

УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
КОМУНАЛЬНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ЧЕРКАСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ
ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ»

**МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ
ДО НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ
«МАТЕМАТИЧНІ СЕКРЕТИ ШТУЧНОГО
ІНТЕЛЕКТУ»
вибіркового освітнього компонента (курсу за вибором)
для профільної середньої освіти**



Черкаси – 2025

УДК 004.8:51(072)
Н 82

Рекомендовано до друку вченою радою КНЗ «Черкаський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних працівників Черкаської обласної ради» (протокол № 2 від 29.05.2025 року)

АВТОР:

Норкіна Олена Валеріївна, доцент кафедри дошкільної освіти та професійного розвитку педагогів комунального навчального закладу «Черкаський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних працівників Черкаської обласної ради», кандидат педагогічних наук

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Качкар Євген Володимирович, методист навчально-тренінгового центру «STEM-освіти», доцент кафедри дошкільної освіти та професійного розвитку педагогів комунального навчального закладу «Черкаський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних працівників Черкаської обласної ради», кандидат технічних наук;

Шемшур Вадим Михайлович, завідувач лабораторії-центру інформаційних технологій комунального навчального закладу «Черкаський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних працівників Черкаської обласної ради»;

Мущенко Вікторія Сергіївна, учитель математики та інформатики Черкаської спеціалізованої школи I-III ступенів №20 Черкаської міської ради Черкаської області

Н 82 Норкіна О. В. Методичний інструментарій до навчальної програми «Математичні секрети штучного інтелекту» вибіркового освітнього компонента (курсу за вибором) для профільної середньої освіти: наук.-метод. посіб. Черкаси : КНЗ «ЧОПОПП ЧОР», 2025. 99 с.

Науково-методичний посібник розроблено з метою надання педагогам надійного ефективного інструментарію для якісного викладання курсу «Математичні секрети штучного інтелекту» для учнів 10-х класів. Матеріали посібника спрямовані на допомогу вчителям перетворити складні математичні концепції у доступні та захопливі навчальні активності, що відображають їхнє реальне застосування у світі III.

Для вчителів математики та інформатики закладів загальної середньої освіти, які викладають профільні курси та зацікавлені у впровадженні інноваційних підходів до навчання.

© Норкіна О.В., 2025.
© КНЗ «ЧОПОПП Черкаської обласної ради», 2025.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ І. НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ ДЛЯ МАТЕМАТИЧНОГО ПРОФІЛЮ (КУРС ЗА ВИБОРОМ) «МАТЕМАТИЧНІ СЕКРЕТИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ» (для профільної середньої освіти, 10 клас, 35 год.)	6
ВСТУПНА ЧАСТИНА	Ошибка! Закладка не определена.
ОСНОВНА ЧАСТИНА	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИКІНЦЕВА ЧАСТИНА	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ ІІ. МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ДЛЯ ВИКЛАДАННЯ КУРСУ	19
МОДУЛЬ 1. ВСТУП ДО ШІ ТА ЙОГО МАТЕМАТИЧНИХ ОСНОВ	19
ТЕМА 1.1. ЩО ТАКЕ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: ВІД ІДЕЇ ДО РЕАЛЬНОСТІ.....	19
ТЕМА 1.2. МАТЕМАТИЧНИЙ ФУНДАМЕНТ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	23
МОДУЛЬ 2. МАТЕМАТИЧНІ ЗАСАДИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ШІ	26
ТЕМА 2.1. ВЕКТОРИ ТА МАТРИЦІ: ЯК МАШИНИ ПРАЦЮЮТЬ ІЗ ЧИСЛАМИ	27
ТЕМА 2.2. ЙМОВІРНОСТІ У ШІ: ЯК МАШИНИ РОБЛЯТЬ ПРОГНОЗИ	34
ТЕМА 2.3. ЛОГІЧНІ ВИРАЗИ ТА БУЛЕВА АЛГЕБРА: ОСНОВИ РОБОТИ КОМП'ЮТЕРІВ.....	52
ТЕМА 2.4. ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ ТА ІНТЕГРАЛЬНЕ ЧИСЛЕННЯ.....	59
МОДУЛЬ 3. МОДЕЛЮВАННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ ШІ	66
ТЕМА 3.1. ОСНОВИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ: ЯК НАВЧАЮТЬСЯ МАШИНИ....	66
ТЕМА 3.2. ЛІНІЙНА РЕГРЕСІЯ ТА СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ В ШІ	77
ТЕМА 3.3. ШІ В РЕАЛЬНОМУ ЖИТТІ: ТЕСТУЄМО ТА ЗАСТОСОВУЄМО ЗНАННЯ.....	83
ТЕМА 3.4. ЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	87
ВИСНОВКИ	93
СПИСОК КОРИСНИХ РЕСУРСІВ.....	94

ВСТУП

Сучасний світ стрімко змінюється під впливом технологічного прогресу, ключову роль у якому відіграє штучний інтелект (ШІ). Він вже став невід'ємною частиною нашого повсякденного життя. Розуміння принципів його роботи, а особливо математичних засад, є важливим для формування компетентностей особистості, необхідних для успішної адаптації та функціонування в умовах цифровізації суспільства. Курс «Математичні секрети штучного інтелекту» розроблено з метою подолання прогалини між абстрактними математичними поняттями та їхнім практичним застосуванням у передових технологіях, надаючи учням 10-х класів глибоке розуміння того, як математика є рушійною силою інновацій у ШІ.

Посібник розроблено відповідно до вимог Державного стандарту профільної середньої освіти (2024), що робить його актуальним до сучасних освітніх потреб. Вивчення математичних та інформатичних основ ШІ сприяє розвитку не лише аналітичного та алгоритмічного мислення, а й критичної оцінки, креативності та здатності до розв'язання комплексних проблем, які є ключовими компетентностями XXI століття.

Метою науково-методичного посібника є надання педагогам інструментарію для ефективного викладання курсу «Математичні секрети штучного інтелекту» для учнів 10-х класів. Він спрямований допомогти вчителям перетворити складні математичні концепції у доступні та захопливі навчальні активності, що відображають їхнє реальне застосування у світі ШІ.

Основними **завданнями** посібника є:

- забезпечити вчителів детальними методичними рекомендаціями щодо організації освітнього процесу з акцентом на практико-орієнтоване та інтерактивне навчання;
- розкрити зміст кожної теми курсу, надаючи покрокові описи видів навчальної діяльності, що поєднують математичні та інформатичні аспекти з реальними прикладами ШІ;
- підтримати розвиток професійних компетентностей вчителів у сфері викладання математичних засад ШІ, включаючи використання сучасних цифрових інструментів та платформ;
- сприяти формуванню в учнів глибокого розуміння того, як математика є основою для розробки та функціонування штучного інтелекту.

Науково-методичний посібник призначений передусім для вчителів математики та інформатики закладів загальної середньої освіти, які викладають профільні курси та зацікавлені у впровадженні інноваційних підходів до навчання, що поєднують фундаментальні наукові знання з актуальними

технологічними тенденціями. Він буде корисним як досвідченим педагогам, так і молодим фахівцям, які прагнуть збагатити свій методичний арсенал та зробити вивчення математики ще більш захопливим та прикладним.

Посібник складається з двох розділів. Перший розділ презентує навчальну програму курсу за вибором «Математичні секрети штучного інтелекту» вибіркового освітнього компоненту для математичного профілю. В цьому розділі описано основні принципи, загальну характеристику курсу, а також представлено особливості організації освітнього процесу та рекомендовані методи та види навчальної діяльності.

Другий розділ «Методичний інструментарій для викладання курсу» є основною частиною посібника, що детально розкриває кожен тему курсу, надаючи конкретні методичні рекомендації та детальні описи вправ. Кожна вправа представлена за чіткою структурою, що включає мету, математичний та інформатичний компоненти, зв'язок з ШІ, необхідні ресурси, формат роботи, покрокову методику проведення, очікувані результати та поради для вчителя.

Для максимальної ефективності рекомендується використовувати посібник не лише як збірник готових порад, а як джерело натхнення для адаптації та розробки власних унікальних завдань, зважаючи на індивідуальні особливості учнів та можливості освітнього середовища. Активне використання цифрових інструментів, заохочення до дослідницької та проєктної діяльності, а також постійний діалог з учнями щодо етичних аспектів ШІ є ключовими для успішного викладання цього курсу.

РОЗДІЛ І. НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ ДЛЯ МАТЕМАТИЧНОГО ПРОФІЛЮ (КУРС ЗА ВИБОРОМ) «МАТЕМАТИЧНІ СЕКРЕТИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ»

(для профільної середньої освіти, 10 клас, 35 год.)

ВСТУПНА ЧАСТИНА

Навчальна програма «Математичні секрети штучного інтелекту» (далі – Програма) вибіркового освітнього компоненту (курсу за вибором) побудована відповідно до вимог Державного стандарту профільної середньої освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25 липня 2024 року № 851, Типової освітньої програми для 10-12 класів закладів загальної середньої освіти, які забезпечують здобуття профільної середньої освіти за академічним спрямуванням, та інтегрує зміст математичної й інформаційної освітніх галузей.

Програма орієнтована на формування в учнів/учениць ключових компетентностей, зокрема математичної, інформаційно-комунікаційної та інноваційної, шляхом розвитку здатності учнів використовувати математичні методи та інформаційні технології для аналізу, створення та осмислення алгоритмів, що лежать в основі сучасного штучного інтелекту.

Курс за вибором «Математичні секрети штучного інтелекту» призначено для здобувачів/здобувачок профільної освіти у 10-12 класах Нової української школи для математичного профілю STEM-кластеру, а також його можна рекомендувати як позапрофільний курс для інших профілів відповідно до зацікавлень та освітніх потреб учнів/учениць.

Метою курсу є розвиток математичної та інформаційної компетентностей здобувачів освіти, формування цифрових навичок, здатності логічно мислити, вмінь критично аналізувати інформацію, розв'язувати прикладні задачі, працювати з алгоритмами та великими обсягами даних, свідомо застосовувати цифрові технології у навчанні та повсякденному житті шляхом використання потенційних можливостей штучного інтелекту (ШІ).

Мета курсу у повній мірі відповідає вимогам Державного стандарту профільної середньої освіти та забезпечує розвиток:

- здатності розв'язувати прикладні задачі, використовуючи математичні моделі, інтерпретувати дані, формувати та обґрунтовувати висновки (з математичної освітньої галузі);

- здатності застосовувати алгоритмічне мислення, використовувати цифрові засоби для створення інформаційних продуктів, опрацьовувати дані, моделювати інформаційні процеси (з інформатичної освітньої галузі).

Завдання курсу:

1. Ознайомити учнів з базовими математичними концепціями, що лежать в основі ШІ: матриці, вектори, функції, ймовірності, логіка.
2. Сформувати вміння працювати з даними: збір, систематизація, статистичний аналіз.

3. Ознайомити з основами процесів класифікації та кластеризації множини об'єктів.
4. Розвинути навички побудови математичних моделей із використанням цифрових інструментів, що базуються на штучному інтелекті.
5. Виховати інформаційну культуру, етичну відповідальність і здатність до рефлексії щодо впливу ШІ на розвиток особистості та суспільства загалом.

Основними *принципами* організації освітнього процесу при вивченні курсу «Математичні секрети штучного інтелекту», відповідно до ст. 6 Закону України «Про освіту», є: людиноцентризм, науковість, інтегрованість, рівність і доступність освіти, безперервність освіти, академічна доброчесність.

Специфіка пропонованого курсу передбачає також організацію освітнього процесу на засадах *принципів*:

- *математичної обґрунтованості* – навчання базується на чіткій математичній логіці й аналітичному мисленні, необхідному для розуміння алгоритмів і моделей штучного інтелекту;
- *практикоорієнтованості* – курс включає застосування математичних знань до реальних прикладів використання ШІ (класифікація, кластеризація, алгоритми прийняття рішень);
- *міждисциплінарності* – зміст навчання охоплює елементи математики, інформатики, логіки, етики, цифрової грамотності, формуючи широку світоглядну базу;
- *персоналізованого навчання* – ШІ-інструменти використовуються для індивідуалізації освітньої траєкторії учня, адаптації темпу, стилю та глибини засвоєння матеріалу;
- *дослідницької спрямованості* – учні залучаються до проєктної та дослідницької діяльності з використанням ШІ, аналізом великих даних, створенням навчальних моделей;
- *технологічної грамотності* – формується здатність здобувачів освіти використовувати математичні та цифрові інструменти для аналізу, моделювання й критичної оцінки інформаційних процесів у ШІ-середовищах.

Структура курсу. Програма курсу загальною кількістю 35 годин (1 година на тиждень) складається з 3 модулів:

1. Вступ до ШІ та його математичних основ.
2. Математичні засади функціонування ШІ.
3. Моделювання і застосування ШІ.

Особливості організації освітнього процесу. Організація освітнього процесу курсу за вибором «Математичні секрети штучного інтелекту» ґрунтується на *компетентнісному* підході, що передбачає навчання через розв'язання практично-орієнтованих завдань, тісно пов'язаних із реальними життєвими ситуаціями та прикладами використання штучного інтелекту в різних сферах діяльності. Такий підхід сприяє формуванню в учнів здатності застосовувати набуті знання та навички у нових, зокрема міждисциплінарних, контекстах.

Інтегрований характер навчання забезпечується шляхом поєднання змістів математичної та інформатичної освітніх галузей, що дозволяє не лише глибше розуміти взаємозв'язки між дисциплінами, а й сприяє усвідомленню прикладного значення математичних моделей та інформаційних технологій у розв'язанні сучасних задач.

Важливою формою організації навчання є *проектна діяльність*, у межах якої учні працюють у малих групах над виконанням міні-проектів. Такі завдання передбачають створення математичних моделей, аналіз наборів даних, розробку та тестування елементарних алгоритмів штучного інтелекту. Це сприяє розвитку навичок співпраці, критичного мислення та інформаційної культури.

Організація навчального середовища передбачає раціональний добір цифрових інструментів, які є безкоштовними, доступними для учнів та водночас функціональними.

Особлива увага приділяється *диференціації навчання*. Зміст курсу адаптований до різних рівнів підготовки учнів, що забезпечує *індивідуалізацію освітньої траєкторії*. Учня надається можливість опрацьовувати матеріал у власному темпі, а також здійснювати поглиблене вивчення окремих тем через *самостійну дослідницьку діяльність*.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Загальний обсяг 35 годин (1 година на тиждень)

Кількість годин	Очікувані результати навчання	Пропонований зміст інтегрованого курсу	Види навчальної діяльності
6	Модуль 1. Вступ до ІІІ та його математичних основ		
4	Описує основні поняття ІІІ та сфери застосування, аналізує та оцінює сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій в обраній галузі, їх специфіку та обсяги впливу [12 ІФО 1.1.2-1]	Тема 1.1. Що таке штучний інтелект: від ідеї до реальності. 1.Поняття «штучний інтелект» 2.Роль ІІІ у сучасному світі. 3.Реальні приклади використання ІІІ	Дискусія «Міф чи правда про ІІІ?», робота в групах «ІІІ у моєму житті», перегляд відео та навчальна бесіда «Побачити ІІІ: аналіз реальних кейсів»
2	Пояснює роль математичних структур у побудові	Тема 1.2. Математичний	Робота в парах «Знайди математику

	алгоритмів, досліджує комплексну проблемну ситуацію, використовуючи різноманітні інформаційні джерела [12 МАО 1.2.1-1], оцінює достовірність даних [12 МАО 1.2.2-2], подає дані і зв'язки між ними в різних формах [12 МАО 1.2.2-3]	фундамент штучного інтелекту. 1.Огляд математичних напрямів, що застосовуються в ШІ. 2.Роль лінійної алгебри, логіки, статистики в побудові алгоритмів ШІ	в алгоритмах», мозковий штурм «Які математичні знання допоможуть побудувати роботу?», робота в групах з картками-асоціаціями «ШІ і математика»
18	Модуль 2. Математичні засади функціонування ШІ		
4	Виконує базові операції з векторами та матрицями (додавання, множення на скаляр), інтерпретує їх прикладний зміст та впорядковувати інформацію математичного змісту [12 МАО 2.1.3-1], перетворює інформацію математичного змісту з однієї форми в іншу, зокрема із застосуванням інформаційних технологій [12 МАО 2.1.3-2], пояснює концепцію тензорів як багатовимірних даних та наводить приклади їх використання в ШІ [12 ІФО 1.1.2-1], моделює прості перетворення даних за допомогою електронних таблиць [12 ІФО 1.2.2-1]	Тема 2.1. Вектори та матриці: як машини працюють із числами 1.Основи векторного представлення даних. 2.Математичні операції з матрицями. 3.Тензори та багатовимірні дані: як ШІ аналізує складні структури	Робота в парах «Векторний портрет даних», робота в групах «Матриця дружби та впливу» із застосуванням методу «ажурна пилка», застосування простих операцій в електронних таблицях «Піксельна трансформація» у Google Sheets, індивідуальне міркування та прийняття рішення щодо «вимірності» даних, класифікація «невідомого» об'єкта, розуміння принципу класифікації на основі схожості
6	Застосовує поняття ймовірності та статистичні методи для аналізу даних та прийняття рішень [12 МАО 1.2.1-2], [12 МАО 1.2.2-2],	Тема 2.2. Ймовірності у ШІ: як машини роблять прогнози.	Вправа «Передбачення погоди – це ШІ?» щодо розуміння збору та обробки

	інтерпретує статистичні дані та прогнози, що надаються ШІ-системами [12 МАО 1.2.2-3], використовує електронні таблиці для проведення простих статистичних розрахунків [12 ІФО 1.2.2-1]	1. Основи ймовірностей як фундамент для ШІ-прогнозів. 2. Розподіл випадкових величин: навчання даних (нормальний, біноміальний, Пуассонів розподіли у машинному навчанні). 3. Методи оцінювання та статистичний аналіз у ШІ	великих даних для прогнозування, інтерактивна робота з розподілами в Desmos, дискусія «Упередження в даних», визначення позиції «Шкала думок: побудова довірчого інтервалу», перевірка гіпотез в ШІ, моделювання роботи ймовірного фільтру спаму (на основі Байєсівського класифікатора), інтерпретація графіків в Google Colab, виконання простих Python-скриптів
4	Застосовує поняття логічних операцій (AND, OR, NOT) для розв'язування задач [12 МАО 4.2.2-1], будує прості логічні схеми та інтерпретує їхню роботу [12 ІФО 1.2.1-1], аналізує логіку прийняття рішень у простих ШІ-системах (наприклад, у детекторах спаму, простих ігрових ботах) [12 ІФО 1.2.3-1]	Тема 2.3. Логічні вирази та булева алгебра: основи роботи комп'ютерів. 1. Графи та їх роль у штучному інтелекті. 2. Основи алгоритмів та методи оптимізації у ШІ	групова та індивідуальна робота з моделювання графів, робота в парах «Проклади шлях графом», побудова логічних схем (на папері/в Blockly), інтерактивна гра «Вгадай булевий вираз», оптимізація логічних виразів, спрощення булевих виразів та їхнього зв'язку з ефективністю алгоритмів, обговорення принципів навчання

			нейронних мереж «Нейромережа-логік»
4	Пояснює геометричний зміст похідної та її застосування для дослідження функції [12 MAO 1.2.2-3], інтерпретує графіки функцій та їх похідних, зокрема у контексті «функції помилки», описує принцип роботи градієнтного спуску як методу оптимізації в машинному навчанні [12 ІФО 1.1.2-1], використовує програмне забезпечення для моделювання та візуалізації функцій та їхніх змін [12 ІФО 1.3.1-1]	Тема 2.4. Диференціальне та інтегральне числення і штучний інтелект. 1. Зв'язок диференціального числення з «функцією помилок» в машинному навчанні. 2. Основи градієнтного спуску	Мозковий штурм «Що таке похідна?», бесіда «чи може комп'ютер вчитися?», інтерактивна вправа «Функція помилки для початківців», моделювання функцій та градієнтного спуску в Desmos, мініпроект в парах «Як ШІ навчається?»
11	Модуль 3. Моделювання і застосування ШІ		
2	Описує основні види машинного навчання (навчання з учителем, без учителя, з підкріпленням) та їхні базові принципи [12 ІФО 1.1.2-1], наводить приклади завдань, що вирішуються за допомогою машинного навчання (класифікація, кластеризація) [12 ІФО 2.1.2-1], пояснює значення «даних» для навчання ШІ та їхню роль у процесі навчання [12 MAO 3.1.1-1], працює з онлайн-інструментами для демонстрації основ машинного навчання (наприклад, Teachable Machine) [12 ІФО 2.1.1-1]	Тема 3.1. Основи машинного навчання: як навчаються машини. 1. Навчання ШІ: від мічених прикладів до прихованих зав'язків. 2. Справедливість та надійність ШІ-прогнозів	Рольова гра «Машина емоцій». Робота в групах «Кластерна вечірка». Робота з Google Teachable Machine. Гра «Відгадай секретний кластер». Дискусія про справедливість та упередження в алгоритмах класифікації ШІ. Міні-проект «Мій перший класифікатор»

2	Пояснює концепцію лінійної регресії та її застосування для прогнозування [12 МАО 4.2.1-1], [12 МАО 4.2.2-1], будує та інтерпретує графіки лінійних функцій за заданими даними [12 МАО 2.4.1-2], використовує електронні таблиці (Excel/Google Sheets) для побудови діаграм розсіювання, додавання лінії тренду та отримання її рівняння [12 ІФО 1.2.3-1], наводить приклади застосування лінійної регресії у реальних ІІІ-системах [12 ІФО 2.1.1-1]	Тема 3.2. Лінійна регресія та статистичні методи в ІІІ. 1. Лінійна регресія: як за допомогою прямої лінії передбачити майбутнє та знайти зв'язки в даних. 2. Оцінка ефективності: як зрозуміти, наскільки точний прогноз ІІІ, і що робити, якщо він помиляється	Представлення лінійної залежності та її використання для прогнозування, знаходження коефіцієнтів, які мінімізують суму помилок між прогнозованими та фактичними значеннями «Навчи свій прогноз», міні-проект «Ціна квартири»
5	Розробляє та реалізовувати міні-проекти з використанням елементів ІІІ, демонструючи розуміння математичних та інформатичних засад [12 МАО 1.2.1-1], [12 ІФО 2.5.1-1], аналізує проблемну ситуацію та формулює завдання, яке може бути вирішене за допомогою ІІІ [12 МАО 1.2.1-1], здійснює збір, обробку та візуалізацію даних для навчання ІІІ-моделі [12 МАО 1.2.3-1], [12 МАО 1.2.2-3], оцінює можливості та обмеження ІІІ-систем, а також потенційні етичні наслідки їх застосування [12 ІФО 1.3.1-1], [12 ІФО 1.3.2-1], [12 ІФО 4.1.1-1], презентує результати своєї роботи, аргументуючи власні висновки та використовуючи	Тема 3.3. ІІІ в реальному житті: тестуємо та застосовуємо знання 1. Мініхакатон «AI Challenge». 2. Розробка та захист проекту	Міні-хакатон «AI Challenge». Розробка презентації/відео. Захист проєктів

	відповідну термінологію [12 ІФО 2.1.2-1]		
2	Визначає та аналізує основні етичні дилеми, пов'язані з використанням ШІ (упередженість даних, приватність, відповідальність, автономія) [12 ІФО 4.1.2-1], аргументує власну позицію щодо етичних питань застосування ШІ у різних сферах життя [12 ІФО 4.1.3-1], пропонує шляхи подолання етичних викликів у розробці та використанні ШІ [12 ІФО 4.1.2-1], обговорює вплив ШІ на суспільство, культуру та майбутнє людства [12 ІФО 4.2.1-1]	Тема 3.4. Етичні аспекти використання штучного інтелекту 1. Моральні дилеми ШІ. 2. Принципи справедливості та етичний дизайн	Дебати «Чи може ШІ оцінювати твори?». Створення «Кодексу відповідального користувача ШІ». Міні-проект «Етичний чатбот»

ПРИКІНЦЕВА ЧАСТИНА

Програма курсу сприяє розвитку математичної, інформаційно-комунікаційної та інноваційної компетентностей старшокласників. Завдяки інтеграції змісту математичної освітньої галузі та сучасних технологій курс готує учнів до реалій цифрового світу, формуючи як навички XXI століття, так і усвідомлене ставлення до використання штучного інтелекту в різних сферах життя.

Навчальний процес у межах курсу «Математичні секрети штучного інтелекту» орієнтований на створення умов для активного, дослідницького і рефлексивного навчання старшокласників. Стратегія реалізації курсу передбачає співпрацю вчителя та здобувачів освіти як партнерів у пізнавальному процесі. Вчитель виступає фасилітатором, консультантом, організатором навчального середовища, натомість учні – активними суб'єктами, які формують власні освітні траєкторії.

Під час організації занять курсу доцільно реалізовувати такі методологічні підходи: *компетентнісний* (зосередження на застосуванні знань у нових, практичних ситуаціях), *особистісно орієнтований* (інструменти штучного інтелекту використовуються для індивідуалізації освітньої траєкторії учня, адаптації темпу, стилю та глибини засвоєння матеріалу згідно з особистими уподобаннями та освітніми потребами учнів/учениць), *інтегрований* (міжпредметна координація змісту математики та інформатики), *дослідницький*

(залучення учнів/учениць до створення моделей, аналізу даних і розв'язання відкритих задач), *проектно-орієнтований* підхід (учні реалізують мініпроекти, які поєднують теоретичні знання та цифрові інструменти).

Перший модуль курсу «Вступ до ШІ та його математичних основ», розрахований на 6 годин і складається з двох тем.

Метою *першої теми «Що таке штучний інтелект: від ідеї до реальності»* є формування початкового уявлення про штучний інтелект як феномену сучасної науки і технологій, а також визначення його місця в повсякденному житті та освітньому процесі. Пропонується інтерактивна лекція з демонстрацією відео для висвітлення питань еволюції розвитку ШІ, розгляду прикладів його використання в освіті, медицині, транспорті, розвагах. Варто наголосити на зв'язку ШІ з розвитком цифрової економіки. Доцільно застосовувати такі види діяльності: дискусію «Міф чи правда про ШІ?», роботу в групах «ШІ у моєму житті», перегляд відео та навчальну бесіду «Побачити ШІ: аналіз реальних кейсів» (наприклад, ChatGPT, автономні авто, Google Lens). Рекомендовані ресурси: відео (YouTube: «What is AI?»), презентації, карти занань, Google Jamboard для колективної роботи. У результаті опанування теми учні зможуть описувати основні поняття ШІ та сфери його застосування, аналізувати та оцінювати сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій, наводити реальні приклади використання ШІ у різних сферах життя, формулювати власне ставлення до ролі ШІ у сучасному світі та освітньому просторі.

