представлений слов, сохраняющих семантические и синтаксические отношения. Выполнение практической работы по обучению и визуализации word2vec-моделей на реальных текстовых данных с анализом полученных эмбеддингов. Освоение архитектур рекуррентных нейронных сетей (RNN), включая LSTM и GRU, для обработки последовательностей текста и учета контекстной зависимости. Практическая работа по построению и обучению RNN-моделей для задач классификации текстов, генерации последовательностей и анализа тональности. Завершение модуля итоговой работой, интегрирующей все изученные методы обработки естественного языка: от предобработки сырых

текстовых данных и создания векторных представлений до построения сложных рекуррентных сетей для решения практических задач NLP с оценкой качества моделей и интерпретацией результатов.

Модуль 3 «Временные ряды»

Освоение основ анализа временных рядов, включая изучение компонент ряда (тренд, сезонность, шум), стационарности и методов их визуализации. Практическое применение методов машинного обучения для прогнозирования временных рядов: от линейных моделей и случайного леса до градиентного бустинга и рекуррентных нейронных сетей. Изучение библиотеки TSNA (Time Series Numerical Analysis) для вычисления статистических характеристик, декомпозиции рядов и выявления аномалий. Освоение адаптивных методов прогнозирования, таких как экспоненциальное сглаживание (ETS), модель Хольта-Винтерса и ARIMA-семейство моделей, включая подбор параметров и оценку качества прогнозов. Завершение модуля практической работой, интегрирующей все изученные методы: от предобработки и анализа временных рядов до построения и сравнения различных моделей прогнозирования с интерпретацией результатов и оценкой их точности на реальных данных.

3. Планируемые образовательные результаты освоения учебного предмета Искусственный интеллект

Личностные результаты

1. сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и техники;
2. готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;
3. навыки сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;
4. эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного и технического творчества;
5. осознанный выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов; отношение к профессиональной деятельности как возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем.

Метапредметные результаты:

Выпускник научится:

1. самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях;
2. продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты;
3. владеть навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем;
4. использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности.

Выпускник получит возможность научиться:

1. быть готовым и способным к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, включая умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников;
2. быть способным и готовым к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания.

Регулятивные универсальные учебные действия

1. самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;
2. оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей, основываясь на соображениях этики и морали;
3. ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
4. оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели;
5. выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач, оптимизируя материальные и нематериальные затраты;
6. организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;
7. сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.

Познавательные универсальные учебные действия

1. искать и находить обобщенные способы решения задач, в том числе, осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
2. критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
3. использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках;
4. находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития;
5. выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия;
6. выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;
7. менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности.

Коммуникативные универсальные учебные действия

1. осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами), подбирать партнеров для деловой коммуникации исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
2. при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т.д.);
3. координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
4. развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
5. распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы, выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений.

Предметные результаты

Выпускник будет демонстрировать:

1) систематизация знаний, относящихся к *математическим объектам информатики*; умение строить математические объекты информатики, в том числе логические формулы;

2) сформированность базовых навыков и умений по соблюдению требований *техники безопасности*, гигиены и ресурсосбережения при работе со средствами информатизации;

3) владение опытом построения и использования *компьютерно-математических моделей*, проведения экспериментов и статистической обработки данных с помощью компьютера, интерпретации результатов, получаемых в ходе моделирования реальных процессов; умение оценивать числовые параметры моделируемых объектов и процессов; сформированность представлений о необходимости *анализа соответствия модели* и моделируемого объекта (процесса);

4) сформированность представлений о способах хранения и простейшей обработке данных; умение пользоваться *базами данных* и справочными системами; владение основными сведениями о базах данных, их структуре, средствах создания и работы с ними;

Выпускник получит возможность продемонстрировать:

1. владение системой базовых знаний, отражающих *вклад информатики* в формирование современной научной картины мира;

2. владение навыками *алгоритмического мышления* и понимание необходимости формального описания алгоритмов.

