|  |  |
| --- | --- |
| **Национальный**  **исследовательский университет**  **«Высшая школа экономики»**  **Лицей** | **Приложение 657**  УТВЕРЖДЕНО  педагогическим советом  Лицея НИУ ВШЭ  протокол № 13 от 21.06.2024 |
|  |  |

Рабочая программа учебного предмета (курса)  
«Математические основы анализа данных   
и искусственного интеллекта»

10-11 класс

Направление «Информатика, инженерия и математика»

**Автор:**

Палеев Д.А.

1. **Планируемые результаты освоения учебного предмета**

Личностные результаты отражают готовность и способность обучающихся руководствоваться сформированной внутренней позицией личности, системой ценностных ориентаций, позитивных внутренних убеждений, соответствующих традиционным ценностям российского общества, расширение жизненного опыта и опыта деятельности в процессе реализации средствами учебного предмета основных направлений воспитательной деятельности.

1. **гражданского воспитания:**

осознание своих конституционных прав и обязанностей, уважение закона и правопорядка, соблюдение основополагающих норм информационного права и информационной безопасности;

готовность противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам в виртуальном пространстве;

1. **патриотического воспитания:**

ценностное отношение к историческому наследию, достижениям России в науке, искусстве, технологиях, понимание значения информатики как науки в жизни современного общества;

1. **духовно-нравственного воспитания:**

сформированность нравственного сознания, этического поведения;

способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности, в том числе в сети Интернет;

1. **эстетического воспитания:**

эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного и технического творчества; способность воспринимать различные виды искусства, в том числе основанного на использовании информационных технологий;

1. **физического воспитания:**

сформированность здорового и безопасного образа жизни, ответственного отношения к своему здоровью, в том числе за счёт соблюдения требований безопасной эксплуатации средств информационных и коммуникационных технологий;

1. **трудового воспитания:**

готовность к активной деятельности технологической и социальной направленности, способность инициировать, планировать и самостоятельно выполнять такую деятельность;

интерес к сферам профессиональной деятельности, связанным с информатикой, программированием и информационными технологиями, основанными на достижениях науки информатики и научно-технического прогресса, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы;

готовность и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;

1. **экологического воспитания:**

осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения, в том числе с учётом возможностей информационно-коммуникационных технологий;

1. **ценности научного познания:**

сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки, достижениям научно-технического прогресса и общественной практики, за счёт понимания роли информационных ресурсов, информационных процессов и информационных технологий в условиях цифровой трансформации многих сфер жизни современного общества;

осознание ценности научной деятельности, готовность осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

1. **эмоциональный интеллект, предполагающий сформированность:**

саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за своё поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому;

внутренней мотивации, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей;

эмпатии, включающей способность понимать эмоциональное состояние других, учитывать его при осуществлении коммуникации, способность к сочувствию и сопереживанию;

социальных навыков, включающих способность выстраивать отношения с другими людьми, заботиться, проявлять интерес и разрешать конфликты.

**Метапредметные результаты:**

В результате изучения информатики на уровне среднего общего образования у обучающегося будут сформированы метапредметные результаты, отраженные в универсальных учебных действиях, а именно – познавательные универсальные учебные действия, коммуникативные универсальные учебные действия, регулятивные универсальные учебные действия, совместная деятельность.

**Познавательные универсальные учебные действия**

*Базовые логические действия:*

самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать её всесторонне;

устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и обобщения;

определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;

выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях;

разрабатывать план решения проблемы с учётом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов;

вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности;

координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;

развивать креативное мышление при решении жизненных проблем.

*Базовые исследовательские действия:*

владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем, способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;

осуществлять различные виды деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных и социальных проектов; формировать научный тип мышления, владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами;

ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;

выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу её решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;

анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях;

давать оценку новым ситуациям, оценивать приобретённый опыт;

осуществлять целенаправленный поиск переноса средств и способов действия в профессиональную среду;

уметь переносить знания в познавательную и практическую области жизнедеятельности;

уметь интегрировать знания из разных предметных областей;

выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения, ставить проблемы и задачи, допускающие альтернативные решения.