Друга тема першого модуля «Математичний фундамент штучного інтелекту» має на меті ознайомити старшокласників із математичними напрямками, що лежать в основі штучного інтелекту. Рекомендується використовувати інтерактивну презентацію з аналізом прикладів щодо ролі лінійної алгебри, логіки, статистики в побудові алгоритмів ШІ. Важливо продемонструвати приклади формування математичних моделей на основі даних. Пропонуються такі види діяльності: робота в парах «Знайди математику в алгоритмах», мозковий штурм «Які математичні знання допоможуть побудувати робота?», робота в групах з картками-асоціаціями «ШІ і математика». Рекомендовані ресурси: Desmos, Canva, ментальні карти, приклади задач. Як результат вивчення теми учні зможуть: пояснювати роль математичних структур у побудові алгоритмів, досліджувати комплексну проблемну ситуацію, використовуючи різноманітні інформаційні джерела, оцінювати достовірність даних, подавати дані і зв'язки між ними в різних формах.

Другий модуль курсу «Математичні засади функціонування ШІ» розрахований на 18 годин і складається з 4 тем.

Перша тема «Вектори та матриці: як машини працюють із числами» має на меті ознайомити учнів з математичним інструментарієм для роботи з великими обсягами даних. Освітній процес доцільно проводити як практичні заняття з розв'язуванням задач різних рівнів складності. В рамках теми

необхідно розкрити поняття векторного представлення, матриць та операцій з ними, тензори, як основи обробки зображень, текстів, звуків у ІІІ. Рекомендовані види діяльності: робота в парах «Векторний портрет даних», робота в групах «Матриця дружби та впливу» із застосуванням методу «ажурна пилка», застосування простих операцій в електронних таблицях «Піксельна трансформація» у Google Sheets, індивідуальне міркування та прийняття рішення щодо «вимірності» даних, класифікація «невідомого» об'єкта, розуміння принципу класифікації на основі схожості. Пропонується використання таких ресурсів: GeoGebra, інтерактивні таблиці, відео, Google Sheets. У результаті вивчення цієї теми учні зможуть: виконувати базові операції з векторами та матрицями (додавання, множення на скаляр), інтерпретувати їх прикладний зміст та впорядковувати інформацію математичного змісту, перетворювати інформацію математичного змісту з однієї форми в іншу, зокрема із застосуванням інформаційних технологій, пояснювати концепцію тензорів як багатовимірних даних та наводити приклади їх використання в ІІІ, моделювати прості перетворення даних за допомогою електронних таблиць.

Друга тема цього модуля «Ймовірності у ІІІ: як машини роблять прогнози» ставить за мету сформувати в учнів уміння застосовувати статистичні розподіли в моделюванні даних. Зміст теми передбачає висвітлення основ ймовірнісного прогнозування, пояснення поняття випадкових величин та навчання даних на прикладах, огляд методів оцінювання та статистичний аналіз у ІІІ. Заняття доцільно проводити як практичне з прикладами моделей даних. Рекомендовані види діяльності: вправа «Передбачення погоди – це ІІІ?» щодо розуміння збору та обробки великих даних для прогнозування, інтерактивна робота з розподілами в Desmos, дискусія «Упередження в даних», визначення позиції «Шкала думок: побудова довірчого інтервалу», перевірка гіпотез в ІІІ, моделювання роботи ймовірного фільтру спаму (на основі Байєсівського класифікатора), інтерпретація графіків в Google Colab, виконання простих Python-скриптів. Пропонується використання таких ресурсів: Desmos, Google Colab, Python, симуляції розподілів. У результаті вивчення цієї теми учні зможуть: застосовувати поняття ймовірності та статистичні методи для аналізу даних та прийняття рішень, інтерпретувати статистичні дані та прогнози, що надаються ІІІ-системами, використовувати електронні таблиці для проведення простих статистичних розрахунків.

Метою третьої теми «Логічні вирази та булева алгебра: основи роботи комп'ютерів» другого модуля є ознайомлення старшокласників з логічною основою ІІІ та навичками побудови алгоритмів. Зміст теми включає розгляд логічних операцій над змінними, поняття «булева алгебра», структури графів (дерева рішень, мережі) та їх роль у штучному інтелекті, методи оптимізації у ІІІ. На заняттях доцільно застосовувати такі види діяльності учнів: групову та індивідуальну роботу з моделювання графів, роботу в парах «Проклади шлях графом», побудові логічних схем (на папері/в Blockly), інтерактивну гру «Вгадай булевий вираз» для розпізнавання булевих виразів, оптимізацію логічних виразів, спрощення булевих виразів та їхнього зв'язку з ефективністю

алгоритмів, обговорення принципів навчання нейронних мереж «Нейромережа-логік». Рекомендовані ресурси: Blockly, Scratch, графічні редактори, онлайн-конструктори. У результаті вивчення цієї теми учні зможуть: застосовувати поняття логічних операцій (AND, OR, NOT) для розв'язування задач, будувати прості логічні схеми та інтерпретувати їхню роботу, аналізувати логіку прийняття рішень у простих ШІ-системах (наприклад, у детекторах спаму, простих ігрових ботах).

Четверта тема «Диференціальне та інтегральне числення» другого модуля має на меті показати значення похідних у моделюванні процесів навчання ШІ. Зміст теми включає розгляд питань щодо зв'язку диференціального числення з «функцією помилки» в машинному навчанні, графіків залежностей, основ градієнтного спуску. На заняттях доцільно використовувати такі види діяльності: мозковий штурм «Що таке похідна?», бесіда «Чи може комп'ютер вчитися?», інтерактивна вправа «Функція помилки для початківців», моделювання функцій та градієнтного спуску в Desmos, мініпроект в парах «Як ШІ навчається?». Ресурси: Desmos, інтерактивні графіки, формули. У результаті вивчення цієї теми учні зможуть: пояснювати геометричний зміст похідної та її застосування для дослідження функції, інтерпретувати графіки функцій та їх похідних, зокрема у контексті «функції помилки», описувати принцип роботи градієнтного спуску як методу оптимізації в машинному навчанні, використовувати програмне забезпечення (Desmos) для моделювання та візуалізації функцій та їхніх змін.

Третій модуль «Моделювання і застосування ШІ» розрахований на 11 годин і включає 4 теми.

Перша тема «Основи машинного навчання: як навчаються машини» має на меті ознайомити старшокласників з базовими алгоритмами навчання машин. Зміст теми передбачає висвітлення принципів «навчання з учителем» та «без учителя», приклади задач класифікації, кластеризації, застосовуючи демонстрацію різних моделей класифікації, кластеризації, практичні вправи та проектну діяльність. Рекомендовані такі види діяльності: рольова гра «Машина емоцій», робота в групах «Кластерна вечірка», робота з Google Teachable Machine, гра «Відгадай секретний кластер», дискусія про справедливість та упередження в алгоритмах класифікації ШІ, міні-проект «Мій перший класифікатор». Ресурси: Google Teachable Machine, Desmos, Geogebra, електронні таблиці (Google Sheets/Excel). У результаті вивчення цієї теми учні зможуть: описувати основні види машинного навчання (навчання з учителем, без учителя, з підкріпленням) та їхні базові принципи, наводити приклади завдань, що вирішуються за допомогою машинного навчання (класифікація, кластеризація), пояснювати значення «даних» для навчання ШІ та їхню роль у процесі навчання, працювати з онлайн-інструментами для демонстрації основ машинного навчання (наприклад, Teachable Machine).

Метою другої теми цього модуля «Лінійна регресія та статистичні методи в ШІ» є формування в учнів розуміння, як ШІ використовує лінійну

регресію та статистичний аналіз для виявлення залежностей у даних, створення числових прогнозів та оцінки їхньої точності. Зміст теми розкриває поняття лінійної регресії, а саме як за допомогою прямої лінії передбачити майбутнє та знайти зв'язки в даних та оцінку ефективності для розуміння, наскільки точний прогноз ШІ, і що робити, якщо він помиляється. Рекомендовані такі види діяльності: представлення лінійної залежності та її використання для прогнозування, знаходження коефіцієнтів, які мінімізують суму помилок між прогнозованими та фактичними значеннями «Навчи свій прогноз», міні-проект «Ціна квартири». Ресурси: Excel, Google Sheets, картки з описом сценаріїв. У результаті вивчення цієї теми учні зможуть: пояснювати концепцію лінійної регресії та її застосування для прогнозування, будувати та інтерпретувати графіки лінійних функцій за заданими даними, використовувати електронні таблиці (Excel/Google Sheets) для побудови діаграм розсіювання, додавання лінії тренду та отримання її рівняння, наводити приклади застосування лінійної регресії у реальних ШІ-системах.

Мета вивчення третьої теми «ШІ в реальному житті: тестуємо та застосовуємо знання» полягає у формуванні в учнів здатності інтегрувати теоретичні знання з математики та інформатики у практичну розробку, тестування та критичний аналіз ШІ-рішень для реальних задач, розвиваючи навички проєктної діяльності, командної співпраці та презентації результатів. Зміст теми передбачає роботу учнів у командах над розв'язанням реальних або імітованих проблем за допомогою ШІ. У ході проєктної діяльності учні створюють власні ШІ-проекти, оформлюють свої напрацювання у вигляді презентації або відео, де демонструють власні рішення, пояснюють використані математичні та інформатичні принципи, а також аналізують отримані результати та можливі обмеження. Рекомендовані види діяльності: міні-хакатон «AI Challenge», розробка презентації/відео, захист проєкту. Ресурси: Canva, Google Slides, Scratch, Teachable Machine. У результаті вивчення цієї теми учні зможуть: розробляти та реалізовувати міні-проекти з використанням елементів ШІ, демонструючи розуміння математичних та інформатичних засад, аналізувати проблемну ситуацію та формулювати завдання, яке може бути вирішене за допомогою ШІ, здійснювати збір, обробку та візуалізацію даних для навчання ШІ-моделі, оцінювати можливості та обмеження ШІ-систем, а також потенційні етичні наслідки їх застосування, презентувати результати своєї роботи, аргументуючи власні висновки та використовуючи відповідну термінологію.

Четверта тема третього модуля «Етичні аспекти використання штучного інтелекту» має на меті сформулювати критичне ставлення учнів до використання ШІ з урахуванням етичних принципів. Зміст теми включає розгляд питань упередженості, відповідальності, авторства, приватності щодо застосування ШІ. Доцільно заняття проводити у форматі дискусій, дебатів, проведення рефлексій власного досвіду спілкування і застосування ШІ, написання есе. Рекомендовані види діяльності: дебати «Чи може ШІ оцінювати твори?», створення «Кодексу відповідального користувача ШІ», міні-проект «Етичний чатбот». Ресурси: Padlet, відео, онлайн-форми, ChatGPT. У результаті

вивчення цієї теми учні зможуть: визначати та аналізувати основні етичні дилеми, пов'язані з використанням ШІ (упередженість даних, приватність, відповідальність, автономія), аргументувати власну позицію щодо етичних питань застосування ШІ у різних сферах життя, пропонувати шляхи подолання етичних викликів у розробці та використанні ШІ, обговорювати вплив ШІ на суспільство, культуру та майбутнє людства.

Для максимальної ефективності та залученості учнів, під час курсу слід використовувати такі специфічні методи й технології навчання, як от: математичне моделювання на прикладах зі сфери штучного інтелекту, цифрові платформи для візуалізації, аналізу й симуляції (GeoGebra, Desmos, Google Colab, Teachable Machine, метод кейсів (робота з реальними ситуаціями), робота в малих групах над інтерактивними проєктами, штучного інтелекту як навчального інструмента (генерація завдань, підказок, перевірка відповідей), елементи змішаного навчання.

Навчальний процес у рамках курсу буде підтримуватися за допомогою таких рекомендованих ресурсів: онлайн-платформ (GeoGebra, Desmos, ChatGPT, Google Sheets, Google Colab, Canva, Curipod, MagicSchool AI); відеоінструкцій та навчальних роликів (YouTube, Khan Academy), електронних таблиць, симуляторів, інтерактивних вправ; робочих аркушів, дидактичних карток, шаблонів для створення моделей і візуалізацій; віртуальних лабораторій та тренажерів з основ машинного навчання.

Оскільки пропонований курс є вибіркоvim освітнім компонентом, рішення про необхідність оцінювання (або не оцінювання) досягнутих учнями результатів приймає педагогічна рада закладу освіти.

За потребою, для оцінювання навчального прогресу учнів можна використовувати *різні види і форми оцінювання: формувальне оцінювання* (самооцінювання та взаємооцінювання, інтерактивні завдання в реальному часі (Kahoot, Quizizz), обговорення та рефлексія після мініпроєктів, онлайн-опитування та Google Forms), *поточне оцінювання* (тести, вправи, логічні завдання, аналіз практичних кейсів та побудова моделей, виконання завдань у цифровому середовищі), *підсумкове оцінювання* (захист навчального проєкту або презентації моделі, виконання комплексного практичного завдання, тематичне есе про застосування ШІ з етичним аналізом).

Інструментарієм для оцінювання є: аналітичні таблиці спостереження, чек-листи до проєктної діяльності, цифрові тести з автоматичним підрахунком результатів, індивідуальні траєкторії прогресу, електронне портфоліо учня.

РОЗДІЛ II. МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ДЛЯ ВИКЛАДАННЯ КУРСУ

Цей розділ спрямовує педагогів до раціонального та інтерактивного викладання курсу «Математичні секрети штучного інтелекту». Зібрані детальні покрокові інструкції, креативні завдання та методики допоможуть перетворити кожен урок на захопливу подорож у світ штучного інтелекту та його математичних основ, зробивши навчання максимально ефективним та цікавим для старшокласників.

МОДУЛЬ 1. ВСТУП ДО ІІІ ТА ЙОГО МАТЕМАТИЧНИХ ОСНОВ

ТЕМА 1.1. ЩО ТАКЕ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: ВІД ІДЕЇ ДО РЕАЛЬНОСТІ

Ця тема є першою сходинкою до вивчення курсу «Математичні секрети штучного інтелекту». Вона закладає фундамент для розуміння поняття ІІІ, його історичного розвитку та ключових сфер застосування. Метою є формування початкового уявлення про штучний інтелект як феномену сучасної науки і технологій, а також визначення його місця в повсякденному житті та освітньому процесі. Вивчення теми «Що таке штучний інтелект: від ідеї до реальності» відкриває двері до подальшого, більш глибокого вивчення математичних засад ІІІ.

Очікувані результати навчання для учнів. Відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти (2024), учні зможуть:

- описувати основні поняття ІІІ та сфери його застосування [12 ІФО 1.3.2-1],
- аналізувати та оцінювати сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій [12 ІФО 1.2.1-1],
- наводити реальні приклади використання ІІІ у різних сферах життя [12 ІФО 1.1.2-1],
- формулювати власне ставлення до ролі ІІІ у сучасному світі та освітньому просторі [12 ІФО 2.1.2-1].

Рекомендовані види навчальної діяльності: дискусія «Міф чи правда про ІІІ?», робота в групах «ІІІ у моєму житті», перегляд відео та навчальна бесіда «Побачити ІІІ: аналіз реальних кейсів».

ДИСКУСІЯ «МІФ ЧИ ПРАВДА ПРО ШІ?»

Мета: розвіяти поширені міфи про штучний інтелект, сформувані об'єктивне уявлення про його можливості та обмеження, стимулювати критичне мислення.

Математичний компонент: непрямий, через формування основи для розуміння реальних можливостей ШІ, які базуються на математичних моделях, а не на фантастичних уявленнях.

Інформатичний компонент: оцінка достовірності інформації, розуміння джерел інформації про ШІ.

Зв'язок з ШІ: формування адекватного сприйняття ШІ, що є важливим для подальшого вивчення його математичних основ.

Необхідне обладнання/ресурси: слайд з твердженнями (можна розділити на «міфи» та «правду»), картки з «Так/Ні» або кольорові жетони.

Формат роботи: загальнокласна дискусія, індивідуальні відповіді.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Ми багато чуємо про штучний інтелект. Деякі уявлення є правдою, інші – просто міфами. Давайте перевіримо, наскільки добре ми розбираємося в цьому».

Діяльність учнів. Учитель зачитує або виводить на екран твердження про ШІ (приклади нижче). Учні мають швидко визначити, чи це «міф» (неправда), чи «правда». Вони можуть показувати картки «Так/Ні», піднімати великий палець вгору/вниз, або писати в чаті. Після кожної відповіді вчитель коротко обґрунтовує правильну відповідь.

Приклади тверджень:

- ШІ може відчувати емоції так само, як людина. (Міф)
- ШІ вже використовується в смартфонах для розпізнавання облич. (Правда)
- ШІ замінить усіх учителів у найближчому майбутньому. (Міф)
- ШІ може писати тексти, схожі на ті, що написані людиною. (Правда)
- ШІ розуміє сенс того, що він створює або аналізує. (Міф – він працює з шаблонами та даними).

Обговорення/Рефлексія. Учитель: «Що було найнесподіванішим? Які міфи про ШІ, на вашу думку, є найстійкішими і чому?»

Очікувані результати/Продукт. Учні розрізняють правдиві факти від міфів про ШІ, формують реалістичне уявлення про його можливості.

Поради для вчителя. Підбирайте твердження, які є одночасно цікавими та дозволяють розкрити базові аспекти роботи ШІ. Будьте готові коротко пояснити, чому твердження є міфом/правдою.

РОБОТА В ГРУПАХ «ІІІ У МОЄМУ ЖИТТІ»

Мета: виявити та усвідомити повсюдне використання ІІІ у повсякденному житті учнів, показати його прикладну значущість.

Математичний компонент: непрямий, через розуміння того, що всі ці застосунки працюють завдяки алгоритмам і даним.

Інформатичний компонент: розуміння функціонування цифрових сервісів та додатків.

Зв'язок з ІІІ: актуалізація особистого досвіду взаємодії з ІІІ, що підвищує мотивацію до вивчення його основ.

Необхідне обладнання/ресурси: Дошка/фліпчарт/Google Jamboard для колективної роботи, маркери, стікери.

Формат роботи: Мозковий штурм у малих групах, презентація від груп.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «ІІІ – це не лише наукові лабораторії, він вже тут, з нами, у нашому повсякденному житті. Давайте спробуємо знайти його сліди!»

Діяльність учнів. Кожна група отримує завдання: «Придумайте і запишіть 3-5 прикладів, де ви зустрічаєте ІІІ у своєму повсякденному житті (в телефоні, вдома, в транспорті, в іграх, в інтернеті)». Учні записують свої ідеї на стікерах або безпосередньо на спільному Google Jamboard.

Презентація та обговорення. Кожна група коротко представляє свої приклади. Вчитель може коментувати, розширювати, задавати уточнюючі питання (наприклад, «Як саме, на вашу думку, тут працює ІІІ?»).

Очікувані приклади. Голосові помічники (Siri, Google Assistant), рекомендації (Netflix, YouTube, Spotify), онлайн-перекладачі, навігаційні системи (Google Maps), фільтри спаму, розпізнавання облич, ігри з ІІІ-противниками, робототехніка, розумний дім.

Очікувані результати/Продукт. Спільний перелік застосувань ІІІ, усвідомлення його розповсюдження та впливу.

Поради для вчителя. Модеруйте обговорення, щоб учні не повторювалися, а шукали нові приклади. Заохочуйте до дискусії про те, наскільки вони раніше усвідомлювали наявність ІІІ в цих сервісах.

ПЕРЕГЛЯД ВІДЕО ТА НАВЧАЛЬНА БЕСІДА «ПОБАЧИТИ ІІІ: АНАЛІЗ РЕАЛЬНИХ КЕЙСІВ»

Мета: візуалізувати складні концепції ІІІ через реальні, захопливі приклади; стимулювати інтерес та критичне мислення щодо його застосування.

Математичний компонент: опосередковано, через розуміння, що за показаними можливостями стоять математичні моделі та алгоритми.

Інформатичний компонент: розуміння конкретних функцій та застосувань ІІІ-систем у різних галузях.

Зв'язок з ІІІ: зміцнення уявлення про практичну цінність та масштаби впливу ІІІ.

Необхідне обладнання/ресурси: проєктор, екран, доступ до YouTube, заздалегідь підібрані короткі (2-4 хв) відеоролики про конкретні кейси ІІІ (наприклад, ChatGPT у дії, автономні автомобілі, Google Lens, робототехніка, ІІІ у медицині).

Формат роботи: колективний перегляд відео та бесіда.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Ми вже знаємо, де ІІІ є у нашому житті. Тепер давайте подивимося, як він працює у конкретних, часто вражаючих, реальних ситуаціях».

Перегляд відео. Показати 1-2 коротких, динамічних відео про різні застосування ІІІ.

Обговорення.

- «Які можливості ІІІ вас найбільше вразили у відео?»
- «Як ви думаєте, які проблеми ІІІ вирішує в цих прикладах?»
- «Які ризики чи виклики, на вашу думку, можуть бути пов'язані з таким використанням ІІІ?»
- «Наскільки, на вашу думку, ці технології змінять наше майбутнє?»

Очікувані результати/Продукт. Глибше розуміння реальних застосувань ІІІ, стимулювання обговорень щодо його впливу.

Поради для вчителя. Обирайте відео, що демонструють різноманітні сфери застосування ІІІ та є візуально привабливими. Заохочуйте до вільних висловлювань та критичного аналізу побаченого.

ТЕМА 1.2. МАТЕМАТИЧНИЙ ФУНДАМЕНТ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Ця тема є логічним продовженням попередньої, переходячи від загального уявлення про ШІ до його математичної основи. Мета – показати учням, що за «інтелектуальними» можливостями ШІ стоять чіткі математичні принципи та інструменти. Тема закладає основи для подальшого вивчення конкретних математичних концепцій (векторів, матриць, ймовірностей тощо) у наступних модулях.

Очікувані результати навчання для учнів. Відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти (2024), учні зможуть:

- пояснювати роль математичних структур у побудові алгоритмів, досліджувати комплексну проблемну ситуацію, використовуючи різноманітні інформаційні джерела [12 МАО 1.2.1-1],
- оцінювати достовірність даних [12 МАО 1.2.2-2],
- подавати дані і зв'язки між ними в різних формах [12 МАО 1.2.2-3].

Рекомендовані види навчальної діяльності: робота в парах «Знайди математику в алгоритмах», мозковий штурм «Які математичні знання допоможуть побудувати робота?», робота в групах з картками-асоціаціями «ШІ і математика».

РОБОТА В ПАРАХ «ЗНАЙДИ МАТЕМАТИКУ В АЛГОРИТМАХ»

Мета: показати учням, що навіть за простими, повсякденними алгоритмами стоять базові математичні та логічні принципи, які є основою для складніших алгоритмів ШІ.

Математичний компонент: виділення логічних операцій (умови, послідовності, повторення), лічби, вимірювань, порівнянь.

Інформатичний компонент: розвиток алгоритмічного мислення, розуміння концепції інструкцій для комп'ютера.

Зв'язок з ШІ: демонстрація, що алгоритми ШІ – це лише складніші версії базових математичних інструкцій.

Необхідне обладнання/ресурси: картки з описами побутових алгоритмів (наприклад, «Рецепт приготування яєчні», «Інструкція зі складання простої іграшки», «Правила гри в «хрестики-нулики», «Алгоритм переходу вулиці»).

Формат роботи: робота в парах або малих групах, спільне обговорення.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Ми щодня виконуємо безліч алгоритмів, навіть не замислюючись. А комп'ютер, щоб «вчитися» або виконувати завдання, теж потребує алгоритмів. Давайте подивимося, скільки математики приховано навіть у найпростіших алгоритмах з нашого життя».

Діяльність учнів. Кожна група отримує картку з описом побутового алгоритму. Завдання: «Прочитайте алгоритм і виділіть усі математичні або логічні кроки, які там є. Запишіть, які математичні дії чи логічні умови використовуються».

Наприклад, для рецепту: «виміряти 200 грам» (число, вимірювання), «якщо яйце розбилося, взяти інше» (умова), «перемішувати 2 хвилини» (час).

Обговорення/Рефлексія. Учитель: «Що було найцікавішим у ваших алгоритмах? Чи здивувало вас, скільки математики ми використовуємо щодня? Як, на вашу думку, це пов'язано з тим, як «думає» ШІ?».

Очікувані результати/Продукт. Перелік математичних/логічних елементів у побутових алгоритмах. Усвідомлення універсальності математики як основи алгоритмів.

Поради для вчителя. Обирайте прості, зрозумілі учням алгоритми. Наголосіть, що ШІ оперує саме такими базовими «математичними інструкціями», тільки в набагато більших обсягах і з величезною швидкістю.

МОЗКОВИЙ ШТУРМ «ЯКІ МАТЕМАТИЧНІ ЗНАННЯ ДОПОМОЖУТЬ ПОБУДУВАТИ РОБОТА?»

Мета: активізувати знання учнів про різні розділи математики та встановити прямий зв'язок між ними та практичними задачами робототехніки та штучного інтелекту.

Математичний компонент: визначення ролі лінійної алгебри, геометрії, статистики, логіки, числення у робототехніці та ШІ.

Інформатичний компонент: розуміння взаємодії апаратного та програмного забезпечення.

Зв'язок з ШІ: формування розуміння, які саме математичні інструменти є основою для функціонування «розумних» машин.

Необхідне обладнання/ресурси: дошка/фліпчарт, маркери.

Формат роботи: мозковий штурм, візуалізація ідей на дошці.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Уявіть, що ми – команда інженерів, яка має створити робота, здатного рухатися, бачити, приймати рішення. Які саме математичні знання нам знадобляться для цього?»

Діяльність учнів. Учні вільно висловлюють свої ідеї. Вчитель записує їх на дошці, групуючи за розділами математики або за функціями роботи.

Наприклад, для руху робота: геометрія (координати, кути), лінійна алгебра (перетворення, рух).

Для «зору» робота: статистика (обробка даних з камери), лінійна алгебра (матриці зображень).

Для прийняття рішень: логіка, теорія ймовірностей.

Обговорення/Рефлексія. Учитель: «Ми бачимо, що робот – це справжній «математичний концентрат». Без яких розділів математики роботу було б найважче функціонувати?» Підкресліть, що це лише верхівка айсберга і ШІ використовує ці знання ще глибше.