4. Тематическое планирование

10 класс

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
Модуль «Предобработка данных» - 18 часов					
1.1	Фундаментальная обработка и анализ табличных данных	9		9	Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).
1.2	Работа со специализированными данными и визуализация	8		8	
1.3	Модульная работа «Предобработка данных»	1	1		
Модуль «Введение в машинное обучение» - 16 часов					
2.1	Обучение с учителем: от регрессии до классификации	8		8	Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).
2.2	Обучение без учителя и ансамблевые методы	7		7	
2.3	Модульная работа «Введение в машинное обучение»	1	1		

Модуль «Методы оптимизации» - 16 часов					
3.1	Ансамблевые методы и композиции моделей	8		8	Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).
3.2	Снижение размерности и оптимизация моделей	7		7	
3.4	Модульная работа «Методы оптимизации»	1	1		
Модуль «Введение в Нейронные сети» - 16 часов					
4.1	Основы нейронных сетей и фреймворки	8		8	Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).
4.2	Практика глубокого обучения и компьютерное зрение	7		7	
4.3	Модульная работа «Введение в нейронные сети»	1	1		

11 класс

№ п/п	**Наименование разделов и тем программы**	**Количество часов**			**Электронные (цифровые) образовательные ресурсы**
		Всего	**Контрольные работы**	**Практические работы**	
Модуль «Нейронные Сети» - 20 часов					
1.1	Архитектуры и методы оптимизации сверточных сетей	10		10	Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).
1.2	Современные задачи компьютерного зрения и трансферное обучение	9		9	
1.3	Модульная работа «Предобработка данных»	1	1		
Модуль «Основы обработки естественного языка» - 22 часа					
2.1	Векторные представления и семантический анализ текста	11		11	Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).
2.2	Рекуррентные нейронные сети и их применение	10		10	

2.3	Модульная работа «Введение в машинное обучение»	1	1		
Модуль «Временные ряды» - 18 часов					
3.1	Классические методы анализа и прогнозирования временных рядов	8		8	Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).
3.2	Современные ML-подходы и адаптивное прогнозирование	9		9	
3.4	Модульная работа «Методы оптимизации»	1	1		

5. Поурочное планирование

10 класс

№ п/п	**Наименование разделов и тем программы**	**Количество часов**			**Электронные (цифровые) образовательные ресурсы**
		Всего	**Контрольные работы**	**Практические работы**	
1.	Математические основы Python. Числа, операторы, выражения	1		1	Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).
2.	Математические основы Python. Библиотеки math и numpy: вычисления на практике	1		1	
3.	Работа с табличными данными. Структура таблиц, библиотека pandas	1		1	
4.	Работа с табличными данными. Фильтрация, сортировка и группировка данных	1		1	
5.	Обработка текстовой информации. Строки и методы работы с текстом	1		1	
6.	Обработка текстовой информации. Регулярные	1		1	

	выражения и анализ текста				
7.	Структурированные данные: JSON и XML. Форматы и их структура	1		1	
8.	Структурированные данные: CSV и TSV. Чтение и запись табличных файлов	1		1	
9.	Цифровая обработка изображений. Пиксели, цветовые модели, форматы	1		1	
10.	Цифровая обработка изображений. Фильтры и преобразования (Pillow)	1		1	
11.	Визуализация данных. Matplotlib: основы построения графиков	1		1	
12.	Визуализация данных. Matplotlib: настройка диаграмм и подписей	1		1	
13.	Картографическая визуализация. Работа с геоданными	1		1	
14.	Картографическая визуализация. Использование API для карт	1		1	
15.	Инструменты визуализации таблиц. Построение наглядных таблиц	1		1	
16.	Инструменты визуализации таблиц. Стилизация и интерактивные таблицы	1		1	
17.	МР. Предобработка данных. Очистка и нормализация данных	1		1	
18.	МР. Предобработка данных. Кодирование	1	1		

	признаков и подготовка выборки				
19.	Введение в машинное обучение. Основные понятия и задачи ML	1		1	Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).
20.	Введение в машинное обучение. Этапы построения модели на практике	1		1	
21.	Регрессионный анализ моделей. Линейная регрессия	1		1	
22.	Регрессионный анализ моделей. Оценка качества и многофакторная регрессия	1		1	
23.	Ансамбли на основе деревьев решений. Деревья решений и случайный лес	1		1	
24.	Ансамбли на основе деревьев решений. Градиентный бустинг на практике	1		1	
25.	Метод опорных векторов (SVM). Принцип работы и разделяющая гиперплоскость	1		1	
26.	Метод опорных векторов (SVM). Ядра и решение задач классификации	1		1	
27.	Байесовские методы классификации. Теорема Байеса и наивный классификатор	1		1	
28.	Байесовские методы классификации. Применение к анализу текстов	1		1	
29.	Алгоритмы кластеризации данных. Метод k-средних	1		1	
30.	Алгоритмы кластеризации	1		1	