*Работа с информацией:*

владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления; создавать тексты в различных форматах с учётом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации;

оценивать достоверность, легитимность информации, её соответствие правовым и морально-этическим нормам;

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;

владеть навыками распознавания и защиты информации, информационной безопасности личности.

**Коммуникативные универсальные учебные действия**

*Общение:*

осуществлять коммуникации во всех сферах жизни;

распознавать невербальные средства общения, понимать значение социальных знаков, распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты;

владеть различными способами общения и взаимодействия, аргументированно вести диалог, уметь смягчать конфликтные ситуации; развёрнуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств.

*Совместная деятельность:*

понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы; выбирать тематику и методы совместных действий с учётом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива;

принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по их достижению: составлять план действий, распределять роли с учётом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;

оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям;

предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;

осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.

**Регулятивные универсальные учебные действия**

*Самоорганизация:*

самостоятельно осуществлять познавательную деятельность, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;

самостоятельно составлять план решения проблемы с учётом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений;

давать оценку новым ситуациям;

расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений;

делать осознанный выбор, аргументировать его, брать ответственность за решение;

оценивать приобретённый опыт;

способствовать формированию и проявлению широкой эрудиции в разных областях знаний, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень.

*Самоконтроль:*

давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;

владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований, использовать приёмы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;

оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению;

принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности.

*Принятия себя и других:*

принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;

принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;

признавать своё право и право других на ошибку;

развивать способность понимать мир с позиции другого человека.

**Предметные результаты:**

уметь использовать матрицы, векторы, нормы, определители. Уметь читать обозначения и оперировать формулами. Знать, как косинусное расстояние используется для сравнения текстов; разбираться в особенностях применения линейной алгебры в анализе данных;

знать виды функций, которые часто встречаются в аналитике данных и Data Science;

уметь аппроксимировать данные с помощью линейной и полиномиальной функции;

уметь искать оптимальное решение с помощью градиентного спуска;

понимать, как работают методы линейной регрессии и сингулярного разложения;

понимать, как связаны собственные числа с матричными разложениями PCA и SVD, и уметь их вычислять; сокращать размерность больших данных и визуализировать их.

понимать, как обучается нейронная сеть;

работать с дискретной и непрерывной случайной величиной, вычислять корреляцию и ковариацию; понимать теорему Байеса.

познакомиться с часто используемыми распределениями: биномиальным, равномерным, нормальным и другими; понятиями выборки и генеральной совокупности.

иметь представление, как принимаются решения на основе статистических данных; знать способы оценивания данных, которые минимизируют ошибку;

понимать понятия доверительный интервал и бутстреп; использовать математическую базу A/B тестирования и метод главных компонент.

Учебный курс «Математические основы анализа данных и искусственного интеллекта» ориентирован на учащихся, которые хотят развить практические навыки в сфере анализа данных и машинного обучения. Данная программа рассчитана на углубленное изучение учебного курса в течение 68 часов в 10 классе и 34 часов в 11 классе.

Учебный курс относится к циклу дисциплин по выбору.

**2. Содержание учебного предмета**

**10 класс.**

**Инструменты анализа данных и Data Science**

Как применяют математику в анализе данных.

**Линейная алгебра**

Векторы: операции над векторами, векторное пространство. Основы тригонометрии. Нормы: скалярное произведение векторов; нормы вектора. Связь L2 нормы и скалярного произведения. Расстояния между векторами.

Матрицы. Линейная (не)зависимость. Базис. Арифметические операции над матрицами и их свойства. Умножение матрицы на вектор. Обратная матрица и определитель. Обратная матрица. Вырожденная матрица. Определитель, его применение и смысл. Упрощение матричных выражений. Матричное перемножение.

**Функции и их свойства**

Определение функции и графика функции. Линейная функция. Полиномиальная функция. Описание данных с помощью функции. Показательная функция. Логарифм. Обратная функция. Модуль. Композиция функции.