Очікувані результати/Продукт. Карта асоціацій «Математика і робот/ШІ», усвідомлення комплексного застосування математичних дисциплін.

Поради для вчителя. Якщо учням складно виконувати завдання, то можна давати допоміжні питання, як от: «Як робот знає, куди йому рухатися?», «Як він відрізняє об'єкти?».

РОБОТА В ГРУПАХ З КАРТКАМИ-АСОЦІАЦІЯМИ «ШІ І МАТЕМАТИКА»

Мета: візуалізувати та закріпити прямий зв'язок між конкретними математичними розділами та їхнім застосуванням у різних галузях ШІ, систематизувати знання.

Математичний компонент: узагальнення ролі різних математичних напрямків у ШІ.

Інформатичний компонент: систематизація знань щодо застосування ШІ.

зв'язок з ШІ: закріплення розуміння математичної основи конкретних ШІ-систем.

Необхідне обладнання/ресурси: набір карток з назвами математичних розділів: лінійна алгебра, теорія ймовірностей, статистика, математична логіка, математичний аналіз, картки з застосуваннями/функціями ШІ: розпізнавання облич, прогнозування погоди, рекомендаційні системи, машинний переклад, автономні автомобілі, розпізнавання мови, чат-боти.

Формат роботи: робота в малих групах/парах, спільна перевірка.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Ми побачили, що ШІ усюди, і за ним стоїть математика. Тепер давайте спробуємо «з'єднати» конкретні математичні розділи з тим, що ШІ вміє робити».

Діяльність учнів. Кожна група отримує набір карток. Завдання: «З'єднайте картки з математичними розділами з картками, що описують застосування ІІІ, де ці розділи є ключовими. Будьте готові пояснити свій вибір». (Можливі варіанти з'єднання: одна картка з математичними розділами – декілька карток із застосуванням ІІІ, одна картка із застосуванням – декілька карток з математичними розділами).

Приклади з'єднань:

- *Лінійна алгебра – розпізнавання облич, машинний переклад.*
- *Теорія ймовірностей/статистика – прогнозування погоди, рекомендаційні системи.*
- *Математична логіка – чат-боти, автономні машини (прийняття рішень).*
- *Математичний аналіз – навчання нейронних мереж.*

Перевірка та обговорення. Коротке обговорення результатів. Запитайте: «Чи були неочікувані зв'язки?», «Який математичний розділ виявився найбільш універсальним для ІІІ?»

Очікувані результати/Продукт. Сформовані пари (групи) асоціацій, розуміння конкретних математичних «фундаментів» для різних сфер ІІІ.

Поради для вчителя. Ця вправа добре працює як підсумок вступної теми, візуально закріплюючи основні зв'язки.

МОДУЛЬ 2. МАТЕМАТИЧНІ ЗАСАДИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІІІ

ТЕМА 2.1. ВЕКТОРИ ТА МАТРИЦІ: ЯК МАШИНИ ПРАЦЮЮТЬ ІЗ ЧИСЛАМИ

Ця тема є однією з фундаментальних у курсі, оскільки вектори та матриці є «мовою» і «будівельними блоками» для представлення та обробки практично всіх типів даних у штучному інтелекті – від текстових документів та зображень до звукових файлів та складних таблиць даних. Мета – ознайомити учнів з математичним інструментарієм для роботи з великими обсягами даних. Тема закладає основу для розуміння всіх подальших алгоритмів машинного навчання, які оперують цими структурами. Освітній процес доцільно проводити як практичні заняття з розв’язуванням задач різних рівнів складності. В рамках теми необхідно розкрити поняття векторного представлення даних, матриць та операцій з ними, тензори, як основи обробки зображень, текстів, звуків у ШІ.

Очікувані результати навчання для учнів. Відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти (2024), учні зможуть:

- виконувати базові операції з векторами та матрицями (додавання, множення на скаляр), інтерпретувати їх прикладний зміст та впорядковувати інформацію математичного змісту [12 МАО 2.1.3-1];
- перетворювати інформацію математичного змісту з однієї форми в іншу, зокрема із застосуванням інформаційних технологій [12 МАО 2.1.3-2];
- пояснювати концепцію тензорів як багатовимірних даних та наводити приклади їх використання в ШІ [12 ІФО 1.1.2-1];
- моделювати прості перетворення даних за допомогою електронних таблиць [12 ІФО 1.2.2-1].

Рекомендовані види навчальної діяльності: робота в парах «Векторний портрет даних», робота в групах «Матриця дружби та впливу» із застосуванням методу «ажурна пилка», застосування простих операцій в електронних таблицях «Піксельна трансформація» у Google Sheets, індивідуальне міркування та прийняття рішення щодо «вимірності» даних, класифікація «невідомого» об’єкта, розуміння принципу класифікації на основі схожості.

РОБОТА В ПАРАХ, ГРУПАХ «ВЕКТОРНИЙ ПОРТРЕТ ДАНИХ»

Мета: зрозуміти, як реальні об’єкти та їхні властивості можна представити у вигляді векторів для комп’ютерної обробки, розвинути навички висловлювання та представлення творчих ідей.

Математичний компонент: вектори, компоненти вектора, їх числове представлення.

Інформатичний компонент: концепція представлення даних у комп’ютері, оцифровування інформації.

Зв'язок з III: основа для того, як III «бачить» і «розуміє» об'єкти, слова, звуки – через їхнє векторне представлення (так звані «ембедінги»).

Необхідне обладнання/ресурси: картки з «об'єктами» (наприклад, «яблуко», «стілець», «пенал», «учень», «пісня», «зображення»), дошка або спільний Google Jamboard/Google Docs для запису ідей.

Формат роботи: використання методу «Два-чотири-всі разом»: працюють у парах, потім у групах (по дві пари), далі обговорюють усім класом (методом «Мікрофон»).

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Уявіть, що III має «зрозуміти» різні об'єкти. Для цього йому потрібно перетворити їхні характеристики на числа. Ми спробуємо створити «векторні портрети» для різних об'єктів. Це допоможе нам зрозуміти, як III «сприймає» світ».

Робота в парах. «Два»: учні об'єднуються в пари. Кожна пара обирає один об'єкт з наданих карток (або пропонує свій). *Завдання:* «Запишіть 3-5 ключових характеристик вашого об'єкта, які можна виміряти або оцінити числом (наприклад, для яблука: колір [0-червоний, 1-зелений], форма [0-круглий, 1-овальний], солодкість [1-5 балів], вага [у грамах]). Подумайте, як їх оцифрувати».

Робота в групах. «Чотири»: пари об'єднуються у групи по 4 учнів (2 пари). Обговорюють свої об'єкти, характеристики та способи оцифрування. Обмінюються ідеями, вибирають найкращі «векторні портрети» або комбінують їх, щоб створити більш повні.

Загальне обговорення. «Всі разом»: використовуючи метод «Мікрофон», представник від кожної групи (або кілька учнів по черзі, передаючи «мікрофон») коротко представляє один «векторний портрет» свого об'єкта та пояснює логіку оцифрування.

Обговорення. Учитель: «Чому важливо перетворювати характеристики на числа? Як III може використовувати ці «векторні портрети»?» (Наприклад, для пошуку схожих об'єктів, класифікації).

Очікувані результати/Продукт. Векторні представлення заданих об'єктів, усвідомлення принципу оцифрування даних, розвиток комунікативних навичок.

Поради для вчителя. Підкресліть, що характеристики повинні бути вимірними. Заохочуйте креативність. Наголосіть, що це спрощений приклад «ембедінгів» у III.

РОБОТА В ГРУПАХ «МАТРИЦЯ ДРУЖБИ ТА ВПЛИВУ»

Мета: зрозуміти матриці як спосіб організації даних, що представляють зв'язки або взаємодії між елементами системи, та навчитися інтерпретувати їх; розвинути навички взаємного навчання та дискусії.

Математичний компонент: матриці, елементи матриці, концепція додавання матриць (покомпонентно).

Інформатичний компонент: представлення графів, мереж, баз даних у комп'ютері.

Зв'язок з III: аналіз соціальних мереж, рекомендаційні системи, обробка зав'язків у великих даних.

Необхідне обладнання/ресурси: аркуші паперу/маркери, або доступ до Google Sheets. Заздалегідь підготовлені картки з різними типами «мереж» (наприклад, «Матриця друзів» (бінарні 0/1), «Матриця спільних інтересів» (кількість спільних інтересів), «Матриця маршрутів» (відстані між точками) тощо).

Формат роботи: групова робота (метод «Ажурна пилка»: базові та експертні групи, загальнокласна дискусія).

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Машини, так само як і люди, «бачать» зв'язки між об'єктами. У соціальних мережах, у рекомендаціях фільмів, у навігаторах – скрізь є зв'язки. Матриці допомагають ІІІ розуміти ці зв'язки. Ми сьогодні станемо «експертами» з різних видів матричних зав'язків. Уявіть, що наш клас – це невелика соціальна мережа давайте створимо «Матрицю дружби», «Матрицю спільних інтересів», «Матрицю взаємодії» та «Матрицю впливу».

Формування базових груп. Об'єднайте клас у 3-4 базові групи.

Робота в експертних групах. Метод «Ажурна пилка»: кожна базова група розподіляється на три експертні, що вивчають конкретний тип матриці та її застосування:

- **Експертна група 1:** «Матриця дружби» (бінарна матриця 0/1, хто з ким дружить). *Завдання:* створити просту матрицю для 4-5 людей, обговорити, що означає 1, а що 0, як можна «побачити» найбільш «популярну» людину.
- **Експертна група 2:** «Матриця спільних інтересів» (матриця, де елементи – кількість спільних інтересів). *Завдання:* створити таку матрицю, обговорити, як вона може допомогти в рекомендаціях («люди зі схожими інтересами»).
- **Експертна група 3:** «Матриця взаємодій» (матриця, що показує, як часто два об'єкти взаємодіють). *Завдання:* створити матрицю, обговорити, як її

можна використовувати (наприклад, аналіз дорожнього трафіку, обсягу дзвінків).

Мета учнів експертної групи – стати експертами у своєму типі матриць, бути готовими пояснити його іншим. Кожна група створює квадратну матрицю, де рядки і стовпці – це учні групи, записують імена і заповнюють матрицю, наприклад, якщо учень з рядка «спілкується» з учнем зі стовпця, ставлять «1», якщо ні – «0».

Повернення до базових груп. Учні повертаються до своїх базових груп. Кожен «експерт» пояснює членам своєї базової групи той тип матриці, який він вивчав.

Додаткове завдання (для обговорення). «Як ми можемо об'єднати інформацію з різних матриць? Наприклад, як «додати» матрицю дружби і матрицю спільних інтересів, щоб отримати загальну «Матрицю впливу»?» (потрібно наголосити на покомпонентному додаванні).

Загальнокласна дискусія. Учитель: «Які нові знання ви отримали про використання матриць для представлення зав'язків? Де III може використовувати такі матриці у реальному світі?»

Очікувані результати/Продукт. Засвоєння різних способів представлення даних у вигляді матриць, розуміння базових операцій з матрицями, розвиток навичок взаємного навчання.

Поради для вчителя. Заздалегідь підготуйте чіткі інструкції для кожної експертної групи. Наголосіть на важливості співпраці.

ВПРАВА «ПІКСЕЛЬНА ТРАНСФОРМАЦІЯ» У GOOGLE SHEETS

Мета: зрозуміти, як матричні операції можуть змінювати дані, зокрема візуальні характеристики зображень, на базовому рівні. Навчитися застосовувати прості операції в електронних таблицях та презентувати результати.

Математичний компонент: матричні операції (додавання на скаляр, множення на скаляр).

Інформатичний компонент: основи обробки зображень, представлення зображень як матриць пікселів, робота з електронними таблицями, візуалізація даних.

Зв'язок з III: основа для фільтрів зображень, розпізнавання об'єктів, згорткові нейронні мережі (CNN), які формують основу комп'ютерного зору.

Необхідне обладнання/ресурси: комп'ютери/ноутбуки з доступом до Google Sheets, картки з інструкціями для кожної станції.

Формат роботи: робота в ротаційних трійках (станції).

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Комп'ютер бачить зображення як набір чисел – матрицю пікселів. Ми спробуємо змінити «яскравість» або «контрастність» нашої мінікартинки, застосувавши прості математичні операції до цієї матриці. Ви працюватимете на різних «станціях», кожна з яких відповідає за певну трансформацію».

Організація «Ротаційних трійок». Об'єднайте клас на трійки. Підготуйте 3 (або більше) «станції» (місця в класі або окремі файли Google Sheets), кожна з яких має:

- *Станція А: «Яскравість».* Завдання: створити у Google Sheets матрицю 4x4 (або 5x5) з числами від 0 до 255. Додати/відняти константу до кожного елемента (змінити яскравість).
- *Станція Б: «Контрастність».* Завдання: створити у Google Sheets матрицю 4x4 (або 5x5) з числами від 0 до 255. Помножити кожен елемент на скаляр (змінити контрастність).
- *Станція В: «Інверсія» (опціонально).* Завдання: відняти кожен елемент від максимального значення (255) (створити «негатив»).

Поради: Використайте умовне форматування в Google Sheets для візуалізації «пікселів» (наприклад, шкала кольорів від чорного до білого).

Ротація по станціях. Кожна трійка проводить на кожній станції 4-5 хвилин, виконуючи завдання та фіксуючи результати (наприклад, скріншоти, короткі нотатки).

Обговорення/Рефлексія. Учитель: «Що ви помітили? Як прості математичні операції змінили «зображення»? Як це пов'язано з тим, як ШІ обробляє зображення? (наприклад, у фільтрах для фото, у розпізнаванні об'єктів для виділення важливих ознак)». Заохочуйте учнів ділитися своїми «відкриттями».

Очікувані результати/Продукт. Матриці з трансформованими даними, візуальне розуміння впливу математичних операцій на зображення, досвід роботи в динамічних групах.

Поради для вчителя. Переконайтеся, що учні розуміють, як використовувати формули в Google Sheets. Ця вправа дуже наочна та інтерактивна.

ДИСКУСІЯ «ТЕНЗОРНИЙ ВИМІР: ВІД ЧИСЛА ДО ВІДЕО»

Мета: інтуїтивне розуміння тензорів як багатовимірних масивів даних, що є основою для складних даних у ШІ, розвиток навички аргументації та обґрунтування своєї позиції.

Математичний компонент: вимірність, масиви даних.

Інформатичний компонент: типи даних, представлення мультимедіа (зображення, відео, 3D-моделі).

Зв'язок з III: фундамент для глибокого навчання (Deep Learning), де тензори є основними структурами даних для роботи з великими та складними даними (наприклад, у бібліотеках TensorFlow, PyTorch).

Необхідне обладнання/ресурси: широкий простір у класі, де можна позначити уявну «шкалу» (наприклад, від «0 вимірів» до «багато вимірів»), картки з різними типами даних/об'єктів (число, список чисел, чорно-біле зображення, кольорове зображення (RGB), відео, 3D-модель).

Формат роботи: індивідуальне міркування, групування за позиціями, дискусія.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Ми вже знаємо, що число – це 0-вимірний об'єкт, список чисел – 1-вимірний вектор, а таблиця (зображення) – 2-вимірна матриця. Але як комп'ютер зберігає кольорове зображення або відео? Тут нам потрібні **тензори**! Сьогодні ми спробуємо «зайняти позицію» щодо «вимірності» різних даних і обґрунтувати її».

Індивідуальне міркування та прийом «Займи позицію». Учитель називає різні типи даних/об'єктів по черзі. Учні мають фізично «зайняти позицію» на уявній шкалі в класі, яка відображає, наскільки «вимірним» (складним) вони вважають цей тип даних.

Приклади: «просто число» (показують 0), «список імен» (показують 1), «чорно-біле фото» (показують 2), «кольорове фото» (показують 3 – висота, ширина, канали кольору), «відео» (показують 4 – висота, ширина, канали кольору, час).

Заохочуйте до обґрунтування. «Чому ви вважаєте, що відео має 4 виміри?»

Групування та проведення дискусії. Після того, як учні зайняли позиції, попросіть їх об'єднатися в невеликі групи з учнями, які зайняли схожі/відмінні позиції. **Завдання:** «Обговоріть свої позиції. Чи згодні ви з усіма, хто стоїть поруч? Спробуйте переконати інших у своїй позиції або змініть її, якщо аргументи здаються вам переконливими».

Вчитель виконує роль модератора. Задавайте питання: «Чому хтось вважає, що кольорове зображення є 2-вимірним, а хтось 3-вимірним? У чому різниця між пікселем і тензором?»

Підсумок. Учитель: «Ми бачимо, що зі збільшенням складності даних (від числа до відео) збільшується і їхня «вимірність». Тензори – це універсальний

спосіб для III працювати з такими складними, багатовимірними даними, які є основою для глибокого навчання».

Очікувані результати/Продукт. Класифікація типів даних за їхньою вимірністю, розуміння концепції тензорів, розвиток аргументації та критичного мислення.

Поради для вчителя. Заохочуйте до активного руху та обговорення. Фокусуйтеся на інтуїтивному розумінні вимірності, а не на суворих математичних визначеннях тензорів.

ВПРАВА «ВЕКТОРНА СХОЖІСТЬ: III-КЛАСИФІКАТОР ДЛЯ ПОЧАТКІВЦІВ»

Мета: зрозуміти, як III може «вимірювати схожість» між об'єктами (представленими як вектори) і на основі цього класифікувати їх. Розвинути навички спостереження, аналізу та надання зворотного зв'язку.

Математичний компонент: вектори, концепція «відстані» або «схожості» між векторами (сума абсолютних різниць компонентів, Евклідова відстань).

Інформатичний компонент: основи класифікації, прийняття рішень, алгоритми «k-найближчих сусідів» (k-NN).

Зв'язок з III: основа для рекомендаційних систем, розпізнавання образів, кластеризації, пошуку схожих документів.

Необхідне обладнання/ресурси: картки з «відомими» об'єктами та їхніми векторними характеристиками, картка з «невідомим» об'єктом, можна використовувати візуальні приклади (спрощені зображення, описи), дошка/фліпчарт.

Формат роботи: метод «Акваріум» (внутрішнє коло – активні учасники, зовнішнє коло – спостерігачі) та «Коло ідей» для підсумку.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Ми навчилися перетворювати об'єкти на вектори. Тепер найцікавіше: як III використовує ці «числові портрети», щоб приймати рішення, наприклад, розрізняти об'єкти? Він «вимірює схожість». Сьогодні ми спостерігатимемо за цим процесом у дії, а потім обговоримо його».

Формування внутрішнього та зовнішнього кола. Об'єднуємо учнів класу у дві групи:

внутрішнє коло (3-4 учні) – це «експерти з класифікації», які будуть виконувати завдання; *зовнішнє коло (решта учнів)* – це «спостерігачі», завдання яких – уважно слідкувати за роботою внутрішнього кола, нотувати їхні стратегії, аргументи та фіксувати можливі помилки.

Діяльність внутрішнього кола. Внутрішнє коло отримує 3-4 «відомих» об'єкти (наприклад, фрукти: «яблуко», «апельсин», «банан») з їхніми векторними характеристиками (колір, форма, вага, солодкість). Також отримують один «невідомий» об'єкт (наприклад, «фрукт Х») з його вектором. **Завдання:** «Визначте, до якого з «відомих» фруктів ваш «невідомий» фрукт найбільше схожий. Для цього розрахуйте «відстань» (суму абсолютних різниць між компонентами векторів) між «невідомим» і кожним «відомим» фруктом. Чим менша відстань, тим більша схожість. Обґрунтуйте свій вибір».

Учитель може надавати підказки, якщо учням внутрішнього кола важко виконувати завдання.

Обговорення та рефлексія. Попросіть зовнішнє коло поділитися своїми спостереженнями: «Що ви помітили у роботі внутрішнього кола? Які стратегії вони використовували? Що було ефективним, а що – ні?». Запитайте всіх: «Як ШІ використовує такий підхід для розпізнавання облич, голосів, або для рекомендації фільмів? Чому «схожість» є ключовим поняттям у багатьох алгоритмах ШІ?» (використайте метод «Коло ідей» – кожен, хто хоче висловитися, коротко ділиться своєю ідеєю).

Очікувані результати/Продукт. Класифікація «невідомого» об'єкта, розуміння принципу класифікації на основі схожості, розвиток навичок спостереження та аналізу.

Поради для вчителя. Переконайтеся, що об'єкти та їх характеристики досить прості для швидкого обчислення. Акцентуйте увагу на процесі прийняття рішення на основі даних.

ТЕМА 2.2. ЙМОВІРНОСТІ У ШІ: ЯК МАШИНИ РОБЛЯТЬ ПРОГНОЗИ

Ця тема розкриває роль теорії ймовірностей та статистики як математичного апарату для прийняття рішень та прогнозування в умовах невизначеності. В штучному інтелекті ймовірності використовуються для оцінки достовірності даних, класифікації об'єктів, прогнозування майбутніх подій та навчання моделей. Мета цієї теми – сформувати в учнів уміння застосовувати статистичні розподіли в моделюванні даних. Зміст теми передбачає висвітлення основ ймовірнісного прогнозування, пояснення поняття випадкових величин та навчання даних на прикладах, огляд методів оцінювання та статистичний аналіз у ШІ. Заняття доцільно проводити як практичне з прикладами моделей даних.

Очікувані результати навчання для учнів. Відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти (2024), учні зможуть:

- застосовувати поняття ймовірності та статистичні методи для аналізу даних та прийняття рішень [12 МАО 1.2.1-2], [12 МАО 1.2.2-2];
- інтерпретувати статистичні дані та прогнози, що надаються ІІІ-системами [12 МАО 1.2.2-3];
- використовувати електронні таблиці для проведення простих статистичних розрахунків [12 ІФО 1.2.2-1].

Рекомендовані види навчальної діяльності: вправа «Передбачення погоди – це ІІІ?» щодо розуміння збору та обробки великих даних для прогнозування, інтерактивна робота з розподілами в Desmos, дискусія «Упередження в даних», визначення позиції «Шкала думок: побудова довірчого інтервалу», перевірка гіпотез в ІІІ, моделювання роботи ймовірного фільтру спаму (на основі Байєсівського класифікатора), інтерпретація графіків в Google Colab, виконання простих Python-скриптів.

ВПРАВА «ПЕРЕДБАЧЕННЯ ПОГОДИ – ЦЕ ІІІ?»

Мета: показати, як прогнозування (особливо в умовах невизначеності, як погода) ґрунтується на ймовірностях та статистиці, і як це пов'язано з роботою ІІІ.

Математичний компонент: концепція ймовірності, частота подій, статистичний аналіз історичних даних.

Інформатичний компонент: розуміння збору та обробки великих даних для прогнозування.

Зв'язок з ІІІ: прогнозування є одним з ключових застосувань ІІІ, і воно значною мірою базується на ймовірнісних моделях.

Необхідне обладнання/ресурси: дошка/фліпчарт, доступ до інтернету для пошуку даних про погоду (за бажанням).

Формат роботи: мозковий штурм, загальнокласна дискусія.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Кожного дня ми бачимо прогнози погоди. Як ви думаєте, чи є це ІІІ? Як «машина» може передбачити, чи буде завтра дощ?».

Діяльність учнів. Учні висловлюють ідеї. Учитель записує ключові моменти та підвести до ідеї, що для прогнозування погоди використовують:

- велику кількість історичних даних (температура, тиск, вологість за минулі роки);
- статистичні закономірності (наприклад, «якщо сьогодні сонячно, то з ймовірністю 80% завтра теж буде сонячно»);
- ймовірності (прогноз «дощ з ймовірністю 60%»);
- моделювання (комп'ютерні моделі атмосфери).

Учитель пояснює, що ІІІ використовує ці ж принципи, тільки набагато складніше.

Обговорення/Рефлексія. Учитель: «Чи завжди прогнози ІІІ точні? Чому? (Невизначеність, складність систем). Як це пов'язано з ймовірністю?».

Очікувані результати/Продукт. Усвідомлення ролі ймовірності та статистики у прогнозуванні, зв'язок з роботою ІІІ.

Поради для вчителя. Можна навести інші приклади прогнозування (курси валют, результати спортивних матчів тощо).

ВПРАВА «РОЗПОДІЛИ: ЯК «ГРУПУЮТЬСЯ» ДАНІ»

Мета: візуалізувати основні типи розподілів даних (нормальний, рівномірний) та інтуїтивно зрозуміти, як ІІІ аналізує ці розподіли для розуміння даних.

Математичний компонент: поняття статистичного розподілу, частота, середнє значення, стандартне відхилення.

Інформатичний компонент: візуалізація даних, використання онлайн-інструментів для статистичного аналізу.

Зв'язок з ІІІ: багато алгоритмів ІІІ (особливо в статистичному машинному навчанні) ґрунтуються на припущеннях про розподіл даних або прагнуть його виявити.

Необхідне обладнання/ресурси: комп'ютери/ноутбуки з доступом до Desmos.

Формат роботи: робота в парах, демонстрація вчителем.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Коли ІІІ аналізує дані, він часто шукає, як ці дані «розподілені». Це допомагає йому зрозуміти закономірності. Наприклад, як розподіляються оцінки учнів у класі, або зріст людей».

Діяльність учнів. Учитель демонструє в Desmos (або надає посилання на готовий графік) простий генератор випадкових чисел або функцію, що показує нормальний розподіл (наприклад, $y=e^{-x^2}$). **Завдання:** «Змініть параметри (наприклад, середнє, стандартне відхилення, якщо це нормальний розподіл) і подивіться, як змінюється «форма» розподілу. Подумайте, для яких реальних даних такий розподіл був би характерним».

Можна запропонувати учням ввести серію своїх «оцінок за тест» і побудувати гістограму (спрощено) в Desmos, а потім обговорити її форму.

Обговорення/Рефлексія. Учитель: «Що нам може сказати «форма» розподілу про дані? (Наприклад, чи є більшість даних близьки до середнього, чи вони розкидані). Як ІІІ може використовувати цю інформацію, щоб робити кращі прогнози або класифікації?».

Очікувані результати/Продукт. Візуальне розуміння різних типів розподілів даних, усвідомлення їх важливості для ШІ.

Поради для вчителя. Можна заздалегідь підготувати шаблони графіків у Desmos. Поясніть, що ці «форми» розповідають ШІ про дані, які він «бачить».

КОЛО ІДЕЙ «ДЕРЕВО РІШЕНЬ ШІ»

Мета: зрозуміти, як ймовірності використовуються у деревах рішень для прийняття класифікаційних прогнозів, і візуалізувати цей процес.