	данных. Иерархическая кластеризация				
31.	Алгоритмы кластеризации данных. Плотностная кластеризация DBSCAN	1		1	
32.	Алгоритмы кластеризации данных. Оценка качества кластеризации на практике	1		1	
33.	МР. Введение в машинное обучение. Обобщение основных методов	1			
34.	МР. Введение в машинное обучение. Итоговый практикум по построению моделей	1	1		
35.	Бэггинг-ансамбли моделей. Принцип бэггинга и бутстрэп-выборки	2		1	Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).
36.	Бэггинг-ансамбли моделей. Построение и оценка бэггинг-модели	2		1	
37.	Ансамбли: Бустинг. Идея последовательного обучения моделей	2		1	
38.	Ансамбли: Бустинг. AdaBoost и градиентный бустинг на практике	2		1	
39.	Ансамбли: Стекинг. Архитектура стекинга и базовые модели	2		1	
40.	Ансамбли: Стекинг. Построение мета-модели и оценка результата	4		1	
41.	Матричные разложения: PCA и	2		1	

	ICA. Снижение размерности данных				
42.	Матричные разложения: PCA и ICA. Практическое применение к данным			1	
43.	Обучение метрических преобразований. Метрики расстояний и их роль			1	
44.	Обучение метрических преобразований. Построение метрических моделей			1	
45.	Подбор гиперпараметров. Grid Search и Random Search			1	
46.	Подбор гиперпараметров. Кросс-валидация и оценка моделей			1	
47.	Подбор гиперпараметров. Байесовская оптимизация			1	
48.	Подбор гиперпараметров. Практикум по настройке моделей			1	
49.	МР. Методы оптимизации. Градиентный спуск и его разновидности				
50.	МР. Методы оптимизации. Практическое применение методов оптимизации			1	
51.	Полносвязные нейронные сети. Архитектура и принцип работы	1		1	Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).
52.	Полносвязные нейронные сети. Построение сети на	1		1	

	практике				
53.	Обучение нейронных сетей. Функции потерь и обратное распространение ошибки	1		1	
54.	Обучение нейронных сетей. Оптимизаторы и процесс обучения	1		1	
55.	Введение в PyTorch. Тензоры и основы работы с библиотекой	1		1	
56.	Введение в PyTorch. Автоматическое дифференцирование (autograd)	1		1	
57.	Введение в PyTorch. Создание модели и обучающего цикла	1		1	
58.	Введение в PyTorch. Загрузка данных и работа с DataLoader	1		1	
59.	Ускорение обучения и снижение переобучения. Регуляризация и Dropout	1		1	
60.	Ускорение обучения и снижение переобучения. Нормализация и ранняя остановка	1		1	
61.	Основы компьютерного зрения. Изображения как данные для нейросети	1		1	
62.	Основы компьютерного зрения. Свёрточные слои и фильтры	1		1	
63.	Основы компьютерного зрения. Построение свёрточной сети (CNN)	1		1	
64.	Основы	1		1	

	компьютерного зрения. Практикум по классификации изображений				
65.	МР. Введение в нейронные сети. Обобщение основных понятий	1			
66.	МР. Введение в нейронные сети. Итоговый практикум по нейросетям	1	1		

11 класс

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1.	Повторение материалов. Основы машинного обучения и предобработка данных	1		1	
2.	Повторение материалов. Классические алгоритмы и ансамбли моделей	1		1	
3.	Повторение материалов. Полносвязные нейронные сети и их обучение	1		1	
4.	Повторение материалов. PyTorch и основы компьютерного зрения	1		1	
5.	Виды сверток. Стандартные и расширенные свёртки	1		1	
6.	Виды сверток. Глубинно-разделимые и транспонированные свёртки	1		1	
7.	Методы оптимизации.	1		1	

	Градиентный спуск и его модификации				
8.	Методы оптимизации. Adam, RMSProp и настройка скорости обучения	1		1	
9.	Регуляризация. Dropout и L1/L2-регуляризация	1		1	
10.	Регуляризация. Batch Normalization и борьба с переобучением	1		1	
11.	Аугментация. Геометрические и цветовые преобразования изображений	1		1	
12.	Аугментация. Применение аугментации на практике	1		1	
13.	Перенос обучения. Векторные представления изображений. Предобученные модели	1		1	
14.	Перенос обучения. Векторные представления изображений. Fine-tuning на практике	1		1	
15.	Детекция и локализация объектов YOLO. Принцип работы детекторов	1		1	
16.	Детекция и локализация объектов YOLO. Обучение и применение YOLO	1		1	
17.	Семантическая сегментация. Архитектуры сегментационных сетей	1		1	
18.	Семантическая	1		1	