**Математический анализ**

Производная. Предел. Правила нахождения производных. Экстремумы функции. Свойства функций: монотонность, выпуклость. Интегралы. Первообразная и неопределённый интеграл. Определённый интеграл. Кусочно-заданные функции и их интегрирование. Интегрирование по частям и замена переменных. Несобственный интеграл. Функции нескольких переменных. Визуализация функции двух переменных. Частная производная. Градиент функции. Экстремумы функции нескольких переменных. Градиентный̆ спуск.

**Приложения линейной алгебры в анализе данных**

Линейная регрессия. Определение модели линейной̆ регрессии. Нахождение параметров линейной̆ регрессии как решение СЛУ. Функция ошибки и её минимизация. Аналитическое решение для параметров регрессии. Коллинеарность в данных, регуляризация. Градиентный̆ спуск для нахождения параметров линейной̆ регрессии.

Сингулярное разложение, визуализация данных большой размерности. Собственные значения и векторы матрицы. Геометрическое представление собственных векторов. Сингулярные векторы, сингулярное разложение SVD. Применения сингулярного разложения.

**11 класс**

**Теория вероятностей и основы статистики**

Дискретные случайные величины. Исход, событие, вероятность. Дискретные случайные величины и их свойства. Дискретные распределения. Взаимодействие дискретных случайных величин. Совместное распределение и ковариация. Условная вероятность, теорема Байеса. Сэмплирование, базовая визуализация данных. Основные описательные статистики.

Непрерывные случайные величины. Нормальное распределение и ЦПТ. Совместное распределение, связь величин, корреляция. Условная вероятность и теорема Байеса для непрерывных величин. Гистограммы и описательные статистики для непрерывных величин.

**Статистические методы**

Статистическая оценка параметров. Вероятностное принятие решений. Доверительные интервалы. A/B тестирование. Параметрические тесты. Размер выборки, его связь с ошибкой. Методы статистической проверки гипотез. Непараметрические тесты. Бутстреп. Нелинейное преобразование данных. Множественная проверка гипотез.

Статистические эксперименты и проверка гипотез. Вероятность и правдоподобие. Оценка параметров распределения. Метод максимального правдоподобия. Поиск параметров линейной регрессии с вероятностной точки зрения.

Метод главных компонент. Матрица ковариации. Применение PCA. SVD для расчёта PCA

**3. Тематическое планирование**

**10 класс**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Тематическое содержание занятия** | **Обязательные часы** | **Основные виды деятельности** |
| 1 | Инструменты анализа данных и Data Science | 2 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 2 | Линейная алгебра | 22 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 3 | Функции и их свойства | 16 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 4 | Математический анализ | 20 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 5 | Приложения линейной̆ алгебры  в анализе данных | 8 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| **Всего** | | **68** |  |

**11 класс**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Тематическое содержание занятия** | **Обязательные часы** | **Основные виды деятельности** |
| 1 | Теория вероятностей̆ и основы статистики | 16 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 2 | Статистические методы | 16 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 3 | Резерв | 2 |  |
| **Всего** | | **34** |  |

**Дополнительная литература**

**Учебно-методическое обеспечение образовательной деятельности**

1. Поляков К.Ю., Еремин, Е.А. Информатика. Углубленный уровень. Учебник для 11 класса. В 2-х частях. Часть 1. М.: БИНОМ Лаборатория знаний.

2. Поляков К.Ю., Еремин, Е.А. Информатика. Углубленный уровень. Учебник для 11 класса. В 2-х частях. Часть 2. М.: БИНОМ Лаборатория знаний.

3. Marc Peter Deisenroth. Mathematics for Machine Learning (2020). Cambridge University Press; 1st edition

4. Флах, П., Машинное обучение : наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных, 2015

5. Шень А., Вероятность: Примеры и задачи. Издательство МЦНМО, 2016

6. Син Такахаси, Иноуэ Ирона. Регрессионный анализ, Додека XXI век, 2010.