Математичний компонент: умовна ймовірність, дерева ймовірностей, розрахунок ймовірностей гілок.

Інформатичний компонент: концепція дерев рішень як моделі машинного навчання, візуалізація даних.

Зв'язок з ШІ: дерева рішень – це один з базових алгоритмів машинного навчання, який широко використовується для класифікації та регресії, базуючись на ймовірнісних розрахунках для прийняття рішень.

Необхідне обладнання/ресурси: дошка/фліпчарт, маркери, картки з ознаками (наприклад, «холодно», «тепло», «сонячно», «похмуро», «йти на прогулянку», «залишитися вдома»), комп'ютер з проектором (для демонстрації прикладів дерев рішень онлайн).

Формат роботи: робота в малих групах з використанням методу «Коло ідей».

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Коротке пояснення концепції дерев рішень в ШІ. Наведіть простий приклад, де машина «вирішує», чи йти на вулицю, ґрунтуючись на погоді. Запропонуйте учням уявити, що вони є ШІ, який має прийняти рішення щодо простої повсякденної ситуації (наприклад, «що робити після школи?»). Нехай кожен учень запропонує одну ознаку, яка впливає на рішення, і можливий результат. Записуйте їх на дошці.

Формування груп. Об'єднайте учнів на групи по 4-5 осіб.

Діяльність учнів. Кожній групі запропонуйте на основі зібраних ідей створити своє «дерево рішень» на фліпчарті. Нехай вони визначають вузли (ознаки), гілки (значення ознак) та листя (кінцеві рішення), а також спробують призначити приблизні ймовірності для кожної гілки (наприклад, «якщо сонячно, ймовірність піти гуляти – 80%»).

Обговорення/Рефлексія. Кожна група представляє своє дерево рішень. Обговоріть, як змінились би рішення, якщо б ймовірності були іншими.

Очікувані результати/Продукт. Візуалізоване «дерево рішень» з умовними ймовірностями, розуміння принципу роботи дерев рішень.

Поради для педагогів. Заохочуйте креативність у виборі ситуації для дерева рішень. Підкресліть, що це спрощена модель, але вона відображає основні принципи.

ВПРАВА «ПРОГНОЗИ КАРУСЕЛІ»

Мета: практикувати розрахунок ймовірностей у різних контекстах і обговорити, як такі ймовірності можуть бути використані ШІ для прогнозування.

Математичний компонент: класичне визначення ймовірності, відносна частота, комбінаторика (прості випадки).

Інформатичний компонент: концепція вибірки даних, попередні дані для моделювання.

Зв'язок з ШІ: ШІ використовує ймовірності, отримані з великих обсягів даних, для прогнозування подій (наприклад, прогноз погоди, ціни акцій, рекомендації товарів).

Необхідне обладнання/ресурси: картки із завданнями (по 5-7 різних сценаріїв для кожної групи), таймер, дошка/фліпчарт.

Формат роботи: робота в групах з використанням методу «Карусель».

Методика проведення.

Підготовка (заздалегідь). Підготуйте 5-7 різних завдань, що стосуються розрахунку ймовірностей (наприклад, «Яка ймовірність при підкиданні монети випадіння «орла» 3 рази поспіль?», «Яка ймовірність витягнути червону кульку з мішка, якщо там 5 червоних і 3 сині?», «Якщо 70% користувачів лайкнули цей пост, яка ймовірність, що наступний користувач також його лайкне?» тощо).

Формування груп. Об'єднайте учнів на 5-7 груп. Кожна група сідає за окремим столом.

Діяльність учнів. Кожна група отримує по одному завданню. Дайте 3-4 хвилини на його обговорення та вирішення. За сигналом групи переміщуються до наступного столу за годинниковою стрілкою, де вже чекає нове завдання. Так відбувається, доки всі групи не пройдуть всі станції.

Обговорення/Рефлексія. Після завершення «каруселі», зберіть клас і обговоріть рішення кожного завдання. Запитайте, як ці прості ймовірності можуть бути розширені та використані в ШІ для складніших прогнозів (наприклад, як дані про «лайки» можуть бути використані для рекомендаційної системи).

Очікувані результати/продукт. Розраховані ймовірності для різних сценаріїв, розуміння того, як прості ймовірності є основою для складніших прогнозів ШІ.

Поради для педагогів. Забезпечте різноманітність завдань: від простих класичних до тих, що імітують реальні дані (наприклад, відсотки успішності). Наголосіть на важливості інтерпретації ймовірностей.

ДЕБАТИ «БАЙЄСІВСЬКА МЕРЕЖА»

Мета: зрозуміти принцип роботи Байєсівських мереж та їх застосування в діагностиці та прийнятті рішень ІІІ, використовуючи метод дебатів для формування критичного мислення.

Математичний компонент: теорема Байєса, умовна ймовірність, оновлення ймовірностей на основі нових даних.

Інформатичний компонент: концепція Байєсівських мереж, діагностичні системи, системи підтримки прийняття рішень.

Зв'язок з ІІІ: Байєсівські мережі є ключовими для багатьох систем штучного інтелекту, зокрема у медичній діагностиці, фільтрації спаму, розпізнаванні мови, оскільки вони дозволяють моделювати причинно-наслідкові зв'язки та оновлювати вірогідність подій при отриманні нової інформації.

Необхідне обладнання/ресурси: дошка/фліпчарт, маркери, комп'ютер з проектором (для демонстрації прикладів Байєсівських мереж), роздаткові матеріали з описом «проблемної ситуації».

Формат роботи: метод дебатів.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Коротке пояснення теореми Байєса та концепції Байєсівських мереж (на прикладі «симптом-хвороба» або «погода-діяльність»). Підкресліть, як ці мережі дозволяють ІІІ оновлювати свої прогнози з надходженням нової інформації.

Формування команд. Об'єднайте учнів класу у дві команди: «За» (прихильники використання Байєсівських мереж для даної проблеми) та «Проти» (ті, хто вважає, що є кращі методи або є обмеження).

Визначення проблеми. Запропонуйте учням реалістичну «проблемну ситуацію» з елементами невизначеності (наприклад, «Чи варто довіряти онлайн-діагностиці на основі Байєсівської мережі, якщо є лише кілька симптомів?», «Чи може Байєсівська мережа ефективно прогнозувати надійність кредитних ризиків?»).

Підготовка до дебатів. Кожна команда готує свої аргументи, використовуючи знання про ймовірності та ІІІ. Команда «За» має навести приклади успішного застосування, команда «Проти» – потенційні обмеження, помилки, або альтернативні підходи.

Дебати. Проведіть дебати за стандартним форматом (вступні промови, обмін аргументами, заключні промови). Учитель виступає у ролі модератора – стежить за порядком.

Обговорення/Рефлексія. Обговоріть основні висновки дебатів. Підкресліть сильні та слабкі сторони Байєсівських мереж, їхню роль у сучасних системах ШІ.

Очікувані результати/продукт. Розуміння принципів Байєсівських мереж, здатність аргументувати використання ймовірнісних моделей у ШІ, розвиток критичного мислення.

Поради для педагогів. Виберіть проблему, яка буде зрозуміла і цікава учням. Заохочуйте учнів використовувати термінологію з теми.

ВПРАВА «ЙМОВІРІСНИЙ ФІЛЬТР СПАМУ»

Мета: змодельовати роботу ймовірного фільтра спаму (наприклад, на основі Байєсівського класифікатора) та зрозуміти, як ШІ використовує ймовірності для класифікації даних.

Математичний компонент: умовна ймовірність, теорема Байєса (спрощена), оцінка ймовірностей подій.

Інформатичний компонент: класифікація даних, машинне навчання, алгоритми фільтрації.

Зв'язок з ШІ: фільтрація спаму є одним з класичних прикладів застосування ймовірнісних методів у ШІ, де машини «навчаються» розрізняти легітимні повідомлення від небажаних на основі частоти слів.

Необхідне обладнання/ресурси: картки зі словами (наприклад, «виграш», «кредит», «безкоштовно», «привіт», «зустріч», «документ»), дві коробки/кошки (позначені «Спам» та «Не спам»), дошка/фліпчарт, маркери.

Формат роботи: робота в групах з використанням методу «Акваріум».

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Поясніть учням, як працює найпростіший спам-фільтр, який базується на ймовірності появи певних слів у спамі та звичайних листах.

Формування груп. Об'єднайте учнів класу на дві групи. Одна група («внутрішнє коло») буде моделювати роботу фільтра, інші («зовнішнє коло») – спостерігати та оцінювати.

Підготовка «внутрішнього кола». «Внутрішнє коло» отримує картки зі словами та інструкції: «Визначте, які слова з більшою ймовірністю належать до спаму, а які до нормальних листів. Призначте уявні ймовірності». Наприклад,

слово «виграш» може мати високу ймовірність бути в спамі, а «документ» – низьку.

Діяльність учнів. Учні «внутрішнього кола» починають працювати і «фільтрують» отримані «листи» (набори слів), розміщуючи їх у коробки «Спам» або «Не спам», обговорюючи свої рішення та ймовірності. Учні «Зовнішнього кола» спостерігають, записують питання, коментарі, оцінюють ефективність «фільтру».

Обговорення/Рефлексія. Після роботи «Акваріуму», учні «зовнішнього кола» діляться своїми спостереженнями та питаннями. Обговоріть, наскільки ефективним був фільтр, які слова викликали сумніви, як можна «навчити» ШІ краще розрізняти спам.

Очікувані результати/продукт. Розуміння принципу ймовірнісної фільтрації спаму, вміння оцінювати ймовірності, критичне мислення щодо ефективності алгоритмів.

Поради для педагогів. Заздалегідь підготуйте картки зі словами, які мають різну «ймовірність» бути спамом. Заохочуйте дискусію щодо «помилки» фільтрації (хибнопозитивні/хибнонегативні результати).

ВПРАВА «ГОЛОСУВАННЯ ЗА НАЙКРАЩИЙ ПРОГНОЗ»

Мета: продемонструвати, як різні моделі ШІ можуть давати різні ймовірнісні прогнози, і обговорити, як вибирати найкращий прогноз.

Математичний компонент: ймовірності, оцінка точності прогнозу, порівняння ймовірностей.

Інформатичний компонент: множинність моделей, вибір моделі, ансамблеві методи.

Зв'язок з ШІ: у реальному світі часто використовують кілька моделей ШІ для одного завдання, а потім поєднують їхні прогнози або обирають найкращий, щоб підвищити точність та надійність.

Необхідне обладнання/ресурси: «Мікрофон» (будь-який предмет, що виконує його роль), картки з гіпотетичними прогнозами від різних «ШІ-моделей» для однієї події (наприклад, «ШІ-модель А: ймовірність дощу 70%», «ШІ-модель Б: ймовірність дощу 55%», «ШІ-модель В: ймовірність дощу 85%»), дошка.

Формат роботи: застосування методу «Мікрофон».

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Поясніть, що в ШІ часто є багато моделей, які можуть спробувати передбачити одну і ту ж подію. Як вибрати найкращий прогноз?

Запропонуйте учням уявити, що вони є командою, яка має прийняти важливе рішення на основі прогнозів декількох ІІІ-моделей. Надайте 3-4 гіпотетичні прогнози ймовірності для однієї події (наприклад, «ймовірність успішного запуску ракети», «ймовірність того, що клієнт купить товар»). Кожен прогноз має бути від «різної моделі ІІІ» і мати різну ймовірність. Додайте трохи контексту до кожної «моделі» (наприклад, «Модель А базується на історичних даних», «Модель Б враховує поточні погодні умови»).

Діяльність учнів. Учні по черзі беруть «мікрофон» і висловлюють свою думку щодо того, який прогноз вони вважають найбільш надійним і чому. Вони повинні аргументувати свій вибір, посилаючись на інформацію про «моделі» та логічне міркування. Заохочуйте обговорення переваг та недоліків кожного прогнозу.

Обговорення/Рефлексія. Колективний вибір та обговорення: після того, як всі учні висловляться, проведіть швидке опитування, який прогноз більшість вважає найкращим. Обговоріть, які критерії вони використовували для вибору (наприклад, точність, надійність джерела даних, простота моделі). Поясніть концепцію ансамблевих методів навчання у ІІІ.

Очікувані результати/продукт. Здатність критично оцінювати ймовірнісні прогнози, розуміння того, що різні моделі можуть давати різні результати, уявлення про вибір найкращого прогнозу.

Поради для педагогів. Сценарії прогнозів мають бути максимально реалістичними, щоб викликати інтерес учнів. Підкресліть, що насправді в ІІІ часто використовуються складніші методи для розрахунків прогнозів.

ВПРАВА «РОЗПІЗНАЙ ЗАГРОЗУ»

Мета: дослідити, як ймовірності використовуються в системах розпізнавання загроз (наприклад, у кібербезпеці або медичній діагностиці), та обговорити моральні та етичні аспекти, пов'язані з помилковими прогнозами.

Математичний компонент: помилки І та ІІ роду (хибнопозитивні/хибнонегативні), точність, повнота, ймовірності.

Інформатичний компонент: системи виявлення вторгнень (IDS), антивірусні програми, медичні діагностичні системи.

Зв'язок з ІІІ: системи ІІІ для розпізнавання загроз (кібератаки чи хвороби) базуються на ймовірностях. Важливо розуміти наслідки помилкових прогнозів (наприклад, хибна тривога або пропуск реальної загрози).

Необхідне обладнання/ресурси: простір для переміщення учнів, таблички з написами «Повністю згоден», «Згоден», «Не визначився», «Не згоден», «Повністю не згоден».

Формат роботи: застосування методу «Займи позицію».

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Поясніть концепцію помилок I та II роду (False Positive та False Negative) у контексті ШІ та ймовірностей. Наведіть приклади: антивірус, який позначає нормальний файл як вірус (FP), або пропускає реальний вірус (FN).

Запропонуйте учням проблемну ситуацію, що стосується розпізнавання загроз ШІ. Наприклад: «ШІ, який діагностує рідкісну хворобу, показав 80% ймовірність її наявності. Чи варто починати лікування, яке має серйозні побічні ефекти?» або «Система кібербезпеки ШІ видала 90% ймовірність кібератаки. Чи варто негайно відключати всі сервери, щоб уникнути втрат, навіть якщо це призведе до простою бізнесу?».

Діяльність учнів. Учитель зачитує твердження, що стосується проблемної ситуації (наприклад, «Треба завжди довіряти прогнозам ШІ з високою ймовірністю»). Учні фізично переміщуються до тієї таблички, яка відповідає їхній позиції.

Обговорення/Рефлексія. Учні, які обрали протилежні позиції, обґрунтовують свій вибір. Заохочуйте їх використовувати поняття ймовірностей, хибнопозитивних/ хибнонегативних результатів, етичних дилем. Підсумуйте обговорення та підкресліть, що не завжди висока ймовірність означає однозначне рішення, і що важливо враховувати наслідки помилок.

Очікувані результати/продукт. Розуміння концепції помилок I та II роду, здатність аналізувати ризики та наслідки рішень ШІ, розвиток етичного мислення.

Поради для педагогів. Створіть ситуацію, яка має явні дилеми. Заохочуйте учнів посилаючись на реальні приклади.

ВПРАВА «ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІНИ АКЦІЙ»

Мета: застосувати ймовірнісні міркування для прогнозування фінансових ринків та зрозуміти обмеження таких прогнозів ШІ.

Математичний компонент: оцінка ймовірностей на основі обмежених даних, статистичні розподіли (спрощено), ризик.

Інформатичний компонент: моделювання фінансових ринків, машинне навчання у фінансах, збір та обробка даних.

Зв'язок з ШІ: ШІ активно використовується у фінансовому секторі для прогнозування цін акцій, валютних курсів, виявлення шахрайства, що ґрунтується на аналізі величезних масивів даних та ймовірнісних моделях.

Необхідне обладнання/ресурси: картки з «даними» про гіпотетичні акції (історія зміни ціни за певний період, новини, що впливають на компанію),

комп'ютер з доступом до простих симуляторів акцій (за бажанням, але не обов'язково), аркуші паперу для записів.

Формат роботи: використання методу «Два-чотири-всі разом»: працюють у парах, потім у групах (по дві пари), далі обговорюють усім класом.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Коротко поясніть, як ІІІ намагається прогнозувати фінансові ринки, використовуючи історичні дані та інші фактори. Підкресліть високу складність та невизначеність. Роздайте кожному учню картку з інформацією про гіпотетичну акцію (наприклад, «Акція компанії «Інновації Х», ціна за останній місяць: 10, 12, 11, 13, 10, 14. Новина: компанія випустила новий продукт. Яка ймовірність, що ціна завтра зросте?»).

Індивідуальна робота. «Два»: кожен учень самостійно аналізує дані та робить свій прогноз щодо ймовірності зростання/падіння ціни, записуючи своє обґрунтування.

Робота в парах. «Два»: учні об'єднуються в пари та обговорюють свої прогнози та аргументи, намагаючись дійти спільного висновку.

Робота в групах. «Чотири»: пари об'єднуються в четвірки, знову обговорюючи прогнози та аргументи, намагаючись виробити єдиний прогноз від групи.

Загальне обговорення. «Всі разом»: кожна четвірка представляє свій прогноз і обґрунтування. Обговоріть різницю в прогнозах, які фактори враховувалися, і які обмеження є у ІІІ при прогнозуванні таких складних систем, як фінансові ринки (наприклад, «чорні лебеді», психологія ринку).

Очікувані результати/продукт. Сформовані прогнози з обґрунтуваннями, розуміння складності ймовірнісного прогнозування на фінансових ринках, уявлення про ризики.

Поради для педагогів. Створіть реалістичні, але спрощені дані для акцій. Підкресліть, що навіть найскладніші моделі ІІІ не можуть гарантувати 100% точних прогнозів на фінансових ринках через високу ступінь невизначеності.

ВПРАВА «РОЗПОДІЛИ В ДАНИХ: ЗНАЙДИ СВОЮ ФОРМУ»

Мета: візуалізувати та зрозуміти основні характеристики нормального, біноміального та пуассонівського розподілів, а також їхню роль у машинному навчанні.

Математичний компонент: нормальний розподіл (середнє, стандартне відхилення), біноміальний розподіл (кількість успіхів у фіксованій кількості спроб), пуассонівський розподіл (кількість подій за певний період), гістограми, частоти.

Інформатичний компонент: візуалізація даних, генерація випадкових чисел, збір та аналіз даних.

Зв'язок з III: розуміння розподілів даних є критично важливим для попередньої обробки даних у машинному навчанні, вибору відповідних моделей та інтерпретації результатів. Багато алгоритмів III припускають певний розподіл даних.

Необхідне обладнання/ресурси: комп'ютери з доступом до онлайн-інструментів для генерації та візуалізації розподілів (наприклад, Desmos, Geogebra, Python), або листки паперу та олівці для ручної побудови гістограм, гральні кубики, монетки, секундоміри (для збору «реальних» даних).

Формат роботи: групова робота (метод «Ажурна пилка»: базові та експертні групи, загальнокласна дискусія).

Методика проведення.

Формування базових груп. Об'єднайте учнів класу у 3-4 базові групи. . Кожна група буде досліджувати один тип розподілу.

Робота в експертних групах. Учні з кожної базової групи формують 3-4 експертні групи за розподілами: одна група вивчає нормальний розподіл, друга – біноміальний, третя – пуассонівський. Якщо є четверта група, вона може дослідити, як виглядають дані, які не відповідають жодному з цих розподілів.

Кожна експертна група досліджує свій розподіл:

- *нормальний:* згенеруйте або зберіть дані, що мають приблизно нормальний розподіл (наприклад, зріст учнів, результати тестування). Побудуйте гістограму, визначте середнє та стандартне відхилення.
- *біноміальний:* моделюйте серію випробувань Бернуллі (наприклад, 20 підкидань монети 10 разів). Підрахуйте кількість «успіхів» (наприклад, випадає сторона монети «орел»). Побудуйте гістограму розподілу успіхів.
- *пуассонівський:* зберіть дані про кількість подій за певний проміжок часу/простір (наприклад, кількість телефонних дзвінків до офісу за годину протягом кількох годин, кількість помилок на сторінці книги). Побудуйте гістограму.

Завдання для всіх: опишіть ключові характеристики свого розподілу та наведіть приклади його застосування в реальному житті та в III.

Повернення до базових груп. Учні повертаються до своїх базових груп. Кожен «експерт» пояснює свій розподіл іншим членам групи.

Загальне обговорення (10 хв): Кожна "домашня" група ділиться своїми висновками. Обговоріть, як III "розпізнає" ці розподіли в даних і навіщо це потрібно (наприклад, для нормалізації даних, вибору алгоритмів).

Очікувані результати/продукт. Візуалізовані приклади розподілів, розуміння ключових характеристик кожного розподілу та їхнього значення для машинного навчання.

Поради для педагогів. Якщо немає доступу до комп'ютерів, використовуйте фізичні експерименти (гральні кубики, монетки) для збору даних. Наголосіть на тому, що в ІІІ, моделі часто виходять з припущення про певний розподіл даних.

ВПРАВА «ВИБІР КРАЩОЇ МОДЕЛІ»

Мета: порівняти різні метрики оцінювання моделей машинного навчання та обговорити їх застосування для вибору найкращої моделі.

Математичний компонент: показники якості моделі (точність, повнота, F1-міра – концептуально, без глибоких формул), матриця помилок.

Інформатичний компонент: метрики оцінки моделей, вибір моделі, оптимізація.

Зв'язок з ІІІ: в машинному навчанні не існує однієї універсальної «найкращої» метрики. Вибір залежить від конкретного завдання та наслідків помилок. Ця вправа імітує процес прийняття рішення про те, яка модель ІІІ є «найкращою» для конкретного завдання.

Необхідне обладнання/ресурси: картки з «результатами» роботи трьох різних моделей ІІІ (наприклад, «Модель А: точність 90%, але пропускає 50% критичних випадків», «Модель Б: точність 70%, але майже не пропускає критичні випадки», «Модель В: точність 85%, але часто дає хибні тривоги»), таблиця для запису результатів обговорення.

Формат роботи: використання методу «Ротаційних трійок».

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Поясніть, що моделі ІІІ оцінюються за різними критеріями, і не завжди модель з найвищою загальною точністю є найкращою. Запропонуйте сценарій, де потрібно вибрати найкращу модель ІІІ для важливого завдання (наприклад, розпізнавання ракових клітин на знімках, виявлення фінансового шахрайства, ідентифікація потенційних злочинців тощо).

Діяльність учнів. Об'єднайте учнів класу у групи по три особи. Кожна трійка отримує картки з «результатами» трьох різних моделей для заданого сценарію.

Ротація та обговорення:

- **Раунд 1:** кожна трійка обговорює, яку з трьох моделей вони вважають найкращою для даного завдання і чому, записуючи свої аргументи.

- *Раунд 2:* одна з трійок обмінюється одним зі своїх членів з іншою трійкою (формує нові трійки). Нова трійка обговорює те ж саме питання, враховуючи нові перспективи.
- *Раунд 3:* знову відбувається обмін членами, і нові трійки проводять фінальне обговорення.

Загальне підбиття підсумків. Кожна трійка ділиться своїм остаточним вибором та обґрунтуванням. Обговоріть, як змінювалися думки, які метрики виявилися найважливішими для конкретного сценарію, та як це рішення може вплинути на реальне життя.

Очікувані результати/продукт. Здатність аналізувати результати роботи різних моделей ШІ, розуміння важливості вибору відповідних метрик оцінювання, розвиток навичок командної роботи та аргументації.

Поради для педагогів. Важливо чітко сформулювати сценарій та наслідки помилок для кожної моделі. Це допоможе учням зрозуміти, чому «точність» не завжди є єдиним критерієм.

СУДОВЕ СЛУХАННЯ «ГІПОТЕЗИ В ШІ»

Мета: зрозуміти, як статистичні гіпотези та їх перевірка використовуються для підтвердження або спростування припущень про дані та моделі ШІ, використовуючи формат судового слухання.

Математичний компонент: нульова та альтернативна гіпотези, р-значення (концептуально), статистична значущість, вибірка даних.

Інформатичний компонент: А/Б тестування, валідність моделі, статистичний аналіз даних.

Зв'язок з ШІ: вчені та інженери ШІ постійно використовують статистичні тести для перевірки гіпотез, наприклад, чи покращила нова версія алгоритму ефективність моделі, чи є значуща різниця між двома групами даних.

Необхідне обладнання/ресурси: дошка/фліпчарт, маркери, ролі для учнів (суддя, прокурори, адвокати, свідки-експерти, присяжні), «докази» (схематичні дані або результати «експериментів» ШІ).

Формат роботи: використання методу «Судове слухання».

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Поясніть концепцію статистичних гіпотез (нульова – немає ефекту, альтернативна – є ефект) та ідею їх перевірки. Проведіть аналогію з судовим процесом, де «докази» використовуються для підтвердження або спростування «гіпотези».

Формування ролей та сценарію. Виберіть гіпотетичний сценарій, що потребує статистичного аналізу в ШІ. Наприклад: «Чи дійсно новий алгоритм рекомендацій (ШІ-Модель Б) значно кращий за старий (ШІ-Модель А) за

показником конверсії?» Або «Чи є значуща різниця у швидкості роботи ІІІ на нових та старих серверах?» *Розподіліть ролі:*

- *Суддя* контролює процес.
- *Прокурори* намагаються довести, що є значуща різниця/ефект (тобто підтвердити альтернативну гіпотезу).
- *Адвокати* намагаються довести, що немає значущої різниці/ефекту (тобто підтвердити нульову гіпотезу).
- *Свідки-експерти* надають «дані» та їхню «інтерпретацію» (вчитель може надавати заздалегідь підготовлені «статистичні дані»).
- *Присяжні* слухають аргументи та приймають рішення.

Підготовка до слухання. Кожна сторона готує свої аргументи та питання на основі наданих «даних» або гіпотетичних результатів.

Судове слухання. Проведіть слухання: вступні промови, допит свідків-експертів, перехресний допит, заключні промови. Заохочуйте учнів використовувати терміни «нульова гіпотеза», «альтернативна гіпотеза», «статистично значущий».

Рішення присяжних та обговорення. Присяжні виносять «вердикт». Обговоріть, наскільки «переконливими» були докази, які фактори вплинули на рішення, і як це відображає процес прийняття рішень у науці та ІІІ.

Очікувані результати/продукт. Розуміння концепції статистичних гіпотез, важливості доказів та аналізу даних у ІІІ, розвиток навичок аргументації та критичного мислення.