	сегментация. Построение модели сегментации на практике				
19.	МР. Нейронные сети. Обобщение архитектур и методов	1			
20.	МР. Нейронные сети. Итоговый практикум по нейронным сетям	1	1		
21.	Векторные представления текста. Способы кодирования слов (Bag of Words, TF-IDF)	1		1	Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).
22.	Векторные представления текста. Плотные векторные представления (эмбеддинги)	1		1	
23.	Предобработка текстовых данных. Токенизация и нормализация текста	1		1	
24.	Предобработка текстовых данных. Удаление стоп-слов и лемматизация	1		1	
25.	Предобработка текстовых данных. Стемминг и очистка текста	1		1	
26.	Предобработка текстовых данных. Практикум по подготовке текстового корпуса	1		1	
27.	word2vec. Архитектуры CBOW и Skip-gram	1		1	
28.	word2vec. Обучение и свойства векторных представлений	1		1	
29.	Практическая работа word2vec. Подготовка данных	1		1	

	и обучение модели				
30.	Практическая работа word2vec. Поиск похожих слов и арифметика векторов	1		1	
31.	Практическая работа word2vec. Визуализация эмбеддингов	1		1	
32.	Практическая работа word2vec. Применение модели в задаче классификации	1		1	
33.	Рекуррентные нейронные сети. Архитектура и принцип работы RNN	1		1	
34.	Рекуррентные нейронные сети. Проблема затухающих градиентов	1		1	
35.	Рекуррентные нейронные сети. Ячейки LSTM	1		1	
36.	Рекуррентные нейронные сети. Ячейки GRU и двунаправленные сети	1		1	
37.	Практическая работа RNN. Подготовка последовательностей данных	1		1	
38.	Практическая работа RNN. Построение и обучение модели	1		1	
39.	Практическая работа RNN. Генерация текста	1		1	
40.	Практическая работа RNN. Классификация последовательностей	1		1	
41.	МР. Основы обработки естественного языка. Обобщение методов	1			

	NLP				
42.	MP. Основы обработки естественного языка. Итоговый практикум по NLP	1	1		
43.	Анализ временных рядов. Понятие временного ряда и его компоненты	1		1	Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).
44.	Анализ временных рядов. Тренд, сезонность и стационарность	1		1	
45.	Анализ временных рядов. Сглаживание и автокорреляция	1		1	
46.	Анализ временных рядов. Практикум по исследованию временного ряда	1		1	
47.	Машинное обучение для прогнозирования временного ряда. Формирование признаков	1		1	
48.	Машинное обучение для прогнозирования временного ряда. Модели регрессии для прогноза	1		1	
49.	Машинное обучение для прогнозирования временного ряда. Оценка качества прогноза	1		1	
50.	Машинное обучение для прогнозирования временного ряда. Практикум по прогнозированию	1		1	
51.	TSNA. Основы анализа сетевых временных рядов	1		1	
52.	TSNA. Методы выявления закономерностей	1		1	
53.	TSNA. Инструменты анализа TSNA	1		1	
54.	TSNA. Практикум по	1		1	

	анализу данных				
55.	Адаптивные методы прогнозирования. Экспоненциальное сглаживание	1		1	
56.	Адаптивные методы прогнозирования. Модели Хольта и Хольта-Уинтерса	1		1	
57.	Адаптивные методы прогнозирования. Модели ARIMA	1		1	
58.	Адаптивные методы прогнозирования. Практикум по адаптивному прогнозированию	1		1	
59.	МР. Временные ряды. Обобщение методов анализа и прогнозирования	1			
60.	МР. Временные ряды. Итоговый практикум по временным рядам	1	1		

6. Перечень (кодификатор) распределенных по классам проверяемых требований к результатам освоения программы и элементов ее содержания

ПРОВЕРЯЕМЫЕ НА ЕГЭ ПО ИНФОРМАТИКЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1.	*Знать (понимать)*
1.1	Понимание основных принципов устройства и функционирования современных стационарных и мобильных компьютеров; тенденций развития компьютерных технологий; владение навыками работы с операционными системами и основными видами программного обеспечения для решения учебных задач по выбранной специализации
1.4	Понимание базовых алгоритмов обработки числовой и текстовой информации (запись чисел в позиционной системе счисления, делимость целых чисел; нахождение всех простых чисел в заданном диапазоне; обработка многоразрядных целых чисел; анализ символьных строк и других), алгоритмов поиска и сортировки
1.5	Знание функциональные возможности инструментальных средств среды разработки