Поради для педагогів. Заздалегідь підготуйте чіткі, але спрощені «дані» або «результати експериментів», які сторони можуть використовувати як «докази».

ВПРАВА «ПОБУДОВА ДОВІРЧОГО ІНТЕРВАЛУ»

Мета: зрозуміти концепцію довірчого інтервалу та його значення для оцінки параметрів у ІІІ, а також для розуміння невизначеності прогнозів.

Математичний компонент: довірчий інтервал (концептуально), вибіркове середнє, похибка вибірки, рівень довіри.

Інформатичний компонент: оцінка параметрів, прогноз з невизначеністю, інтерпретація результатів моделі.

Зв'язок з ІІІ: довірчі інтервали використовуються в ІІІ для оцінки точності прогнозів, визначення діапазону значень, в якому, ймовірно, лежить справжнє значення параметра, та для прийняття рішень в умовах невизначеності.

Необхідне обладнання/ресурси: дошка/фліпчарт, маркери, довга лінійка або накреслена на підлозі шкала від 0 до 100, картки із «прогнозами» ІІІ та їх «похибками».

Формат роботи: використання методу «Шкала думок».

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Поясніть, що ІІІ не завжди дає єдине число як прогноз, а часто надає «довірчий інтервал», який показує діапазон, де з певною ймовірністю лежить справжнє значення. Наведіть приклад: «ІІІ прогнозує, що температура завтра буде від 15 до 20 градусів з 95% довірою».

Постановка сценарію. Запропонуйте сценарій, де необхідно прийняти рішення на основі прогнозів ІІІ з довірчими інтервалами. Наприклад: «ІІІ прогнозує прибуток від нового продукту від 100 000 до 150 000 гривень з 90% довірою. Чи варто інвестувати, якщо точка беззбитковості – 130 000 гривень?».

Діяльність учнів. Застосуйте метод «Шкала думок»: намалюйте на дошці або підлозі шкалу від «Не варто інвестувати» до «Однозначно варто інвестувати». Зачитайте «прогноз» ІІІ з довірчим інтервалом та рівнем довіри. Запропонуйте учням стати на шкалі в тому місці, яке відповідає їхньому рішення.

Запитайте кількох учнів з різних частин шкали, чому вони обрали саме цю позицію. Заохочуйте їх використовувати поняття «довірчого інтервалу» та «ризик».

Змініть умови (наприклад, «ІІІ прогнозує прибуток від 135 000 до 180 000 гривень з 80% довірою» або «від 90 000 до 140 000 гривень з 99% довірою») і повторіть процес.

Обговорення/Рефлексія. Обговоріть, як змінювався вибір учнів залежно від ширини довірчого інтервалу та рівня довіри. Підкресліть, що довший інтервал означає більшу невизначеність, а вищий рівень довіри – більшу впевненість, що справжнє значення потрапить у цей інтервал. Поясніть, як ІІІ використовує це для прийняття більш обґрунтованих рішень.

Очікувані результати/Продукт. Розуміння концепції довірчого інтервалу та його впливу на прийняття рішень, здатність інтерпретувати прогнози ІІІ з урахуванням невизначеності.

Поради для педагогів. Використовуйте прості, але значущі для учнів сценарії. Наголосіть, що ІІІ не дає «єдину правду», а надає ймовірнісні оцінки.

ДИСКУСІЯ «УПЕРЕДЖЕННЯ В ДАНИХ»

Мета: обговорити проблему упередженості в даних, які використовуються для навчання моделей ІІІ, та її вплив на справедливість та точність прогнозів.

Математичний компонент: несправедливий розподіл даних, статистичні упередження, репрезентативність вибірки.

Інформатичний компонент: якість даних, етичні аспекти ІІІ, відповідальний ІІІ.

Зв'язок з ІІІ: Якщо дані, на яких навчається ІІІ, упереджені (не репрезентують всю генеральну сукупність або містять історичні упередження), то ймовірнісні прогнози ІІІ також будуть упередженими, що може призвести до несправедливих або дискримінаційних рішень.

Необхідне обладнання/ресурси: дошка/фліпчарт, маркери, попередньо підготовлені кейси або статті/відео про упередження в ІІІ (наприклад, системи розпізнавання облич, які помиляються з певними расами, або системи прийняття рішень про кредити, які дискримінують певні групи).

Формат роботи: використання методу «Дискусія».

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Поясніть, що ІІІ навчається на даних, і якщо дані не є ідеальними або містять упередження, то й ІІІ буде «упередженим». Наведіть прості приклади з життя (наприклад, якщо ми навчаємо робота розпізнавати котів лише за фотографіями сіамських котів, він може не розпізнати персидського).

Запропонуйте учням один або два реальні кейси, де упередження в даних призвело до проблем у роботі ІІІ. Це можуть бути короткі описи з новин або академічних статей.

Формування дискусійних груп. Об'єднайте учнів класу у кілька груп для обговорення.

Діяльність учнів. Кожна група обговорює питання:

- *Яким чином дані могли бути упередженими в цьому випадку?*
- *Які наслідки мали ці упередження для роботи ІІІ?*
- *Як можна було б уникнути цих упереджень?*
- *Чи повинні розробники ІІІ нести відповідальність за упереджені результати?*

Загальна дискусія. Запросіть групи поділитися своїми висновками. Проведіть відкриту дискусію, де учні можуть висловлювати різні точки зору. Підкресліть, що це не лише технічна проблема, а й етична та соціальна.

Очікувані результати/продукт. Розуміння проблеми упередження в даних та її впливу на ІІІ, розвиток критичного та етичного мислення щодо застосування ІІІ, усвідомлення важливості різноманітності та справедливості даних.

Поради для педагогів. Виберіть кейси, які будуть зрозумілі учням і викликатимуть жваве обговорення. Заохочуйте учнів пропонувати рішення та розглядати проблему з різних точок зору.

ВПРАВА «СИМУЛЯЦІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ У GOOGLE COLAB»

Мета: практично дослідити ймовірнісні розподіли та статистичні закономірності через симуляції, використовуючи елементи програмування на Python (без глибокого занурення в код, більше на рівні запуску готових блоків).

Математичний компонент: закон великих чисел, випадкові події, симуляції.

Інформатичний компонент: робота з Google Colab, виконання простих Python-скриптів, інтерпретація графіків.

Зв'язок з ІІІ: симуляції є ключовим інструментом для дослідження та навчання ІІІ, особливо в галузі навчання з підкріпленням та статистичного моделювання.

Необхідне обладнання/ресурси: комп'ютери/ноутбуки з доступом до Google Colab. Заздалегідь підготовлений Google Colab Notebook з простими, коментованими скриптами.

Формат роботи: робота в парах, практична робота під керівництвом учителя.

Методика проведення:

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Ми говорили про ймовірності. А як комп'ютер може «перевірити» ймовірність? Він може симулювати мільйони подій. Ми спробуємо симулювати кидання монети багато разів і побачимо, як ймовірність «стабілізується».

Діяльність учнів. Учитель дає посилання на Google Colab Notebook.

Скрипт 1: «Кидання монети». Учні запускають готовий блок коду (наприклад, Python з бібліотекою *random* та *matplotlib*). Спочатку симулюють 10 кидків, потім 100, потім 1000, 10000. Кожен раз дивляться на графік частоти випадання «орел» і «решка». *Пояснення коду:* тільки ті рядки, що прямо стосуються кількості кидків та візуалізації.

Скрипт 2 (за бажанням, якщо є час): «Симуляція кубика». Аналогічно, симулюють кидання грального кубика та будують гістограму частоти випадання кожного числа.

Обговорення/Рефлексія (5 хв). Учитель: «Що ви помітили, коли збільшували кількість симуляцій? (Частота наближається до теоретичної ймовірності). Це і є «Закон великих чисел» – основа багатьох прогнозів ІІІ. Як це допомагає ІІІ робити висновки про світ, аналізуючи багато даних?».

Очікувані результати/Продукт. Графіки симуляцій, розуміння закону великих чисел та важливості великих даних для точних прогнозів ІІІ.

Поради для вчителя. Переконайтеся, що завдання є максимально простим, а учні запускають лише готові блоки коду. Зосередьтеся на інтерпретації результатів, а не на деталях програмування.

ТЕМА 2.3. ЛОГІЧНІ ВИРАЗИ ТА БУЛЕВА АЛГЕБРА: ОСНОВИ РОБОТИ КОМП'ЮТЕРІВ

Ця тема знайомить учнів з фундаментальними принципами логіки, що лежать в основі роботи всіх комп'ютерних систем та, зокрема, штучного інтелекту. Булева алгебра дозволяє машині «мислити» бінарними рішеннями (правда/хиба, 0/1) і будувати складніші умови для прийняття рішень. Метою вивчення теми є ознайомлення старшокласників з логічною основою ШІ та навичками побудови алгоритмів. Зміст теми включає розгляд логічних операцій над змінними, поняття «булева алгебра», структури графів (дерева рішень, мережі) та їх роль у штучному інтелекті, методи оптимізації у ШІ.

Очікувані результати навчання для учнів. Відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти (2024), учні зможуть:

- застосовувати поняття логічних операцій (NOT (заперечення), AND (логічний добуток), OR (логічне додавання)) для розв'язування задач [12 МАО 4.2.2-1];
- будувати прості логічні схеми та інтерпретувати їхню роботу [12 ІФО 1.2.1-1];
- аналізувати логіку прийняття рішень у простих ШІ-системах (наприклад, у детекторах спаму, простих ігрових ботах) [12 ІФО 1.2.3-1].

Рекомендовані види навчальної діяльності: групова та індивідуальна робота з моделювання графів, робота в парах «Проклади шлях графом», побудова логічних схем (на папері/в Blockly), інтерактивна гра «Вгадай булевий вираз», оптимізація логічних виразів, спрощення булевих виразів та їхнього зв'язку з ефективністю алгоритмів, обговорення принципів навчання нейронних мереж «Нейромережа-логік».

РОБОТА В ПАРАХ «ПРОКЛАДИ ШЛЯХ ГРАФОМ»

Мета: інтуїтивно зрозуміти концепцію графа як моделі зав'язків та логіку пошуку оптимального шляху, що є основою для багатьох ШІ-задач (логістика, навігація).

Математичний компонент: графи, вершини, ребра, поняття шляху, найкоротший шлях.

Інформатичний компонент: алгоритми пошуку (наприклад, алгоритм Дейкстри, концептуально), представлення даних у вигляді графів.

Зв'язок з III: навігаційні системи, оптимізація маршрутів, планування дій роботів, аналіз мереж.

Необхідне обладнання/ресурси: картки з простими схемами графів (міста з дорогами, лабіринти), маркери.

Формат роботи: робота в парах/групах.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ (2 хв). Учитель: «Навігатор у телефоні – це III. Як він знає, куди нам їхати? Він використовує математику – *графи і логіку* пошуку найкоротшого шляху».

Діяльність учнів. Об'єднайте учнів у пари. Кожна пара отримує картку із зображенням простого графа (кілька «місць» та «доріг» між ними з «відстанями»). *Завдання:* «Знайдіть найкоротший шлях від точки А до точки Б, поясніть свою логіку. Чи завжди найкоротший шлях є найшвидшим, якщо враховувати «трафік» (умови)?».

Обговорення/Рефлексія. Учитель: «Як, на вашу думку, ця логіка «найкоротшого шляху» застосовується в автономних автомобілях? Або в роботах, що шукають дорогу?».

Очікувані результати/Продукт. Знайдений найкоротший шлях, розуміння графів та логіки пошуку.

Поради для вчителя. Підкресліть, що комп'ютер виконує ці ж кроки, але за секунди для величезних графів.

ВПРАВА «ЛОГІКА «ТАК/НІ»: СТВОРЮЄМО СХЕМИ РІШЕНЬ»

Мета: ознайомити учнів з базовими логічними операціями (І, АБО, НЕ) та їхнім представленням у вигляді простих логічних схем, що є основою для прийняття рішень комп'ютером.

Математичний компонент: булева алгебра, логічні операції.

Інформатичний компонент: концепція логічних вентилів, принципи роботи комп'ютерних схем.

Зв'язок з III: основа для правил прийняття рішень у «експертних системах», простих класифікаторах.

Необхідне обладнання/ресурси: аркуші паперу, олівці, (за бажанням) доступ до онлайн-конструкторів логічних схем (наприклад, TinyCAD, Logisim – спрощено) або Blockly.

Формат роботи: робота в парах з побудова логічних схем (на папері/в Blockly).

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Комп'ютер приймає рішення, використовуючи дуже просту логіку: «Так» або «Ні» (1 або 0). Ми спробуємо

побудувати прості «схеми рішень» за допомогою логічних операцій». *Теоретичний мініблок:* коротко нагадайте про операції AND (І), OR (АБО), NOT (НЕ) та їхні таблиці істинності.

Діяльність учнів. Об'єднайте учнів у пари. Кожна пара отримує завдання побудувати логічну схему для простої життєвої ситуації:

- «Сигнал увімкнеться, якщо [умова 1] І [умова 2]». Наприклад, «Світло загориться, якщо темно І хтось рухається».
- «Двері відчиняться, якщо [умова 1] АБО [умова 2]». Наприклад, «Двері відчиняться, якщо ключ правильний АБО натиснута кнопка».
- «Комп'ютер вимкнеться, якщо НЕ [умова]». Наприклад, «Сигнал вимкнеться, якщо НЕ «виявлено рух»».

Учні малюють схему на папері, або (за наявності програми) створюють її в онлайн-конструкторі.

Обговорення/Рефлексія. Учитель: «Як такі прості логічні «цеглинки» дозволяють комп'ютеру приймати складні рішення? Де це використовується в ІІІ? Наприклад, у детекторах спаму, у простих правилах для чат-ботів тощо».

Очікувані результати/Продукт. Намальовані/створені логічні схеми, розуміння логічних операцій.

Поради для вчителя. Акцентуйте на тому, що це є «мовою» комп'ютера, яка дозволяє йому «приймати рішення» на базовому рівні.

ІНТЕРАКТИВНА ГРА «ВГАДАЙ БУЛЕВИЙ ВИРАЗ»

Мета: закріпити розуміння булевих операцій та їхніх таблиць істинності в ігровій формі, розвинути логічне мислення.

Математичний компонент: булева алгебра, логічні операції.

Інформатичний компонент: аналіз логічних умов, дешифрування.

Зв'язок з ІІІ: основа для розуміння того, як ІІІ обробляє логічні правила та умови.

Необхідне обладнання/ресурси: картки з таблицями істинності (без вказаного виразу), або з текстом, що описує логічну залежність.

Формат роботи: робота в малих групах, змагання.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Тепер, коли ми знаємо логічні операції, давайте зіграємо в гру. Даю вам «таблицю істинності» або опис «логічного правила», а ви маєте вгадати, який булевий вираз за цим стоїть».

Діяльність учнів. Об'єднайте учнів у групи по 4-5 осіб. Кожна група отримує 2-3 картки.

- **Варіант 1 (таблиця істинності):** картка з таблицею істинності для двох вхідних змінних A і B та одного вихідного значення Y . Завдання: «Який вираз (AND , OR , $NOT A$, $(A AND B) OR C$ тощо) відповідає цій таблиці?»
- **Варіант 2 (текстовий опис):** картка з описом правила: «Якщо двері відчинені І світло увімкнене, тоді грає музика». Завдання: «Запишіть це правило у вигляді булевого виразу».

Перевірка та обговорення. Групи представляють свої відповіді. Вчитель коментує, пояснює.

Очікувані результати/Продукт. Правильно визначені булеві вирази, закріплення знань про логічні операції.

Поради для вчителя. Почніть з простих виразів, поступово ускладнюючи. Можна використовувати онлайн-інструменти для перевірки таблиць істинності.

ВПРАВА «ЛАБІРИНТ ОПТИМІЗАЦІЇ: БУЛЕВИЙ КВЕСТ»

Мета: зрозуміти, як булеві вирази використовуються для створення логічних умов в алгоритмах, та як оптимізація цих виразів може покращити ефективність.

Математичний компонент: булева алгебра (AND , OR , NOT), таблиці істинності, спрощення булевих виразів (наприклад, за допомогою законів де Моргана, дистрибутивності).

Інформатичний компонент: алгоритми прийняття рішень, умовні оператори ($if/else$), ефективність коду, поняття «оптимізації».

Зв'язок з ІІІ: в основі багатьох алгоритмів ІІІ лежать складні логічні умови, які визначають поведінку «агента» (наприклад, чи спрацює певна функція, чи буде прийнято рішення). Оптимізація цих логічних виразів дозволяє ІІІ працювати швидше та ефективніше, особливо у складних системах.

Необхідне обладнання/ресурси: великий аркуш паперу (ватман), маркери/фломастери, картки з булевими виразами (оригінальними та спрощеними), таймер.

Формат роботи: використання методу «Два-чотири-всі разом» з елементами гри: працюють у парах, потім у групах (по дві пари), далі обговорюють усім класом.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Коротко поясніть, що компютери та ІІІ приймають рішення на основі «Так/Ні» логіки. Наведіть простий приклад логічного виразу. Наприклад, «Якщо йде дощ І я не маю парасольки, ТО я мокрий». Поясніть, що іноді ці вирази можуть бути складними і їх потрібно спрощувати для ефективності.

Підготовка «Лабіринту». Намалуйте на ватмані простий лабіринт, який має кілька розгалужень та тупиків. На кожному розгалуженні напишіть складний булевий вираз, наприклад, $(A \text{ AND } B) \text{ OR } (\text{NOT } A \text{ AND } B)$. Правильний шлях у лабіринті визначається спрощенням цього виразу до його еквівалента, який вказує на наступний сегмент лабіринту.

Робота в парах. «Два»: учні об'єднуються в пари. Кожна пара отримує копію лабіринту, обговорюють як спростити булеві вирази на розгалуженнях, щоб знайти «вихід» або «скарб» у лабіринті, допомагаючи один одному.

Робота в групах. «Чотири»: пари об'єднуються у групи по 4 учнів (2 пари). Обговорюють свої спрощення та обирають «найоптимальніший» шлях лабіринтом.

Загальне обговорення. «Всі разом»: кожна четвірка презентує свій «оптимізований» шлях та пояснює, як вони спрощували вирази. Обговоріть, наскільки важливе спрощення для реальних алгоритмів ШІ, наголосіть на думці «менше операцій дорівнює швидше рішення».

Очікувані результати/Продукт. Знайдений «оптимізований» шлях у лабіринті, продемонстроване розуміння спрощення булевих виразів та їхнього зв'язку з ефективністю алгоритмів.

Поради для вчителя. Заздалегідь підготуйте таблицю істинності для кожного виразу в лабіринті, щоб учні могли перевіряти свої спрощення. Можна додати елемент змагання між четвірками.

ВПРАВА «НЕЙРОМЕРЕЖА-ЛОГІК»

Мета: змодельовати, як нейронна мережа може «вивчати» логічні операції (AND, OR, NOT) і як це є основою для складніших функцій ШІ.

Математичний компонент: бінарні операції (AND, OR, NOT), введення/виведення, ваги та пороги (спрощено), активаційна функція (спрощено).

Інформатичний компонент: базові принципи роботи нейронних мереж, навчання з учителем, обробка бінарних даних.

Зв'язок з ШІ: нейронні мережі є основою сучасного ШІ (глибинне навчання). Розуміння того, як вони обробляють базові логічні операції, є ключем до розуміння їхньої здатності вивчати складні патерни та приймати рішення.

Необхідне обладнання/ресурси: картки з вхідними даними (0 або 1), картки з очікуваними вихідними даними, великий простір для застосування методу «Акваріум».

Формат роботи: метод «Акваріум» (внутрішнє коло – активні учасники «Нейрони», один учень буде «Учитель», зовнішнє коло – спостерігачі).

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Коротко поясніть концепцію нейронної мережі: входи, ваги, сума, поріг, вихід. Поясніть, що навіть складні мережі складаються з простих «нейронів», які виконують логічні операції.

Формування «Акваріума». Оберіть 3-4 учнів, які об'єднуються у внутрішнє коло, будуть активними учасниками «Нейронами». Один учень буде «Учитель» (teacher), решта класу утворюють зовнішнє коло «Спостерігачів».

Моделювання «Навчання»:

- **Фаза 1: навчання «логіки AND».** Поставте перед учнями внутрішнього кола «Нейронами» завдання «навчитися» логічній операції AND. «Учитель» дає «нейронам» вхідні дані (наприклад, два учні-входи піднімають руки, якщо вони 1, опускають, якщо 0) і «очікуваний вихід» (інший учень-вихід також піднімає/опускає руку). «Нейрони» спочатку роблять випадкові «прогнози», а потім «Учитель» вказує на помилки. «Нейрони» повинні шляхом «спроб і помилок» (уявляючи собі, як змінюються ваги та пороги) зрозуміти логіку AND, щоб їхній «вихід» завжди відповідав очікуваному.
- **Фаза 2: Тестування та обговорення.** Після того, як «Нейрони» нібито «навчилися» AND, «Учитель» дає нові вхідні дані, а учні зовнішнього кола «Спостерігачі» визначають, чи правильно «Нейрони» виконують операцію. Обговоріть, наскільки швидко «Нейрони» «навчилися» і що було найскладнішим. Повторіть для OR або NOT.

Загальне обговорення. Обговоріть, як цей простий процес «навчання» логічним операціям масштабується у великих нейронних мережах, що дозволяє ШІ розпізнавати зображення, мову тощо. Підкресліть роль оптимізації (як «нейрони» намагаються знайти «правильні ваги» для мінімізації помилок).

Очікувані результати/продукт. Практичне розуміння принципів навчання нейронних мереж та їхньої здатності вивчати логічні операції, усвідомлення ролі оптимізації в цьому процесі.

Поради для вчителя. Заздалегідь продумайте, як учні із внутрішнього кола «Нейрони» будуть «регулювати» свої «ваги» та «пороги» (наприклад, «якщо результат неправильний, спробуйте зробити його більшим/меншим»). Можна спростити, дозволяючи їм просто інтуїтивно зрозуміти логіку.

КОМАНДНА РОБОТА «ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТУ»

Мета: застосувати логічне мислення та принципи оптимізації для вирішення практичної задачі, пов'язаної з ефективністю, що є ключовим для багатьох задач ШІ.

Математичний компонент: комбінаторика (перебір варіантів, спрощення), оцінка вартості (часу, ресурсів), порівняння.

Інформатичний компонент: алгоритми пошуку найкоротшого шляху (концептуально), алгоритми оптимізації, евристики, складність алгоритмів.

Зв'язок з ІІІ: багато задач ІІІ (наприклад, планування маршрутів для роботів, логістика, розклад, пошук оптимального рішення в іграх) є задачами оптимізації. ІІІ використовує складні алгоритми для знаходження найкращих рішень серед величезної кількості варіантів.

Необхідне обладнання/ресурси: картки з уявними «містами» та «відстанями/часом подорожі» між ними, дошка/фліпчарт, маркери, таймер.

Формат роботи: використання методу «Коло ідей» і командної роботи.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Поясніть учням, що однією з головних задач ІІІ є пошук «найкращого» або «оптимального» рішення серед багатьох можливих. Наведіть приклад з навігатором у машині. Запропонуйте учням уявити, що вони є компанією з доставки, яка має розвести посилки по 5-7 містам. Дайте їм картки з «містами» (А, В, С, D, Е) та «відстанями/часом» між кожною парою міст. *Завдання:* знайти найкоротший (або найшвидший) маршрут, починаючи і закінчуючи в одному місті.

Діяльність учнів. Об'єднайте учнів класу в 3-4 групи. Кожна група сідає в коло. Учитель оголошує завдання. Протягом 10-15 хвилин у кожній групі учні методом «Кола ідей» висловлюють якомога більше можливих маршрутів та розраховують їхню «вартість» (суму відстаней/часу). Заохочуйте учасників довільно пропонувати ідеї, навіть якщо вони здаються неоптимальними на перший погляд.

Аналіз та оптимізація. Після зібрання ідей, кожна група аналізує свої маршрути, застосовуючи логічне мислення та спроби оптимізації. Вони намагаються знайти найкоротший шлях, виключаючи «зайві» кроки або об'єднуючи їх. Запропонуйте їм подумати, які «логічні правила» вони використовують (наприклад, «не повертайся назад, якщо є шлях вперед»).

Презентація та обговорення. Кожна група представляє свій «найкращий» знайдений маршрут та його вартість. Обговоріть, чи всі групи дійшли одного й того ж оптимального рішення, чи є різні «локальні оптимуми». Поясніть, що саме тут ІІІ використовує складні алгоритми (наприклад, генетичні алгоритми або алгоритми мурашиної колонії) для знаходження глобального оптимуму, коли кількість варіантів є надто великою для ручного перебору.

Очікувані результати/Продукт. Знайдений (або наближений до) оптимальний маршрут, розуміння принципу оптимізації, усвідомлення складності задач оптимізації для великих обсягів даних і ролі ІІІ у їх вирішенні.

Поради для вчителя. Заздалегідь продумайте кількість міст та їхнє розташування, щоб задача була достатньо складною, але вирішуваною за відведений час. Заохочуйте учнів візуалізувати маршрути.

ТЕМА 2.4. ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ ТА ІНТЕГРАЛЬНЕ ЧИСЛЕННЯ

Ця тема є однією з найважливіших, оскільки диференціальне числення (зокрема, поняття похідної) є математичним «двигуном» для навчання багатьох моделей штучного інтелекту, особливо нейронних мереж. Інтегральне числення, хоча і використовується менш прямолінійно в базових алгоритмах навчання, є важливим для розуміння деяких статистичних концепцій та роботи з безперервними даними. Основний фокус – на розумінні зв'язку похідної з мінімізацією «функції помилки» через градієнтний спуск. Вивчення цієї теми має на меті показати старшокласникам значення диференціального та інтегрального числення у моделюванні процесів навчання ШІ. Зміст теми включає розгляд питань щодо зв'язку похідної з функцією помилки в машинному навчанні, графіків залежностей, основ градієнтного спуску.

Очікувані результати навчання для учнів. Відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти (2024), учні зможуть:

- пояснювати геометричний зміст похідної та її застосування для дослідження функції [12 MAO 1.2.2-3];
- інтерпретувати графіки функцій та їх похідних, зокрема у контексті «функції помилки» [12 MAO 1.2.2-1];
- описувати принцип роботи градієнтного спуску як методу оптимізації в машинному навчанні [12 IFO 1.1.2-1];
- використовувати програмне забезпечення (Desmos) для моделювання та візуалізації функцій та їхніх змін [12 IFO 1.3.1-1].

Рекомендовані види навчальної діяльності: мозковий штурм «Що таке похідна?», бесіда «чи може комп'ютер вчитися?», інтерактивна вправа «Функція помилки для початківців», моделювання функцій та градієнтного спуску в Desmos, мініпроект в парах «Як ШІ навчається?».

МОЗКОВИЙ ШТУРМ «ЩО ТАКЕ ПОХІДНА?»

Мета: актуалізувати та систематизувати знання учнів про поняття похідної, її геометричний та фізичний зміст, продемонструвати практичне застосування похідної в різних галузях, включаючи інформатику та штучний інтелект.

Математичний компонент: поняття похідної функції, геометричний та фізичний зміст похідної, графічне представлення похідної.

Інформатичний компонент: основи алгоритмічного мислення, концепція оптимізації, ідея «навчання» систем, що ґрунтується на зміні параметрів.

Зв'язок з ІІІ: оптимізація та градієнтний спуск, пояснення, як похідна використовується в алгоритмах машинного навчання (наприклад, градієнтному спуску) для знаходження оптимальних рішень, мінімізації помилок у моделях штучного інтелекту, розуміння, як швидкість зміни даних може бути використана для прогнозування тенденцій та поведінки систем ІІІ.

Необхідне обладнання/ресурси: дошка, фліпчарт або інтерактивна дошка, маркери/крейда, проєктор для зображення/відео (для прикладу градієнтного спуску), невеликі картки або стікери для фіксації ідей учнів.

Формат роботи: інтерактивний мозковий штурм з елементами дискусії та візуалізації, групова робота.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Розпочніть вправу з теплового вітання та оголошення теми. Запропонуйте учням уявити себе в ролі науковців або інженерів. Учитель: «Сьогодні ми вирушимо в подорож, щоб не просто пригадати, що таке похідна, а й побачити, як ця важлива математична ідея «оживає» в реальному світі, особливо у сфері штучного інтелекту. Тож, давайте почнемо з питання: Як би ви пояснили поняття похідної людині, яка не є математиком? Яке її графічне значення? Де ми можемо побачити «похідну в дії» у повсякденному житті?».

Запропонуйте учням записати свої ідеї (одне-два слова, коротку фразу або невеликий малюнок) на картках/стікерах. Це допоможе кожному залучитися до процесу.

Діяльність учнів. *Індивідуальне мислення* та фіксація ідей: учні записують свої асоціації та знання про похідну на картках. *Груповий обмін та обговорення:* запропонуйте учням об'єднатися в малі групи (по 3-4 особи) та обмінятися своїми ідеями. Нехай вони спробують узагальнити спільні думки та доповнити одна одну. *Збір ідей на дошці:* кожна група по черзі озвучує 1-2 найважливіші ідеї, які вони обговорили. Учитель записує ключові слова, фрази або малюнки на дошці/фліпчарті, групуючи схожі відповіді. Заохочуйте учнів до вільного висловлювання та різноманітності відповідей, використовуйте запитання: «Що ви маєте на увазі під...?», «Чи можете навести приклад?».

Обговорення/Рефлексія. Після збору ідей, підводіть підсумки, систематизуючи відповіді учнів і додаючи ключові аспекти. Учитель: «Багато хто з вас правильно згадав, що похідна – це швидкість зміни функції, тангенс кута нахилу дотичної, нахил кривої в точці. Це дає нам інформацію про те, «як швидко щось змінюється» або «куди рухається функція». Додайте приклади з фізики (швидкість як похідна від шляху, прискорення як похідна від швидкості). Учитель: «А тепер давайте перенесемося у світ інформатики та штучного інтелекту. Як ви думаєте, де там може бути корисна ідея «швидкості зміни»?».

Приклад 1. Оптимізація та градієнтний спуск. Учитель: «Уявіть, що у нас є робот, який намагається знайти найкоротший шлях до цілі, або програма, яка вчиться розпізнавати собак на фотографіях. Вони роблять це не ідеально з першого разу. Їм потрібно коригувати свою поведінку, свої параметри. Ось тут і з'являється похідна! Вона показує, в якому напрямку і наскільки сильно потрібно змінити параметри, щоб зменшити помилку або досягти кращого результату. Цей процес називається градієнтним спуском. Це як спускатися з гори, завжди вибираючи найкрутіший спуск, щоб дістатися до підніжжя» (за можливості, покажіть просту анімацію або графік градієнтного спуску).

Приклад 2. Прогнозування та аналіз тенденцій. Учитель «Системи ШІ часто аналізують величезні обсяги даних, щоб робити прогнози. Наприклад, прогнозувати ціни на акції або погоду. Похідна допомагає їм зрозуміти, як швидко ці показники змінюються, чи зростають вони, чи падають, і з якою швидкістю. Це дозволяє більш точно передбачати майбутні значення».

Підсумуйте, що похідна – це не просто абстрактна математична формула, а потужний інструмент, який допомагає нам розуміти зміни у світі навколо нас, а також є фундаментальною основою для багатьох сучасних технологій, включаючи штучний інтелект. Вона допомагає машинам «вчитися» та приймати кращі рішення.

Очікувані результати/продукт. Поглиблене розуміння поняття похідної, усвідомлення її практичного значення, зокрема у сфері ШІ, розвиток навичок критичного мислення та вміння встановлювати міжпредметні зв'язки.

Поради для вчителя. Заохочуйте до вільних висловлювань, підкреслюючи, що в цій справі немає «неправильних» відповідей. Використовуйте візуальні засоби: графіки, схеми, прості анімації допоможуть краще зрозуміти абстрактні поняття.

БЕСІДА «ЧИ МОЖЕ КОМП'ЮТЕР ВЧИТИСЯ?»

Мета: продемонструвати, що «навчання» комп'ютера ґрунтується на математичних моделях та алгоритмах.

Математичний компонент: поняття функції помилки (як міри «неправильності»), ідея оптимізації (знаходження найкращого рішення), зв'язок між вхідними даними та вихідними результатами.

Інформатичний компонент: базове розуміння алгоритмів, концепція даних як інформації, яку обробляє комп'ютер, поняття зворотного зв'язку у системах.

Зв'язок з ШІ: основи машинного навчання – як комп'ютер «вчиться» на прикладах, роль даних та алгоритмів. Акцент на тому, що ШІ – це системи, які працюють за правилами математики, а не свідомості чи почуттів.

Необхідне обладнання/ресурси: дошка, фліпчарт або інтерактивна дошка, маркери/крейда, картки із запитаннями або ключовими словами для кожної групи.

Формат роботи: обговоренням в малих групах, потім загальна систематизація знань.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Розпочніть урок з питань, які викликають уяву учнів. Учитель: «Ми говорили про те, як математика допомагає нам описувати зміни. А тепер уявіть: ми живемо в епоху, коли комп'ютери, можуть «навчатися». Ви чуєте про штучний інтелект, який розпізнає обличчя, перекладає мови, навіть пише музику. Але що це взагалі означає – «навчання» для комп'ютера? Як, на вашу думку, комп'ютер розуміє, що він «помиляється» або «правильно» виконує завдання? Чи може він мати почуття чи свідомість?» Запропонуйте учням протягом 30 секунд подумати індивідуально про ці питання. Попросіть їх записати одну-дві ідеї, що спадають на думку.

Діяльність учнів. Об'єднайте учнів класу у малі групи (по 3-4 учні). Кожній групі роздайте картку з одним із наведених нижче питань (або кількома, якщо часу достатньо):

- *Як комп'ютер «дізнається», що він розпізнав kota, а не собаку на картинці?*
- *Що означає, коли комп'ютерна програма «помиляється» у прогнозі погоди?*
- *Якщо комп'ютер «вчиться», чи відчуває він радість від успіху або розчарування від невдачі? Чому?*
- *Як комп'ютер може покращити свою роботу, якщо він «помиляється»?*

Учні в групах обговорюють свої питання, формулюють спільну відповідь. Кожна група коротко презентує свої висновки класу. Учитель записує ключові ідеї на дошці/фліпчарті, групуючи їх за темами, підводить підсумки, систематизуючи відповіді учнів і направляючи їх до правильних висновків. Учитель: «Чи може комп'ютер мати почуття? Ні, комп'ютер не має свідомості, почуттів чи емоцій. Для нього «правильно» або «неправильно» – це завжди математично вимірюваний показник. Якщо комп'ютер «помиляється» при розпізнаванні kota, це означає, що його математична модель дала результат, який відрізняється від правильного»."

Очікувані результати/продукт. Розуміння принципів машинного навчання, ключової ролі математики в функціонуванні ШІ, усвідомлення відмінності між «навчанням» людини та комп'ютера.

Поради для вчителя. Стимулюйте учнів ставити питання, навіть якщо вони здаються «простими». Підкресліть, що комп'ютер «вчиться» не сам по собі, а на основі великих обсягів даних, які йому надають.

ІНТЕРАКТИВНА ВПРАВА «ФУНКЦІЯ ПОМИЛКИ ДЛЯ ПОЧАТКІВЦІВ»

Мета: на практичному, інтуїтивно зрозумілому прикладі продемонструвати поняття «функція помилки» (Cost Function) у машинному навчанні, показати, як вона вимірює «якість» прогнозу моделі.

Математичний компонент: вимірювання відхилень (різниць), сума квадратів різниць як міра помилки.

Інформатичний компонент: поняття «помилки» моделі, оцінка точності.

Зв'язок з III: фундаментальна концепція для розуміння того, як III «навчається» – через мінімізацію цієї функції.

Необхідне обладнання/ресурси: картки з простими даними, доступ до Desmos, папір для обчислень.

Формат роботи: робота в парах.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Уявіть, що III має навчитися прогнозувати ціну будинку. Він робить перші прогнози, але вони не точні. Як ми виміряємо, наскільки він «помилився»?».

Діяльність учнів. Учні об'єднуються у пари, кожна пара отримує картку з даними (точками) та декількома лінійними функціями (наприклад, 3 точки: $(1,2)$, $(2,3.5)$, $(3,5)$) та декількома варіантами лінійних функцій (наприклад, $y = x+1$, $y = 1.5x$, $y = x+0.5$). Завдання: «Побудуйте ці точки в Desmos. Для кожної функції обчисліть «помилку» (різницю між фактичним Y і прогнозованим $\hat{Y}$) для кожної точки. Використайте суму квадратів різниць. Яка функція має найменшу «суму помилок»? Це і є наша «функція помилки».».

Розробіть і запропонуйте учням покрокову інструкцію.

- **Крок 1.** Візуалізуємо дані в Desmos. Відкрийте Desmos, нанесіть на графік точки, які є на ваших картках (наприклад, якщо точка $(1,2)$, просто введіть її як $(1,2)$). Перевірте, чи всі учні змогли нанести точки.
- **Крок 2.** Оцінюємо «помилку» для кожної функції. Тепер для кожної функції на картці ми будемо обчислювати, наскільки сильно вона відхиляється від кожної вашої реальної точки. Це і буде «помилка». Акцентуйте увагу на обчисленнях: «На аркуші паперу для кожної функції і для кожної точки (X, Y) :
 - 1) підставте значення X з точки у формулу функції, щоб отримати **прогнозоване значення $\hat{Y}$** (позначимо його $Y_{\text{прогноз}}$);
 - 2) обчисліть різницю між **фактичним значенням Y** з вашої точки (позначимо його $Y_{\text{факт}}$) та прогнозованим $\hat{Y}$. Щоб уникнути

взаємознищення позитивних та негативних відхилень, ми будемо використовувати квадрат цієї різниці.

Запишіть: *Локальна помилка* = $(Y_{\text{факт}} - Y_{\text{прогноз}})^2$;

Приклад (на дошці): наведіть один конкретний приклад обчислення для однієї точки і однієї функції. Наприклад:

Для точки (1,2) і функції $y = x + 1$: $Y_{\text{прогноз}} = 1 + 1 = 2$.

Тоді *локальна помилка*: $(2 - 2)^2 = 0$.

А для точки (2, 3.5) і тієї ж функції: $Y_{\text{прогноз}} = 2 + 1 = 3$.

Локальна помилка: $(3.5 - 3)^2 = 0.52 = 0.25$

3) після обчислення всіх локальних помилок для однієї функції, підсумуйте їх. Ця сума і буде загальною «помилкою» для цієї функції.

- **Крок 3. Визначте «переможця».** Порівняйте загальні суми помилок всіх трьох функцій. Яка функція має **найменшу** суму помилок? Ця функція є «найкращим» прогнозом, а її сума помилок – це значення нашої «функції помилки» для цієї моделі.

Обговорення/Рефлексія. Учитель спонукає учнів до узагальнення: «Що ви помітили? Коли «помилка» найменша? Тож, це і є наша ціль – мінімізувати функцію помилки».

Очікувані результати/Продукт. Визначення «найкращої» функції за критерієм мінімальної помилки, інтуїтивне розуміння «функції помилки».

Поради для вчителя. Наголосіть на тому, що «помилка» тут – це міра відхилення. Поясніть, чому використовуємо квадрат (щоб уникнути взаємного компенсування відхилень).

ВПРАВА «МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІЙ ТА ГРАДІЄНТНОГО СПУСКУ В DESMOS»

Мета: візуально продемонструвати концепцію градієнтного спуску як методу пошуку мінімуму функції за допомогою похідної.

Математичний компонент: геометричний зміст похідної, напрямок найбільшого спаду функції, мінімум функції.

Інформатичний компонент: концепція оптимізації, візуалізація алгоритмів.

Зв'язок з III: градієнтний спуск є основним алгоритмом для «навчання» більшості сучасних моделей III, особливо нейронних мереж.

Необхідне обладнання/Ресурси: проєктор, екран, комп'ютери/ноутбуки, доступ до Desmos (заздалегідь підготовлений шаблон або демонстрація вчителем), аркуш паперу для обчислень.

Формат роботи: колективна демонстрація, обговорення.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Ми знаємо, що наша ціль – мінімізувати «функцію помилки». Але як ІІІ знає, в який бік «рухатися», щоб знайти цей мінімум? Тут нам допоможе похідна і градієнтний спуск». Наведіть аналогію зі спуском з гори в тумані: «Уявіть, що Ви в тумані спускаєтесь з гори і не бачите підніжжя гори, але можете відчувати нахил. Куди б ви пішли, щоб спуститися найшвидше?». (Відповідь: в напрямку найбільшого нахилу вниз).

Учитель демонструє в Desmos:

- *Графік функції помилки:* ввести просту параболічну функцію (наприклад, $y = (x-a)^2$, де a – це параметр, який потрібно оптимізувати). Пояснить, що мінімум параболи – це наш ідеальний параметр.
- *Похідну:* візуалізувати похідну цієї функції (наприклад, $y' = 2(x-a)$). Показати зв'язок між знаком похідної та напрямком функції (зростання/спадання).
- *Кроки градієнтного спуску:* рухати повзунок параметра a маленькими кроками у напрямку, протилежному знаку похідної (або в напрямку «схилу»). Якщо похідна позитивна (схил вгору), ми зменшуємо значення a (рухаємося вліво). Якщо похідна негативна (схил вниз), ми збільшуємо a (рухаємося вправо). Зверніть увагу учнів, як з кожним кроком значення функції помилки зменшується, і ми наближаємося до мінімуму.

Обговорення/Рефлексія. Учитель: «Що нам показав градієнтний спуск? (Що похідна вказує напрямком для мінімізації функції). Як це допомагає ІІІ «навчатися»? (ІІІ обчислює похідну своєї функції помилки і робить «кроки» для її зменшення, таким чином «навчається»)).

Очікувані результати/Продукт. Візуальне розуміння градієнтного спуску, розуміння ролі похідної в оптимізації.

Поради для вчителя. Наголосить, що «швидкість навчання» (learning rate) – це розмір цих «кроків». Занадто великий крок може проскочити мінімум, занадто малий – буде довго спускатися.

МІНІПРОЄКТ «ЯК ІІІ НАВЧАЄТЬСЯ?»

Мета: закріпити розуміння поняття «функції помилки» та градієнтного спуску шляхом створення учнями власного спрощеного «пояснення» цього процесу для інших.

Математичний компонент: узагальнення зв'язку похідної з функцією помилки та оптимізацією.

Інформатичний компонент: навички презентації інформації, візуалізації, використання цифрових інструментів.

Зв'язок з ІІІ: комплексне розуміння базового механізму навчання ІІІ.

Необхідне обладнання/Ресурси: комп'ютери/ноутбуки, доступ до Google Docs/Slides або іншого інструменту для створення презентацій/схем, доступ до Desmos.

Формат роботи: робота в парах над мініпроектами, презентація результатів.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Тепер, коли ми розкрили «секрет» навчання ШІ, ваша місія – пояснити його іншим. Сьогодні ви будете виконувати ролі «математичного перекладача». Створіть короткий візуальний проєкт, що пояснює, як ШІ навчається, використовуючи функцію помилки та градієнтний спуск».

Діяльність учнів. Учні обирають простий приклад, де ШІ може «навчатися» (наприклад, розпізнавання цифр, прогнозування балів, оптимізація доставки). Формулюють, яка буде «функція помилки» в цьому прикладі, та описують, як ШІ використовуватиме градієнтний спуск. Візуалізують в Desmos – створюють простий графік (наприклад, параболу), що ілюструє мінімум функції помилки та «рух» до нього, роблять скріншоти. Учні готують доповідь на 2-3 слайди або візуалізовану схему, використовуючи скріншоти та ключові тези.

Учитель модерує діяльність учнів, підтримує, за потреби, надає консультації, допомагає з формулюваннями.

Очікувані результати/Продукт. Візуальний мініпроект/презентація, що пояснює навчання ШІ.

Поради для вчителя. Підкресліть, що головне – чіткість пояснення, а не складність математичних обчислень. Заохочуйте до використання аналогій. Можна присвятити наступний урок для презентації проєктів.

МОДУЛЬ 3. МОДЕЛЮВАННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ ШІ

ТЕМА 3.1. ОСНОВИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ: ЯК НАВЧАЮТЬСЯ МАШИНИ

Ця тема є перехідною від математичних засад до практичного застосування ШІ. Вона знайомить учнів з базовими парадигмами машинного навчання: навчання з учителем, навчання без учителя та навчання з підкріпленням. Метою є формування в учнів розуміння того, як машини «навчаються» на даних та які типи завдань вони можуть вирішувати. Зміст теми розкриває базові принципи машинного навчання, розрізняючи навчання з учителем, де моделі «вчаться» на

мічених даних для виконання задач класифікації (як-от розпізнавання емоцій чи зображень), та навчання без учителя, що дозволяє машинам виявляти приховані закономірності та групувати дані у кластери без попередніх міток. Крім технічних аспектів підкреслено практичне застосування цих методів, а також важливість критичної оцінки результатів навчання, зокрема, обговорення проблеми упереджень у даних, що впливають на справедливість і надійність прогнозів ІІІ.

Очікувані результати навчання для учнів. Відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти (2024), учні зможуть:

- описувати основні види машинного навчання (навчання з учителем, без учителя, з підкріпленням) та їхні базові принципи [12 ІФО 1.1.2-1];
- наводити приклади завдань, що вирішуються за допомогою машинного навчання (класифікація, кластеризація) [12 ІФО 2.1.2-1];
- пояснювати значення «даних» для навчання ІІІ та їхню роль у процесі навчання [12 МАО 3.1.1-1];
- працювати з онлайн-інструментами для демонстрації основ машинного навчання (наприклад, Teachable Machine) [12 ІФО 2.1.1-1].

Рекомендовані види навчальної діяльності. Рольова гра «Машина емоцій», робота в групах «Кластерна вечірка», робота з Google Teachable Machine, гра «Відгадай секретний кластер», дискусія про справедливість та упередження в алгоритмах класифікації ІІІ, міні-проєкт «Мій перший класифікатор».

РОЛЬОВА ГРА «МАШИНА ЕМОЦІЙ»

Мета: змодельовати принцип навчання з учителем на прикладі розпізнавання емоцій, зрозуміти роль мічених даних та навчитись створювати власний набір даних для навчання моделі класифікації.

Математичний компонент: поняття ознак (рис обличчя, міміки, що допомагають ідентифікувати емоцію), класифікація (розподіл об'єктів (наприклад, фотографій) за категоріями), підрахунок точності (відсоток правильних відповідей у «тестуванні» ІІІ).

Інформатичний компонент: створення набору даних, мічення даних – присвоєння «правильних» відповідей кожному прикладу, вхідні дані для моделі, «навчання» моделі на основі даних.

Зв'язок з ІІІ: розпізнавання емоцій є класичною задачею класифікації в машинному навчанні, яка широко використовується в людино-машинній взаємодії (наприклад, розумні асистенти, що реагують на настрій), психології (аналіз емоційного стану) та маркетингу (оцінка реакції споживачів). Ця вправа

імітує процес, де ІІІ навчається на прикладах з «правильними» відповідями, що є основою навчання з учителем.

Необхідне обладнання/ресурси: картки з фотографіями облич, що виражають різні емоції (щастя, сум, злість, здивування, нейтральність), дошка/фліпчарт, маркери. За бажанням: камера телефону/веб-камера для створення учнями «власних» мімічних виразів (як додатковий елемент), стікери для запису ознак.

Формат роботи: Рольова гра з елементами групової роботи та дискусії.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Наші обличчя говорять, а комп'ютер слухає?». Розпочніть урок з інтригуючого питання, яке занурить учнів у тему: «Чи помічали ви, як легко ми розпізнаємо настрій людини за виразом її обличчя? Наші емоції – це потужний спосіб спілкування. А чи може комп'ютер «зрозуміти» наші почуття? Як би ми могли навчити машину розпізнавати, коли ми щасливі, сумні чи злі?».

Пояснення ролей. Учитель: «Сьогодні ви станете «Експертами-тренерами ІІІ» та «Нейронними мережами». *Ваше завдання* – навчити «комп'ютер» (однокласників) розрізняти емоції за допомогою «мічених даних», які ви самі створите. Ми моделюємо навчання з учителем: це коли ми даємо машині багато прикладів з «правильними» відповідями, і вона намагається запам'ятати закономірності».

Діяльність учнів. Об'єднайте учнів класу на 4-5 команд «Розробників ІІІ». Кожна команда буде відповідальною за розробку своєї власної «моделі розпізнавання емоцій».

«Мічення даних» та «Тренери-експерти»: кожна команда «Розробників ІІІ» отримує набір карток з фотографіями облич, що виражають одну конкретну емоцію (наприклад, «Група щастя», «Група суму» тощо) та 2-3 фотографії з іншими емоціями для порівняння. *Завдання:* ви виконуєте роль «Тренерів-експертів» для вашої емоції. Уважно розгляньте фотографії та виявіть ключові ознаки (features), за якими можна абсолютно точно ідентифікувати «вашу» емоцію. Що саме на обличчі говорить про щастя/сум/злість? Детально опишіть: форма рота, очей, брів, зморшки, напруження м'язів. Запишіть ці ознаки на окремих картках/стікерах.

Рольовий елемент: підкресліть, що учні як «люди-міткари», які надать «правильні» відповіді та «інструкції» для майбутнього навчання ІІІ.

Передача знань – навчання «Нейронних мереж»: кожна команда «Розробників ІІІ» обирає одного або двох «Тренерів-експертів», які тепер «навчатимуть» іншу команду, що виступає в ролі «Нейронної мережі». *Завдання:*

інша група учнів «Нейронна мережа» нічого не знає про емоції. «Тренери-експерти» мають дуже чітко та послідовно пояснити всі «ознаки», які ви виявили, щоб група «Нейронна мережа» могла самостійно розпізнавати цю емоцію, використовуючи картки з ознаками.

Рольовий елемент: учні групи «Нейронна мережа» можуть ставити уточнюючі запитання, щоб «краще навчитися».

Тестування моделі емоційного ШІ: кожній команді «Розробників ШІ» (яка тепер містить «навчену» «Нейронну мережу») демонструються 10-15 нових, немічених фотографій з різними емоціями. *Завдання:* команда «Розробників ШІ» має колективно «розпізнати» емоцію на кожній фотографії, обґрунтувавши свій вибір за описаними ознаками і записати свою відповідь.

Учитель паралельно записує на дошці «правильні» емоції для кожної тестової фотографії.

Підрахунок «Точності»: після того, як всі команди пройдуть тест, кожна команда порівнює свої відповіді з «правильними». Підраховується відсоток правильних відповідей. Учитель «Це і є «точність» вашої моделі розпізнавання емоцій».

Обговорення/Рефлексія. Підведіть підсумки: «Що ми навчили наш ШІ?». Учитель: «Подивіться на свої результати. У когось точність вища, у когось нижча. Чому так сталося? Які ознаки були найважливішими? Чи були фотографії, які було важко розпізнати? Чому?».

Узагальнення понять:

- *Набір даних і мічення:* «Ми створили міні-набір даних. Коли ви позначали фотографії і описували ознаки, ви «мітили дані». Це критично важливо, адже без «правильних» відповідей ШІ не знає, що «добре», а що «погано».
- *Ознаки:* «Ознаки, які ви описували (вигнуті кутики рота, зморшки біля очей), – це те, що комп'ютер «бачить» і «аналізує». Чим точніше ми опишемо ці ознаки, тим краще «навчитися» машина».
- *Навчання з учителем:* «Ми імітували процес навчання з учителем: ви були «вчителями», надавали «мічені дані», а інші групи були «учнями» (ШІ-моделями), які намагалися запам'ятати закономірності».
- *Точність:* «Точність, яку ми порахували, показує, наскільки добре «навчилася» наша «модель». У реальному ШІ цей процес відбувається з мільйонами даних і набагато складнішими математичними моделями».

Зв'язок з реальним ШІ. Учитель: «А тепер уявіть, що замість кількох фотографій у нас мільйони, а замість ваших описів – складні математичні алгоритми, які шукають ці закономірності. Ось так працює справжній ШІ,

розпізнаючи емоції, обличчя, об'єкти і багато іншого. Ця вправа показала вам його основи».

Очікувані результати/Продукт. Глибоке розуміння принципу навчання з учителем, ролі мічених даних та ознак у машинному навчанні. Усвідомлення, що ІІІ «вчиться» на прикладах, а не завдяки свідомості. Спільний список ознак для розпізнавання різних емоцій, розроблений учнями; «результати тестування» їхніх «ІІІ-моделей» (відсоток правильних відповідей).