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1.6	Владение основными сведениями о базах данных, их структуре, средствах создания и работы с ними
1.7	Понимание возможностей и ограничений технологий искусственного интеллекта в различных областях; наличие представлений об использовании информационных технологий в различных профессиональных сферах
2.	*Уметь*
2.1	Умение использовать компьютерно-математические модели для анализа объектов и процессов: формулировать цель моделирования, выполнять анализ результатов, полученных в ходе моделирования; оценивать адекватность модели моделируемому объекту или процессу; представлять результаты моделирования в наглядном виде
2.2	Умение классифицировать основные задачи анализа данных (прогнозирование, классификация, кластеризация, анализ отклонений); понимать последовательность решения задач анализа данных: сбор первичных данных, очистка и оценка качества данных, выбор и (или) построение модели, преобразование данных, визуализация данных, интерпретация результатов
2.9	Умение анализировать алгоритмы с использованием таблиц трассировки; определять без использования компьютера результаты выполнения несложных программ, включающих циклы, ветвления и подпрограммы, при заданных исходных данных
2.10	Умение определять сложность изучаемых в курсе базовых алгоритмов (суммирование элементов массива, сортировка массива, переборные алгоритмы, двоичный поиск) и приводить примеры нескольких алгоритмов разной сложности для решения одной задачи
2.11	Владение универсальным языком программирования высокого уровня (Паскаль, Python, Java, C++, C#), представлениями о базовых типах данных и структурах данных; умение использовать основные управляющие конструкции; умение осуществлять анализ предложенной программы: определять результаты работы программы при заданных исходных данных; определять, при каких исходных данных возможно получение указанных результатов; выявлять данные, которые могут привести к ошибке в работе программы; формулировать предложения по улучшению программного кода
2.12	Умение реализовывать на выбранном для изучения языке программирования высокого уровня (Паскаль, Python, Java, C++, C#) типовые алгоритмы обработки чисел, числовых последовательностей и массивов: представление числа в виде набора простых сомножителей; нахождение максимальной (минимальной) цифры натурального числа, записанного в системе счисления с основанием, не превышающим 10; вычисление обобщённых характеристик элементов массива или числовой последовательности (суммы, произведения среднего арифметического, минимального и максимального элементов, количества элементов, удовлетворяющих заданному условию); сортировку элементов массива; умение использовать в программах данные различных типов с учётом ограничений на диапазон их возможных значений, применять при решении задач структуры данных (списки, словари, стеки, очереди, деревья); применять стандартные и собственные подпрограммы для обработки числовых данных и символьных строк; использовать при

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
	разработке программ библиотеки подпрограмм; умение использовать средства отладки программ в среде программирования

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ПРОВЕРЯЕМЫХ НА ЕГЭ ПО ИНФОРМАТИКЕ

Код	Проверяемый элемент содержания
3	Алгоритмы и программирование
3.1	Формализация понятия алгоритма. Машина Тьюринга как универсальная модель вычислений
3.2	Оценка сложности вычислений. Время работы и объём используемой памяти, их зависимость от размера исходных данных. Оценка асимптотической сложности алгоритмов. Алгоритмы полиномиальной сложности. Переборные алгоритмы. Примеры различных алгоритмов решения одной задачи, которые имеют различную сложность
3.3	Определение возможных результатов работы простейших алгоритмов управления исполнителями и вычислительных алгоритмов. Определение исходных данных, при которых алгоритм может дать требуемый результат
3.4	Алгоритмы обработки натуральных чисел, записанных в позиционных системах счисления: разбиение записи числа на отдельные цифры, нахождение суммы и произведения цифр, нахождение максимальной (минимальной) цифры. Представление числа в виде набора простых сомножителей. Алгоритм быстрого возведения в степень. Поиск простых чисел в заданном диапазоне с помощью алгоритма «решето Эратосфена»
3.5	Многоразрядные целые числа, задачи длинной арифметики
3.6	Язык программирования (Паскаль, Python, Java, C++, C#). Типы данных: целочисленные, вещественные, символьные, логические. Ветвления. Сложные условия. Циклы с условием. Циклы по переменной. Обработка данных, хранящихся в файлах. Текстовые и двоичные файлы. Файловые переменные (файловые указатели). Чтение из файла. Запись в файл. Разбиение задачи на подзадачи. Подпрограммы (процедуры и функции). Использование стандартной библиотеки языка программирования
3.7	Рекурсия. Рекурсивные процедуры и функции. Использование стека для организации рекурсивных вызовов
3.8	Численные методы. Точное и приближённое решения задачи. Численное решение уравнений с помощью подбора параметра. Численные методы решения уравнений: метод перебора, метод половинного деления. Приближённое вычисление длин кривых. Вычисление площадей фигур с помощью численных методов (метод прямоугольников, метод трапеций). Поиск максимума (минимума) функции одной переменной методом половинного деления
3.9	Обработка символьных данных. Встроенные функции языка программирования для обработки символьных строк. Алгоритмы обработки символьных строк: подсчёт количества появлений символа в строке, разбиение строки на слова по пробельным символам, поиск подстроки внутри данной строки, замена найденной подстроки на