Поради для вчителя. Наголосіть на ролях, заохочуйте учнів «увійти в роль» і поводитися як «Тренери-експерти» або «Нейронні мережі». Це зробить гру більш інтерактивною. Використовуйте різноманітні фотографії (різний вік, статі, етнічні групи, ракурси, освітлення) для кращої імітації реальних даних та виклику більш глибокого аналізу ознак. Підкресліть, що чим детальніше описані ознаки, тим краще «навчиться» модель. Наголосіть на «помилках», якщо «точність» невисока, обговоріть, чому так сталося. Чи були ознаки недостатньо чіткими? Чи було мало даних? Це важливий аспект навчання ІІІ. Обговоріть, де учні бачать застосування розпізнавання емоцій у реальному житті (смартфони, ігри, реклама). *Можливе розширення:* запропонуйте учням спробувати сфотографувати власні вирази обличчя та спробувати «розпізнати» їх за створеними ознаками.

ВПРАВА «КЛАСТЕРНА ВЕЧІРКА»

Мета: зрозуміти принцип навчання без учителя та задачу кластеризації, коли ІІІ шукає приховані закономірності та групи в даних без попередніх міток.

Математичний компонент: відстань між точками (спрощено), групування об'єктів за схожістю, пошук «центрів» груп.

Інформатичний компонент: алгоритми кластеризації, немічені дані, виявлення патернів.

Зв'язок з ІІІ: кластеризація є ключовою для сегментації ринку, виявлення аномалій, групування документів або зображень, де попередні мітки відсутні.

Необхідне обладнання/ресурси: картки з різними об'єктами (наприклад, «фрукти», «овочі», «тварини», «транспорт», але не підписані), або фотографії об'єктів без явних категорій, великий простір, де можна переміщати картки або об'єднуватись у групи.

Формат роботи: використання методу «Карусель» з елементами групової роботи.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Поясніть, що таке навчання без учителя, наприклад так, - це коли ми даємо машині дані, а вона сама шукає в них якісь закономірності, групи, або «кластери», без наших підказок.

Розміщення «даних». Розкладіть на столах або розкидайте по кімнаті картки з різними об'єктами. Важливо, щоб об'єкти мали різні ознаки, але їхні категорії не були очевидними одразу (наприклад, «яблуко», «апельсин», «банан», «слон», «жираф», «автомобіль», «велосипед», «помідор», «огірок»).

Діяльність учнів: формування «кластерів». Об'єднайте учнів у 4-5 груп. Кожна група є «Алгоритмом кластеризації». За сигналом, кожна група починає рухатись по кімнаті, «збираючи» об'єкти та формуючи *кластери* (групи) за власними критеріями (наприклад, за кольором, розміром, призначенням). Немає «правильних» або «неправильних» міток. Через 5 хвилин (за сигналом) групи залишають свої кластери і переходять до іншої станції (метод «Карусель»), де вони можуть перегрупувати об'єкти, сформовані попередньою групою, за своїми критеріями. Так ротація триває 2-3 рази.

Презентація та обговорення. Кожна група представляє один зі своїх кластерів і пояснює критерії, за якими вони його створили. Обговоріть такі питання: «Чому ви згрупували саме так?», «Чи були групи, які відрізнялися?», «Як ШІ може знайти ці приховані закономірності, якщо ми не даємо йому міток?»

Очікувані результати/продукт. Сформовані кластери об'єктів за різними ознаками, розуміння принципу кластеризації та її застосування в навчанні без учителя.

Поради для вчителя. Заохочуйте учнів думати «як машина» і шукати неочевидні критерії для групування. Підкресліть, що метою є пошук прихованих структур у даних.

ВПРАВА «НАВЧИ СВІЙ ШІ-АВАТАР»

Мета: на практиці використати інструмент Teachable Machine для швидкого прототипування моделі класифікації зображень та усвідомити процес збору даних, навчання та тестування.

Математичний компонент: розпізнавання образів (на основі ознак), статистична класифікація.

Інформатичний компонент: веб-інтерфейс Teachable Machine, збір даних з камери, тренування моделі, тестування моделі, концепція перенавчання (overfitting) та недонавчання (underfitting).

Зв'язок з ШІ: Teachable Machine – це зручний інструмент для демонстрації базових принципів навчання з учителем на прикладі комп'ютерного зору, дозволяючи учням самостійно «навчати» ШІ виконувати прості задачі розпізнавання.

Необхідне обладнання/ресурси: комп'ютери з доступом до інтернету та веб-камерами (обов'язково), платформа Google Teachable Machine (<https://teachablemachine.withgoogle.com/>).

Формат роботи: робота в малих групах (по 2-3 учні) з демонстрацією результатів.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Коротко розкажіть про Teachable Machine як про простий інструмент, що дозволяє «навчити» комп'ютер розпізнавати різні речі, просто показуючи йому приклади. Об'єднайте учнів у групи по 2-3 учні. **Завдання:** кожна група має «навчити» свій ШІ-аватар розпізнавати 3-4 різні пози/об'єкти/вирази обличчя (наприклад, «рука вгору», «рука вниз», «окей», або «яблуко», «апельсин», «банан»).

Діяльність учнів. Робота з Teachable Machine:

- Учні відкривають Teachable Machine, обирають «Image Project».
- Створюють 3-4 «класи» (категорії, наприклад, «Рука вгору», «Рука вниз»).
- Для кожного класу роблять багато (мінімум 20-30) фотографій з веб-камери, представляючи відповідну позу/об'єкт. Заохочуйте робити фотографії з різними варіаціями (різний фон, освітлення, кути).
- Натискають «Train Model».
- Після навчання тестують свою модель в реальному часі.

Демонстрація та обговорення. Кожна група демонструє роботу своєї навченої моделі. Обговоріть: «Що було легко навчити, а що складно?», «Чому модель іноді помиляється?», «Що потрібно робити, щоб покращити модель?», «Яке це має відношення до реального ШІ?»

Очікувані результати/продукт. Працездатна модель класифікації зображень, навчена учнями за допомогою Teachable Machine, розуміння циклу «збір даних – навчання – тестування» та проблем, таких як якість даних.

Поради для вчителя. Заздалегідь протестуйте інструмент, щоб бути впевненим, що він працює на всіх пристроях. Наголосіть на важливості різноманітності навчальних даних.

ВПРАВА-ГРА «ВІДГАДАЙ СЕКРЕТНИЙ КЛАСТЕР»

Мета: розвинути навички абстрактного мислення та пошуку прихованих закономірностей, імітуючи роботу алгоритмів кластеризації, що навчаються без учителя.

Математичний компонент: логіка, індуктивне мислення, пошук спільних ознак, формування гіпотез.

Інформатичний компонент: нечітке групування даних, розпізнавання патернів, аналіз неструктурованих даних.

Зв'язок з III: алгоритми кластеризації не отримують міток, а повинні самостійно «зрозуміти», як дані групуються. Ця вправа імітує процес, де III шукає ці «секретні» закономірності.

Необхідне обладнання/ресурси: картки з об'єктами або ідеями, які можна згрупувати за неочевидною ознакою (наприклад, «коти», «собаки», «тигри», «леви» – група «хижаки», «яблуко», «банан», «виноград» – група «фрукти», але з іншими об'єктами, що «заплутують»), «мікрофон» (будь-який предмет).

Формат роботи: використання методу «Мікрофон» з елементами гри на відгадування.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Нагадайте учням про кластеризацію – коли III сам шукає групи. Поясніть, що іноді ці групи неочевидні. Учитель заздалегідь готує кілька «секретних кластерів» по 3-4 об'єкти в кожному. Наприклад, *кластер 1:* «Слон», «Кит», «Кажан» (спільна ознака – *ссавці*); *кластер 2:* «Стіл», «Стілець», «Шафа» (спільна ознака – *меблі*). Учитель починає називати об'єкти з одного «секретного кластера» (по одному).

Діяльність учнів. Учні мають відгадати секретний кластер. Вони по черзі беруть «мікрофон» і висловлюють свої гіпотези про те, яка спільна ознака об'єднує названі об'єкти, або пропонують наступний об'єкт, який, на їхню думку, може належати до цього кластера.

Учитель відповідає «Так/Ні» щодо правильності гіпотези або запропонованого об'єкта.

Заохочуйте учнів аргументувати свої гіпотези, наводити логічні зв'язки.

Як тільки кластер «відгадано» (тобто більшість учнів зрозуміли спільну ознаку), перейдіть до наступного «секретного кластера».

Обговорення/рефлексія. Обговоріть: «Які були найскладніші кластери для відгадування?», «Як ви шукали спільні ознаки?», «Як III робить те саме, але з величезними обсягами даних?» Підкресліть, що III шукає ці закономірності математично, вимірюючи «відстань» між даними.

Очікувані результати/продукт. Здатність ідентифікувати приховані закономірності та групувати об'єкти за неочевидними ознаками, розуміння принципу кластеризації як методу пошуку структур у немічених даних.

Поради для вчителя. Підготуйте кластери з різним рівнем складності. Це може бути чудова вправа для розвитку нестандартного мислення.

ДИСКУСІЯ ПРО СПРАВЕДЛИВІСТЬ «СУД НАД АЛГОРИТМОМ»

Мета: провести дискусію про справедливість та упередження в алгоритмах класифікації III, особливо при застосуванні їх у соціально чутливих сферах.

Математичний компонент: статистичні помилки (хибнопозитивні/хибнонегативні), репрезентативність вибірки, метрики несправедливості (концептуально).

Інформатичний компонент: етика ІІІ, відповідальний ІІІ, наслідки роботи алгоритмів, пояснюваний ІІІ (або ХАІ).

Зв'язок з ІІІ: коли ІІІ використовується для класифікації людей (наприклад, для видачі кредитів, оцінки ризиків, прийому на роботу), його рішення можуть бути упередженими, якщо навчальні дані були нерепрезентативними або відображали історичні упередження. Це призводить до несправедливих прогнозів, що є серйозною етичною проблемою.

Необхідне обладнання/ресурси: заздалегідь підготовлені кейси з реальними або гіпотетичними прикладами упередження в алгоритмах класифікації (наприклад, розпізнавання облич, оцінка ризиків рецидиву, відбір резюме), дошка/фліпчарт, маркери.

Формат роботи: використання методу «Дискусія».

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Поясніть, що ІІІ, хоч і має математичне підґрунтя, але може бути «несправедливим». Наведіть приклад: «Якщо ми навчимо ІІІ розпізнавати котів, показуючи йому лише білих котів, він може не розпізнати чорного кота. А що, якщо ІІІ приймає рішення, які впливають на життя людей?» Поясніть термін «упередження» в контексті даних та алгоритмів.

Запропонуйте учням 2-3 коротких, але яскравих кейси, що демонструють упередження в алгоритмах класифікації (наприклад, кейс з алгоритмом оцінки ризику рецидиву, який був упереджений щодо певних груп населення; або система розпізнавання облич, яка гірше працює для жінок або людей з темним кольором шкіри).

Діяльність учнів. Об'єднайте учнів класу у 3-4 групи. Кожна група обговорює надані кейси, відповідаючи на питання:

- *В чому полягає упередження в цьому кейсі?*
- *Які були можливі причини такого упередження (у даних, у розробці)?*
- *Які соціальні та етичні наслідки такого рішення ІІІ?*
- *Що можна було б зробити, щоб уникнути або зменшити це упередження?*

Проведіть загальну відкриту дискусію, де кожна група ділиться своїми висновками. Заохочуйте учнів висловлювати різні точки зору, аргументувати свої позиції. Підкресліть, що «математичні секрети» ІІІ мають також і соціальні виміри.

Очікувані результати/продукт. Глибоке розуміння проблеми упередження в ІІІ та її впливу на справедливість, розвиток етичного та

критичного мислення щодо застосування ІІІ, здатність пропонувати шляхи вирішення цих проблем.

Поради для вчителя. Обирайте кейси, які є актуальними та зрозумілими для учнів. Важливо створити безпечну атмосферу для висловлення думок. Підкресліть, що це питання є однією з найважливіших проблем сучасного ІІІ.

МІНІПРОЄКТ «МІЙ ПЕРШИЙ КЛАСИФІКАТОР»

Мета: закріпити розуміння принципів навчання з учителем та класифікації шляхом самостійного створення та навчання простого класифікатора, вибору ознак та аналізу його ефективності.

Математичний компонент: ознаки даних (числові, категоріальні), класифікація, підрахунок точності/похибок, основи логічного розділення даних.

Інформатичний компонент: збір та структурування даних, вибір ознак, «ручне» моделювання класифікатора (на основі простих логічних правил), тестування та оцінка.

Зв'язок з ІІІ: ця вправа імітує спрощений процес розробки алгоритму класифікації в машинному навчанні. Учні виступають у ролі розробників, які збирають дані, визначають ознаки та створюють правила для моделі, що є основою для багатьох ІІІ-систем (від розпізнавання спаму до медичної діагностики).

Необхідне обладнання/ресурси: аркуші паперу, ручки/олівці, кольорові маркери, лінійки, роздатковий матеріал з даними (приклад), можливо, доступ до електронних таблиць (Google Sheets/Excel) для організації даних.

Формат роботи: виконання мініпроектів у малих групах.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Нагадайте учням про навчання з учителем та класифікацію. Поясніть, що вони спробують створити свій «алгоритм класифікації» для простої задачі, як це роблять інженери ІІІ.

Діяльність учнів. Об'єднайте учнів класу в групи по 4-5 учнів. Кожна група отримує завдання створити класифікатор для певної, зрозумілої учням задачі. Наприклад:

- **Класифікатор №1.** Визначити, чи є учень геймером, за його звичками (кількість годин за комп'ютером, улюблені предмети, використання певних фраз, улюблені ігри).
- **Класифікатор №2.** Визначити, чи фрукт є цитрусовим, за його ознаками (колір, форма, запах, товщина шкірки, кислий/солодкий).
- **Класифікатор №3.** Визначити, чи книга є фантастикою, за її ознаками (обкладинка, наявність магії/технологій, кількість сторінок, розмір шрифту).

Поетапне виконання проєкту:

Етап 1: Збір та мічення даних:

- Кожна група збирає «дані» для своєї задачі. Вони можуть «опитувати» своїх однокласників (для «геймера»), або «аналізувати» картки з фруктами/книгами.
- Учні мають визначити *ознаки*, за якими вони будуть класифікувати, та створити *мічені приклади* (наприклад, для геймера: «8 годин, інформатика, «нуб», CS:GO – так, геймер»).
- Мінімум 10-15 прикладів.

Етап 2: Розробка «Алгоритму»:

- На основі зібраних даних групи формують прості *логічні правила* для свого класифікатора. Наприклад: «ЯКЩО (кількість годин > 5 І улюблена гра = CS:GO) ТО Геймер».
- Вони можуть використовувати схеми, блок-схеми або просто списки правил. Це їх «ручний» алгоритм машинного навчання.

Етап 3: Тестування та оцінка:

- Групи обмінюються своїми «неміченими» даними (новими прикладами, які вони не використовували для розробки правил).
- Кожна група використовує «алгоритм» іншої групи для класифікації цих нових даних.
- Порівняйте результати з «правильними» мітками, щоб оцінити *точність* «алгоритму».

Презентація та обговорення. Кожна група представляє свій «алгоритм», його ефективність та труднощі, з якими вони зіткнулися. Обговоріть, наскільки складно було «навчити» машину, які ознаки виявилися найважливішими, і чому деякі класифікатори працювали краще, ніж інші. Підкресліть важливість вибору ознак, обсягу даних та їх якості.

Очікувані результати/продукт. Розроблений простий «класифікатор» на основі логічних правил, «набір даних» з мітками та ознаками, розуміння практичних аспектів навчання з учителем.

Поради для педагогів. Заохочуйте креативність у виборі ознак. Якщо є час, можна спробувати застосувати їхні дані до реальних онлайн-інструментів (наприклад, простого класифікатора в Google Sheets, якщо учні мають базові навички роботи з формулами IF). Наголосіть, що це спрощена модель, але вона відображає основні етапи розробки ШІ.

ТЕМА 3.2. ЛІНІЙНА РЕГРЕСІЯ ТА СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ В ІІІ

Ця тема зосереджена на одному з найпростіших, але водночас фундаментальних алгоритмів машинного навчання – лінійній регресії, яка використовується для прогнозування числових значень. Вона дозволяє учням побачити прямий зв'язок між статистичним аналізом, побудовою лінійної функції та її застосуванням у ІІІ. Тема поглиблює розуміння того, як машини використовують дані для виявлення залежностей та створення прогнозів. Основна мета цієї теми полягає у формуванні в учнів розуміння, як ІІІ використовує лінійну регресію та статистичний аналіз для виявлення залежностей у даних, створення числових прогнозів та оцінки їхньої точності.

Очікувані результати навчання для учнів. Відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти (2024), учні зможуть:

- пояснювати концепцію лінійної регресії та її застосування для прогнозування [12 МАО 4.2.1-1], [12 МАО 4.2.2-1];
- будувати та інтерпретувати графіки лінійних функцій за заданими даними [12 МАО 2.4.1-2];
- використовувати електронні таблиці (Excel/Google Sheets) для побудови діаграм розсіювання, додавання лінії тренду та отримання її рівняння [12 ІФО 1.2.3-1];
- наводити приклади застосування лінійної регресії у реальних ІІІ-системах [12 ІФО 2.1.1-1].

Рекомендовані види навчальної діяльності. Представлення лінійної залежності та її використання для прогнозування, знаходження коефіцієнтів, які мінімізують суму помилок між прогнозованими та фактичними значеннями «Навчи свій прогноз», міні-проект «Ціна квартири».

ВПРАВА «ПРОГНОЗ УСПІШНОСТІ: ПРЯМА НАВЧАННЯ»

Мета: зрозуміти концепцію лінійної залежності та її візуалізацію як прямої лінії для прогнозування числових значень.

Математичний компонент: Декартова система координат, побудова точок за координатами, інтуїтивне проведення «найкращої» прямої, поняття залежності між змінними.

Інформатичний компонент: візуалізація даних (розсіювання точок), попередній аналіз даних.

Зв'язок з ІІІ: лінійна регресія – це один з найпростіших алгоритмів машинного навчання, який використовується для прогнозування числових значень (наприклад, ціни, температури, кількості продажів) на основі лінійної

залежності між ознаками. Ця вправа імітує перші кроки ІІІ в пошуку такої залежності.

Необхідне обладнання/ресурси: великі аркуші міліметрового паперу (або великий ватман з розміткою), лінійки, олівці/маркери, картки з гіпотетичними даними учнів (наприклад, «Час на виконання домашнього завдання (години)» та «Бал за контрольну роботу (12-бальна шкала)»).

Формат роботи: використання методу «Коло ідей» (для обговорення ознак) та робота в малих групах.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Поясніть, що комп'ютери можуть «навчитися» передбачати числові речі (як, наприклад, твій бал, якщо знати, скільки ти вчишся). Це називається *регресія*. Для застосування методу «Коло ідей», запропонуйте учням назвати фактори, які можуть впливати на їхню успішність у школі. Запишіть ідеї на дошці. Оберіть дві числові ознаки, які, на їхню думку, можуть мати лінійний зв'язок (наприклад, «час на підготовку» та «бал»).

Діяльність учнів. Об'єднайте учнів у групи по 4-5 осіб. Кожна група отримує набір карток з гіпотетичними даними. Наприклад, 10-15 пар значень «Час на виконання домашнього завдання в годинах» і «Бал за контрольну роботу за 12-бальною системою».

Побудова графіку розсіювання. Кожна група на міліметровому папері будує графік розсіювання, позначаючи кожную пару даних точкою.

Проведення «найкращої» прямої: учні мають інтуїтивно провести через ці точки *пряму лінію*, яка, на їхню думку, найкраще відображає загальну тенденцію. Обговоріть, чому вони провели її саме так. Поясніть, що це аналог того, як ІІІ «намагається» знайти найкращу лінію.

Обговорення/Рефлексія. Запропонуйте групам «прогнозувати» бал учня, який витратив, наприклад, 7 годин на виконання домашнього завдання, за допомогою їхньої прямої. Обговоріть, наскільки схожими чи різними вийшли їхні прямі та прогнози.

Очікувані результати/продукт. Побудований графік розсіювання з проведеною «лінією регресії», розуміння візуального представлення лінійної залежності та її використання для прогнозування.

Поради для вчителя. Підкресліть, що на цьому етапі пряма проводиться інтуїтивно, а далі ми навчимося, як комп'ютер робить це точно. Дані мають мати приблизно лінійну залежність, щоб було легко провести пряму.

ВПРАВА «НАВЧИ СВІЙ ПРОГНОЗ»

Мета: зрозуміти, як коефіцієнти (ваги) лінійної регресії впливають на положення прямої та точність прогнозу, а також інтуїтивно усвідомити процес мінімізації помилок.

Математичний компонент: рівняння прямої ($y = ax + b$), вплив коефіцієнтів a (нахил) та b (зсув по осі Y) на положення прямої, відхилення точок від прямої (помилки).

Інформатичний компонент: «навчання» моделі (пошук оптимальних параметрів), функція втрат, ітеративний процес.

Зв'язок з III: навчання лінійної регресії полягає у знаходженні таких коефіцієнтів (ваг), які мінімізують суму помилок між прогнозованими та фактичними значеннями. Це ключовий крок у тренуванні багатьох моделей машинного навчання.

Необхідне обладнання/ресурси: той же графік розсіювання з попередньої вправи «Прогноз успішності: пряма навчання», нитка/гумка, прищіпки/кліпси, ручки, кольорові олівці.

Формат роботи: використання методу «Карусель» з елементами ручного «навчання».

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Наша пряма $y = ax + b$, де a і b – це те, що комп'ютер «вивчає». Ваше завдання – знайти такі a і b , щоб пряма була «найкращою».

Діяльність учнів. Учні працюють в тих самих групах як в попередній вправі. *Розміщення «помилки»:* кожна група бере свій графік розсіювання з вправи «Прогноз успішності: пряма навчання». Запропонуйте їм уявити, що нитка – це їхня «пряма». Учні кладуть нитку на графік, імітуючи проведену пряму. Потім вони мають позначити (або навіть намалювати короткі відрізки) відстані від кожної точки до нитки (це їхні «помилки»).

«Навчання» через ротацію:

- *Крок 1.* Групи обмінюються графіками. Кожна нова група «оцінює» пряму попередньої групи, дивлячись на «помилки». Вони намагаються трохи змінити положення нитки (тобто «підкоригувати» коефіцієнти a і b) так, щоб зменшити загальну суму помилок. Вони фіксують нитку прищіпками.
- *Крок 2.* Групи знову обмінюються графіками. Повторюють процес «корекції» нитки для мінімізації помилок.
- *Крок 3.* Фінальний обмін і корекція.

Презентація та обговорення. Після 2-3 ротацій, кожна група демонструє свою «найкращу» пряму. Обговоріть такі питання: «Чи всі прямі виглядають

однаково?», «Чи стали «помилки» меншими?», «Які коефіцієнти a і b (нахил і зсув) мають бути у вашої прямої, щоб вона була кращою?». Поясніть, що ШІ використовує складні математичні методи (як-от градієнтний спуск) для автоматичного підбору цих коефіцієнтів, але принцип той самий – мінімізація помилок.

Очікувані результати/продукт. Візуальне розуміння впливу коефіцієнтів на лінію регресії, інтуїтивне розуміння процесу мінімізації помилок для «навчання» моделі.

Поради для вчителя. Наголосіть на тому, що мета – зробити помилки якомога меншими. Це дуже спрощений, але наочний спосіб продемонструвати концепцію «навчання» моделі.

МІНІПРОЄКТ «ЦІНА КВАРТИРИ»

Мета: на практиці застосувати лінійну регресію для прогнозування реальних числових значень, використовуючи *Excel/Google Sheets*, навчитись працювати з даними, будувати модель та оцінювати її ефективність.

Математичний компонент: лінійна регресія (побудова рівняння, розрахунок коефіцієнтів за допомогою програмного забезпечення), кореляція, похибки прогнозу, середньоквадратична похибка (MSE) – на понятійному рівні.

Інформатичний компонент: робота з електронними таблицями (введення даних, побудова графіків розсіювання, використання функції LINEST або «Аналіз даних» для регресії), інтерпретація статистичних вихідних даних.

Зв'язок з ШІ: це пряме моделювання задачі прогнозування числових значень, яку ШІ вирішує за допомогою лінійної регресії. Учні виступають у ролі аналітиків даних, які будують та оцінюють модель.

Необхідне обладнання/ресурси: комп'ютери з доступом до *Excel* або *Google Sheets*, роздаткові матеріали з невеликим набором реальних або гіпотетичних даних (наприклад, «площа квартири» та «ціна», «кількість кімнат» та «ціна», «відстань до центру міста» та «ціна»).

Формат роботи: виконання мініпроектів у малих групах (3-4 учні) з подальшою презентацією.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Поясніть, що учні зараз вони будуть «навчати» справжній комп'ютер робити прогнози. **Завдання:** навчитися передбачати ціну квартири за її характеристиками.

Діяльність учнів. Об'єднайте учнів у групи по 4-5 осіб для виконання мініпроектів. Кожна група отримує набір даних (приблизно 15-20 рядків) з кількома ознаками квартир, наприклад: площа (кв. м), кількість кімнат, ціна (тис. доларів). Учням потрібно побудувати модель, яка прогнозує ціну за площею.

Етап 1. Введення та візуалізація даних. Учні вводять дані в Excel/Google Sheets. Будують *графік розсіювання* для «Площа-ціна».

Етап 2. Побудова лінійної регресії:

- Google Sheets: використовують функцію LINEST для отримання коефіцієнтів a і b та R^2 (коефіцієнта детермінації).
- Excel: Використовують «Аналіз даних» та «Регресія» або додають лінію тренду до графіку розсіювання з рівнянням та R^2 .
- Учні записують отримане рівняння прямої.

Етап 3. Прогноз та оцінка:

- Використовуючи отримане рівняння, групи прогнозують ціну для «нової» квартири, якої немає в наборі даних.
- Обговорюють показник R^2 (коефіцієнт детермінації) як міру того, наскільки добре їхня пряма пояснює дані. Пояснить, що R^2 близько до 1 означає хороший прогноз, близько до 0 – поганий.

Презентація та обговорення. Кожна група презентує своє рівняння регресії, прогнозовану ціну та значення R^2 . Обговоріть, які фактори могли вплинути на точність їхньої моделі. Пояснить, що в реальному ШІ використовуються більш складні моделі, але принцип «навчання за даними для прогнозу» той самий.

Очікувані результати/продукт. Електронна таблиця з графіком розсіювання, рівнянням лінійної регресії, розрахунком R^2 , а також прогноз для нової точки даних.