Код	Проверяемый элемент содержания
	другую строку. Генерация всех слов в некотором алфавите, удовлетворяющих заданным ограничениям. Преобразование числа в символьную строку и обратно
3.10	Массивы и последовательности чисел. Вычисление обобщённых характеристик элементов массива или числовой последовательности (суммы, произведения, среднего арифметического, минимального и максимального элементов, количества элементов, удовлетворяющих заданному условию). Линейный поиск заданного значения в массиве. Алгоритмы работы с элементами массива с однократным просмотром массива. Сортировка одномерного массива. Простые методы сортировки (метод пузырька, метод выбора, сортировка вставками). Сортировка слиянием. Быстрая сортировка массива (алгоритм QuickSort). Двоичный поиск в отсортированном массиве
3.11	Двумерные массивы (матрицы). Алгоритмы обработки двумерных массивов: заполнение двумерного числового массива по заданным правилам, поиск элемента в двумерном массиве, вычисление максимума (минимума) и суммы элементов двумерного массива, перестановка строк и столбцов двумерного массива
3.12	Словари (ассоциативные массивы, отображения). Хэш-таблицы. Построение алфавитно-частотного словаря для заданного текста
3.13	Стеки. Анализ правильности скобочного выражения. Вычисление арифметического выражения, записанного в постфиксной форме. Очереди. Использование очереди для временного хранения данных
3.14	Алгоритмы на графах. Построение минимального остовного дерева взвешенного связного неориентированного графа. Количество различных путей между вершинами ориентированного ациклического графа. Алгоритм Дейкстры
3.15	Деревья. Реализация дерева с помощью ссылочных структур. Двоичные (бинарные) деревья. Построение дерева для заданного арифметического выражения. Рекурсивные алгоритмы обхода дерева. Использование стека и очереди для обхода дерева
3.16	Динамическое программирование как метод решения задач с сохранением промежуточных результатов. Задачи, решаемые с помощью динамического программирования: вычисление рекурсивных функций, подсчёт количества вариантов, задачи оптимизации
3.17	Понятие об объектно-ориентированном программировании. Объекты и классы. Свойства и методы объектов. Объектно-ориентированный анализ. Разработка программ на основе объектно-ориентированного подхода. Инкапсуляция, наследование, полиморфизм
4	Информационные технологии
4.1	Анализ данных. Основные задачи анализа данных: прогнозирование, классификация, кластеризация, анализ отклонений. Последовательность решения задач анализа данных: сбор первичных данных, очистка и оценка качества данных, выбор и (или) построение модели, преобразование данных, визуализация данных, интерпретация результатов. Программные средства и Интернет-сервисы для обработки и представления данных. Большие данные. Машинное обучение
4.2	Анализ данных с помощью электронных таблиц. Вычисление суммы, среднего арифметического, наибольшего (наименьшего) значения диапазона. Вычисление коэффициента корреляции двух рядов данных. Построение столбчатых, линейчатых и круговых диаграмм. Построение графиков функций. Подбор линии тренда, решение задач прогнозирования. Решение задач оптимизации с помощью электронных таблиц

7. Учебно-методическое обеспечение

Обязательные учебные материалы для ученика

1. Сайт К. Ю. Полякова — методические материалы, презентации, электронное приложение к УМК. — URL: https://kpolyakov.spb.ru
2. УМК «Информатика. 10–11 классы» (К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин) : материалы издательства «Просвещение». URL: https://prosv.ru

Методические материалы для учителя

Комплект цифровых образовательных ресурсов (ЦОР), помещенный в Единую коллекцию ЦОР (http://school-collection.edu.ru/).

Цифровые образовательные ресурсы

1. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://school-collection.edu.ru;
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru;
3. Уроки – конспекты www.pedsovet.ru;
4. Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru/;
5. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) http://fcior.edu.ru;