Поради для вчителя. Заздалегідь підготуйте чіткий шаблон даних. Якщо учні не знайомі з Excel/Google Sheets, дайте короткий вступ. Наголосіть на важливості інтерпретації R^2 .

ШКАЛА ДУМОК «ПОМИЛКИ ПРОГНОЗУ»

Мета: зрозуміти, що таке «помилки прогнозу» в лінійній регресії та як їх аналіз допомагає оцінити ефективність моделі ШІ, а також обговорити наслідки різних типів помилок.

Математичний компонент: різниця між фактичним та прогнозованим значенням (помилка/залишок), абсолютна та відносна помилка, поняття «викидів» (outliers).

Інформатичний компонент: оцінка моделі, функція втрат, налагодження моделі.

Зв'язок з ШІ: аналіз помилок є ключовим етапом у розробці та вдосконаленні будь-якої моделі ШІ. Розуміння джерел та величини помилок дозволяє «навчити» машину бути точнішою та надійнішою.

Необхідне обладнання/ресурси: накреслена на підлозі або на великому ватмані шкала від «абсолютно неприйнятно» до «цілком прийнятно» (або від 0 до 100), картки з гіпотетичними сценаріями та величинами помилок прогнозу.

Формат роботи: використання методу «Шкала думок» з подальшою дискусією.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Нагадайте, що жоден прогноз не є ідеальним, і завжди є помилки. Поясніть, що ІІІ також помиляється, і важливо вміти оцінювати ці помилки. Заздалегідь підготуйте 3-4 сценарії з різними контекстами та величинами помилок. Наприклад:

- «ІІІ прогнозує прибуток компанії. Фактичний прибуток \$100 млн, прогноз \$102 млн. Різниця \$2 млн».
- «ІІІ прогнозує температуру повітря. Фактично +5°C, прогноз +15°C».
- «ІІІ прогнозує кількість пацієнтів у лікарні. Фактично 100 пацієнтів, прогноз 95».
- «ІІІ прогнозує кількість необхідних рятувальних ресурсів. Фактично 50, прогноз 30».

Діяльність учнів. Учитель зачитує перший сценарій. Учні обговорюють у малих групах, наскільки прийнятною є ця помилка. Потім учні фізично стають на шкалу (від «абсолютно неприйнятно» до «цілком прийнятно» відповідно до їхньої думки про прийнятність помилки.

Запитайте кількох учнів, які обрали різні позиції, чому вони так вважають. Заохочуйте їх аргументувати, які наслідки може мати така помилка. Повторіть процес для інших сценаріїв.

Загальне обговорення. Обговоріть, чому одна й та ж величина помилки може бути прийнятною в одному сценарії і критичною в іншому. Поясніть, що в ІІІ використовуються різні метрики для оцінки помилок (наприклад, середня абсолютна помилка, середньоквадратична помилка), і вибір метрики залежить від важливості наслідків помилки.

Очікувані результати/продукт. Розуміння концепції помилки прогнозу, усвідомлення важливості контексту при оцінці ефективності моделі ІІІ, розвиток критичного мислення щодо довіри до ІІІ-прогнозів.

Поради для вчителя. Сценарії мають бути різноманітними за сферою застосування та наслідками помилок, щоб учні могли бачити різницю. Наголосіть, що головна мета ІІІ – не лише дати прогноз, а й оцінити його надійність.

ТЕМА 3.3. ІІІ В РЕАЛЬНОМУ ЖИТТІ: ТЕСТУЄМО ТА ЗАСТОСОВУЄМО ЗНАННЯ

Ця тема є кульмінацією всього курсу, оскільки вона надає учням можливість інтегрувати отримані знання та навички з математики, інформатики та штучного інтелекту у власні проєкти. Основною метою вивчення теми є формування в учнів здатності інтегрувати теоретичні знання з математики та інформатики у практичну розробку, тестування та критичний аналіз ІІІ-рішень для реальних задач, розвиваючи навички проєктної діяльності, командної співпраці та презентації результатів. Зміст теми передбачає роботу учнів у командах над розв'язанням реальних або імітованих проблем за допомогою ІІІ. Це включає аналіз задачі, вибір відповідних алгоритмів (наприклад, лінійної регресії, класифікації), збір та підготовку даних, а також розробку та тестування прототипу ІІІ-рішення. Завершенням теми є створення та презентація власних ІІІ-проєктів. Учні оформлюють свої напрацювання у вигляді презентації або відео, де демонструють власні рішення, пояснюють використані математичні та інформатичні принципи, а також аналізують отримані результати та можливі обмеження. Захист проєкту є важливою частиною, де учні відповідають на запитання та відстоюють свої рішення.

Очікувані результати навчання для учнів. Відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти (2024), учні зможуть:

- розробляти та реалізовувати мініпроєкти з використанням елементів ІІІ, демонструючи розуміння математичних та інформатичних засад [12 МАО 1.2.1-1], [12 ІФО 2.5.1-1];
- аналізувати проблемну ситуацію та формулювати завдання, яке може бути вирішене за допомогою ІІІ [12 МАО 1.2.1-1];
- здійснювати збір, обробку та візуалізацію даних для навчання ІІІ-моделі [12 МАО 1.2.3-1], [12 МАО 1.2.2-3];
- оцінювати можливості та обмеження ІІІ-систем, а також потенційні етичні наслідки їх застосування [12 ІФО 1.3.1-1], [12 ІФО 1.3.2-1], [12 ІФО 4.1.1-1];
- презентувати результати своєї роботи, аргументуючи власні висновки та використовуючи відповідну термінологію [12 ІФО 2.1.2-1].

Рекомендовані види навчальної діяльності. Мініхакатон «AI Challenge», розробка презентації/відео, захист проєктів.

МІНІХАКАТОН «AI CHALLENGE»

(Розв'яжи реальну проблему з ШІ)

Мета: стимулювати учнів до самостійного пошуку та розв'язання проблем з використанням знань про ШІ, розвинути навички швидкого мислення, командної роботи та прототипування.

Математичний компонент: застосування раніше вивчених математичних концепцій (регресія, класифікація, логіка) для розв'язання конкретної задачі.

Інформатичний компонент: швидке прототипування, пошук та адаптація онлайн-інструментів, командна розробка ідей.

Зв'язок з ШІ: практичне застосування ШІ для вирішення повсякденних або навчальних проблем.

Необхідне обладнання/ресурси: комп'ютери/ноутбуки з доступом до інтернету, доступ до різних онлайн-платформ (Teachable Machine, Google Sheets, Desmos, Google Colab), дошка/фліпчарт, стікери.

Формат роботи: робота в малих групах (3-4 учні) над реалізацією проекту.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Сьогодні ми проведемо невеликий хакатон – інтенсивне заняття, де ви спробуєте швидко знайти і запропонувати ШІ-рішення для цікавої проблеми. Мета – не створити готовий продукт, а запропонувати ідею та показати її прототип».

Формулювання проблеми. Запропонуйте кілька простих проблем, які можна вирішити за допомогою ШІ на базовому рівні. Наприклад:

- Як ШІ може допомогти учням у навчанні (наприклад, персоналізовані завдання)?
- Як ШІ може покращити безпеку в школі?
- Як ШІ може допомогти сортувати сміття?
- Як ШІ може оптимізувати розклад уроків?

Діяльність учнів. Об'єднайте учнів у групи по 4-5 осіб. Кожна група може самостійно обрати одну проблему (або призначає вчитель).

Генерація ідей та прототипування. Кожна група обговорює свою проблему та пропонує ідею ШІ-рішення. *Завдання:*

- Описати, який тип ШІ може бути використаний (навчання з учителем/без учителя, регресія/класифікація).
- Визначити, які дані потрібні для навчання такого ШІ.
- Намалювати схему роботи ШІ-системи.

- Створити *прототип* або *демонстрацію* ідеї за допомогою доступних інструментів (наприклад, Teachable Machine для розпізнавання, Google Sheets для простої регресії, ескіз на папері).

Короткі презентації. Кожна група представляє свою ідею та прототип (1-2 хв на групу).

Очікувані результати/Продукт. Ідея III-рішення, схема його роботи, мініпрототип/демонстрація, навички командної роботи.

Поради для вчителя. Підкресліть, що важливий процес мислення та креативності, а не ідеальний код. Заохочуйте до використання аналогій та простих візуалізацій.

РОЗРОБКА ПРЕЗЕНТАЦІЇ/ВІДЕО ПРОЄКТУ «ВІЗУАЛІЗУЙ СВІЙ III-ПРОЄКТ»

Мета: розвинути навички візуалізації та ефективної комунікації складних технічних ідей для широкої аудиторії, підготуватись до захисту проєкту.

Математичний компонент: графічне представлення даних та результатів моделювання.

Інформатичний компонент: робота з презентаційним програмним забезпеченням (Google Slides, Canva, PowerPoint), створення коротких відео, використання скріншотів, діаграм.

Зв'язок з III: ефективна презентація результатів роботи III-систем.

Необхідне обладнання/ресурси: комп'ютери/ноутбуки, доступ до Google Slides/Canva, інструменти для запису екрану/відео.

Формат роботи: робота в групах над презентацією або відео-презентацією проєкту.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель: «Тепер, коли ви маєте ідею та прототип, важливо навчитися їх «продавати» – тобто зрозуміло і цікаво про них розповідати. Ваше завдання – підготувати презентацію або коротке відео про свій III-проєкт».

Діяльність учнів. Кожна група учнів створюють:

Презентацію за такою структурою:

- Слайд 1: Назва проєкту, автори.
- Слайд 2: Проблема, яку вирішує III.
- Слайд 3: Ідея III-рішення (тип III, як працює).
- Слайд 4: Які дані потрібні, як їх збирати.
- Слайд 5: Демонстрація прототипу (скріншоти, гіфки, короткі відео).
- Слайд 6: Висновки, перспективи, можливі ризики.

Або коротке відео: можуть використовувати запис екрану з демонстрацією Teachable Machine, пояснення голосом тощо.

Підтримка вчителя: консультації щодо структури, дизайну, змісту.

Очікувані результати/Продукт. Готова презентація або відео-презентація проекту.

Поради для вчителя. Заохочуйте до креативності у візуалізації. Наголосіть на чіткості та лаконічності викладу.

ВПРАВА «РОЗКАЖИ ПРО СВОЄ РІШЕННЯ» (ЗАХИСТ ПРОЄКТУ)

Мета: розвинути навички публічних виступів, аргументації, відповідей на запитання, а також отримати зворотний зв'язок щодо свого проєкту.

Математичний компонент: обґрунтування вибору математичних методів, інтерпретація результатів.

Інформатичний компонент: презентаційні навички, демонстрація функціоналу.

Зв'язок з III: фінальна демонстрація розуміння курсу, готовності до практичного застосування знань.

Необхідне обладнання/ресурси: проєктор, комп'ютери/ноутбуки для демонстрації.

Формат роботи: загальнокласний захист.

Методика проведення.

Постановка завдання/Вступ. Учитель пояснює правила захисту (час на виступ, час на питання), дає поради щодо публічних виступів.

Діяльність учнів. Кожна група (або індивідуальні учні) презентує свій проєкт. Після презентації – сесія запитань-відповідей від інших учнів та вчителя.

Орієнтовні питання для обговорення:

- Чому ви обрали саме цю проблему для вирішення за допомогою III?
- Які математичні концепції були ключовими у вашому проєкті?
- З якими труднощами ви зіткнулися під час збору або підготовки даних?
- Як ви перевіряли, наскільки добре працює ваш III?
- Які етичні аспекти ви розглядали при розробці свого рішення?
- Що б ви покращили або додали до свого проєкту, якби мали більше часу/ресурсів?

Підсумок/рефлексія. Учитель підводить підсумки, відзначає успіхи, дає загальні рекомендації.

Очікувані результати/Продукт. Успішний захист проєкту, розвиток комунікативних навичок, глибоке розуміння практичного застосування III.

Поради для вчителя. Створіть доброзичливу атмосферу, заохочуйте учнів ставити питання один одному. Оцінюйте не лише результат, а й процес, креативність та розуміння.

ТЕМА 3.4. ЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Ця тема зосереджена на обговоренні моральних, соціальних та правових питань, що виникають при розробці та застосуванні ШІ. Метою є формування в учнів критичного мислення щодо наслідків застосування ШІ, здатності до етичного аналізу та відповідального ставлення до технологій. У рамках вивчення теми доцільно надати учням можливість обговорювати різні етичні сценарії, виявляти та аналізувати проблеми, пов'язані з упередженістю, приватністю, безпекою та відповідальністю ШІ-систем, а також пропонувати шляхи їх вирішення; розробляти власні правила та принципи етичного використання ШІ-інструментів створювати мініпроекти, пропонуючи концепції ШІ-систем із закладеними етичними принципами (прозорість, справедливість та конфіденційність).

Очікувані результати навчання для учнів. Відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти (2024), учні зможуть:

- визначати та аналізувати основні етичні дилеми, пов'язані з використанням ШІ (упередженість даних, приватність, відповідальність, автономія) [12 ІФО 4.1.2-1];
- аргументувати власну позицію щодо етичних питань застосування ШІ у різних сферах життя [12 ІФО 4.1.3-1];
- пропонувати шляхи подолання етичних викликів у розробці та використанні ШІ [12 ІФО 4.1.2-1];
- обговорювати вплив ШІ на суспільство, культуру та майбутнє людства [12 ІФО 4.2.1-1].

Рекомендовані види навчальної діяльності. Дебати «Чи може ШІ оцінювати твори?», створення «Кодексу відповідального користувача ШІ», мініпроект «Етичний чатбот».

ДЕБАТИ «ЧИ МОЖЕ ШІ ОЦІНЮВАТИ ТВОРИ?»

Мета: розвинути критичне мислення учнів щодо можливостей та обмежень ШІ, особливо в сферах, що вимагають суб'єктивної оцінки та креативності; сприяти формуванню аргументованої позиції щодо етичних аспектів застосування ШІ.

Математичний компонент: розуміння, що математичні моделі ШІ працюють з числовими даними та алгоритмами, що може бути недостатньо для оцінки мистецьких чи емоційних аспектів творів. Обговорення метрик оцінки (наприклад, оцінка стилістики, граматики) проти суб'єктивної цінності.

Інформатичний компонент: алгоритми обробки природної мови (NLP), машинне навчання для аналізу тексту, збір та розмітка даних для навчання моделі. Розуміння обмежень алгоритмів у розпізнаванні нюансів людської творчості.

Зв'язок з ШІ: безпосереднє обговорення застосування ШІ в освітній та творчій сферах, проблеми упередженості, об'єктивності та суб'єктивності у рішеннях ШІ. Це питання торкається сутності штучного інтелекту: чи може він бути «творчим» або «свідомим» у людському розумінні.

Необхідне обладнання/ресурси: дошка або фліпчарт, маркери, таймер, картки з ролями для учасників дебатів (команда «ЗА», команда «ПРОТИ», модератор, судді/журі), доступ до інтернет-ресурсів для пошуку аргументів (за бажанням).

Формат роботи: класичні дебати у форматі Карла Поппера (або спрощені).

Методика проведення.

Вступ та постановка теми. Учитель: «ШІ вже пише тексти, створює музику та малює картини. А чи може він справедливо оцінити твір, написаний людиною? Давайте поміркуємо над цим питанням». Сформулюйте дві протилежні позиції: «ШІ може і має оцінювати твори» та «ШІ не може і не повинен оцінювати твори».

Діяльність учнів. Згрупуйте дві команди по 3 учнів в кожній – команда «ЗА», яка підтримує позицію «ШІ може оцінювати твори» і команда «ПРОТИ», яка дотримується позиції «ШІ не може і не повинен оцінювати твори». Призначте модератора та кількох учнів як суддів/журі.

Підготовка аргументів. Кожна команда готує свої аргументи, приклади та контраргументи.

Команда «ЗА» може аргументувати про об'єктивність, швидкість, здатність аналізувати великі обсяги даних, виявляти плагіат, граматичні помилки, стилістичні невідповідності.

Команда «ПРОТИ» може аргументувати про відсутність емпатії, нездатність розуміти контекст, підтекст, креативність, унікальність людського мислення, ризик упереджень у навчальних даних, потенційний вплив на творче самовираження.

Зустріч команд і проведення дебатів:

- *Вступні промови (по 2 хв):* кожна команда представляє свою позицію.
- *Перехресні запитання та відповіді (по 3-4 хв на раунд):* команди ставлять запитання та відповідають на них.
- *Заклучні промови (по 1-2 хв)* – команди підсумовують свої аргументи.

Модератор контролює час та хід дискусії.

Рішення суддів та рефлексія. Судді оголошують переможця (або вказують на найпереконливішу команду). Загальне обговорення: «Чи змінилася ваша думка після дебатів?», «Які аспекти ми не врахували?», «Наскільки важливо зберігати людський фактор у подібних процесах?».

Очікувані результати/продукт. Розвинені навички критичного аналізу, аргументації та публічного виступу. Глибоке розуміння етичних викликів при застосуванні ІІІ у сфері творчості та освіти.

Поради для вчителя. Заздалегідь надайте учням базові правила дебатів. Заохочуйте повагу до різних думок. Наголосіть, що мета не в «перемозі», а в глибокому осмисленні проблеми.

ВПРАВА «КОДЕКС ВІДПОВІДАЛЬНОГО КОРИСТУВАЧА ІІІ»

Мета: сформувати в учнів свідоме та відповідальне ставлення до використання ІІІ-інструментів, розвинути навички етичного мислення, колективного формулювання правил та усвідомлення особистої відповідальності.

Математичний компонент: розуміння важливості прозорості та справедливості алгоритмів, що є частиною етичного підходу.

Інформатичний компонент: розуміння наслідків використання ІІІ-інструментів, цифрова етика, безпека даних, конфіденційність.

Зв'язок з ІІІ: розробка особистих та колективних норм поведінки у взаємодії з ІІІ. Це вправа, що перетворює абстрактні етичні принципи на конкретні правила для повсякденного використання ІІІ.

Необхідне обладнання/ресурси: дошка/фліпчарт/Google Jamboard, маркери, стікери або невеликі аркуші паперу для кожної групи.

Формат роботи: мозковий штурм у малих групах з подальшим загальним обговоренням та створенням спільного продукту.

Методика проведення.

Вступ та постановка завдання. Учитель: «Ми вже бачили, що ІІІ – це потужний помічник, але він також може створювати етичні дилеми. Щоб використовувати ІІІ на благо, ми маємо встановити власні правила. Сьогодні ми разом створимо «Кодекс відповідального користувача ІІІ».

Груповий мозковий штурм. Об'єднайте учнів у групи по 3-4 особи. Кожна група отримує завдання: «Обговоріть та сформулюйте 3-5 найважливіших

правил, які, на вашу думку, повинен дотримуватися кожен, хто використовує ІІІ. Запишіть їх на стікерах (по одному правилу на стікер)».

Приклади правил для натхнення (не для прямого копіювання):

- Перевіряй інформацію, згенеровану ІІІ, на достовірність.
- Не використовуй ІІІ для обману, плагіату чи маніпуляцій.
- Будь обережним з персональними даними, які надаєш ІІІ.
- Пам'ятай, що ІІІ – це інструмент, а не людина.
- Використовуй ІІІ для розвитку та навчання, а не для заміни власного мислення.
- Відзначай, коли використовував ІІІ у своїй роботі.
- Не використовуй ІІІ для поширення ненависті, дискримінації чи шкоди.

Спільне створення «Кодексу відповідального користувача ІІІ»:

- Запропонуйте кожній групі по черзі озвучити одне зі своїх правил і приклеїти його на дошку/фліпчарт.
- Обговоріть схожі правила, об'єднайте їх.
- Проведіть коротке голосування (наприклад, підняттям рук) за найважливіші правила, щоб сформувати спільний «Кодекс відповідального користувача ІІІ» для класу.

Обговорення/Рефлексія. Обговоріть питання: «Яке правило виявилось найважливішим для нашого класу?», «Чи легко дотримуватися цих правил?», «Як цей кодекс може допомогти нам краще взаємодіяти з ІІІ?».

Очікувані результати/продукт. Колективно розроблений та узгоджений «Кодекс відповідального користувача ІІІ» (у вигляді плакату, списку на дошці тощо), усвідомлення особистої відповідальності та етичних норм у цифровій взаємодії.

Поради для вчителя. Забезпечте позитивну та відкриту атмосферу для мозкового штурму. Заохочуйте учнів до дискусії та обґрунтування кожного правила. Можна роздрукувати фінальний кодекс та повісити його в кабінеті.

МІНІПРОЄКТ «ЕТИЧНИЙ ЧАТБОТ»

Мета: стимулювати креативність учнів у проєктуванні ІІІ-систем з урахуванням етичних принципів; показати, як можна «включити» етику в дизайн технологій; розвинути навички системного мислення та командної роботи.

Математичний компонент: опосередковано, через розуміння, що для реалізації етичних принципів (наприклад, прозорості, справедливості) потрібні алгоритми, які враховують не лише ефективність, а й інші, нечислові параметри.

Інформатичний компонент: дизайн користувацького досвіду (UX-дизайн), системне мислення, інтеграція етичних міркувань у технологічний дизайн, обробка природної мови (концептуально).

Зв'язок з III: практичне застосування етичних принципів при розробці ШІ. Це дозволяє учням перейти від теоретичного обговорення до конкретного планування, як зробити ШІ «відповідальним».

Необхідне обладнання/ресурси: аркуші паперу великого формату (ватман), маркери, кольорові олівці, стікери. За бажанням: доступ до онлайн-інструментів для створення ментальних карт (MindMeister, XMind) або простих макетів інтерфейсу (Figma Community, Whimsical).

Формат роботи: робота в малих групах (по 3-4 учні), презентація проєктів.

Методика проведення.

Вступ та постановка завдання. Учитель: УМи вже знаємо про етичні дилеми та сформуvalи власний кодекс. Тепер уявіть себе розробниками ШІ. Ваше завдання – спроектувати «Етичного чатбота», який допомагатиме людям, але при цьому суворо дотримуватиметься етичних принципів. Для чого він буде призначений і як він буде «етичним»?».

Групове проєктування. Кожна група отримує завдання:

- 1) *Визначити призначення чатбота.* Наприклад, чатбот-помічник для навчання, чатбот-консультант з вибору професії, чатбот-гід по місту тощо.
- 2) *Сформулювати ключові етичні принципи, які будуть закладені в його роботу.* Наприклад, прозорість, справедливість, конфіденційність, безпека, відповідальність тощо.
- 3) *Описати, як ці принципи будуть реалізовані в роботі чатбота:*
 - *Принцип прозорості:* як чатбот повідомить користувачу, що він ШІ?
 - *Принцип справедливості:* як ви забезпечите, щоб він не проявляв упереджень у відповідях чи рекомендаціях? Чи буде він відмовлятися відповідати на певні питання (наприклад, дискримінаційні)?
 - *Принцип конфіденційності:* як чатбот буде обробляти персональні дані користувача? Чи буде він їх зберігати?
 - *Принцип відповідальності:* що чатбот буде робити, якщо він не знає відповіді або його відповідь може бути шкідливою? Чи буде він перенаправляти користувача до людини?
 - *Користувацький інтерфейс:* Як його етичні принципи будуть відображені у взаємодії з користувачем?
- 4) *Створити візуальну концепцію.* Намалювати схему взаємодії, ключові фрази, можливо, простий макет інтерфейсу.

Короткі презентації та обговорення. Кожна група презентує свою концепцію «Етичного чатбота». Обговоріть, наскільки складно «включити»

етику в технологію, які рішення були найкреативнішими, і чому це вимагає постійного контролю та оновлення, навіть після розробки.

Очікувані результати/продукт. Розроблена концепція «Етичного чатботу» (у вигляді схеми, опису, макета), розуміння принципів відповідального дизайну III, розвиток системного та креативного мислення.

Поради для педагогів. Заохочуйте учнів думати «за рамками» стандартних рішень. Підкресліть, що етичний дизайн – це не просто «добрі наміри», а конкретні технічні та поведінкові рішення, які розробники мають враховувати. Це може бути чудовим початком для майбутніх, більш масштабних проєктів.

ВИСНОВКИ

Цей посібник став не просто збірником методичних рекомендацій, а справжнім містком між абстрактним світом математики та динамічною реальністю штучного інтелекту. Учителі математики та інформатики отримали важливий інструментарій, який дозволить їм ефективно та захопливо викладати старшокласникам курс «Математичні секрети штучного інтелекту».

Працюючи з посібником ви ознайомилися з ретельно розробленою навчальною програмою, що відповідає сучасним вимогам Державного стандарту профільної середньої освіти (2024). Побачили, як можна поєднати фундаментальні математичні та інформатичні знання з їхнім практичним застосуванням у сфері ШІ, розвиваючи в учнів не лише аналітичне й алгоритмічне мислення, а й критичну оцінку, креативність та здатність до розв'язування комплексних проблем.

Другий розділ посібника, з його детальним методичним інструментарієм, є основною частиною цього видання. Він пропонує конкретні, покрокові вправи, які ілюструють зв'язок між математичними концепціями та їхньою роллю у функціонуванні ШІ. Сподіваємося, що запропоновані підходи стануть для вас надійною опорою у підготовці уроків, дозволяючи перетворити складні теоретичні відомості на доступні та цікаві навчальні активності.

Акцентуємо, що успіх викладання цього курсу залежить не лише від використання представлених матеріалів, а й від здатності педагогів адаптувати їх до потреб учнів та експериментувати з новими підходами. Заохочуйте дослідницьку та проєктну діяльність, використовуйте цифрові інструменти та постійно ведіть діалог з учнями про етичні аспекти ШІ.

Впевнені, що цей посібник допоможе вам сформувати в учнів глибоке розуміння того, що математика є не просто набором формул, а потужним інструментом для розробки та розуміння майбутніх технологій. Нехай викладання цього курсу стане для вас та ваших учнів захопливою подорожжю у світ, де математичні секрети розкривають потенціал штучного інтелекту.

СПИСОК КОРИСНИХ РЕСУРСІВ

1. ПІДРУЧНИКИ З МАТЕМАТИКИ

Ця категорія охоплює фундаментальні джерела, необхідні для глибокого розуміння як математичних основ, так і їхнього практичного застосування у сфері штучного інтелекту. Класичні підручники з лінійної алгебри, математичного аналізу, теорії ймовірностей та математичної статистики є опорою, без якої неможливо усвідомити принципи роботи багатьох алгоритмів ШІ. Вони надають теоретичну базу, що дозволяє розібратися у векторах, матрицях, функціях, ймовірнісних розподілах та статистичних методах, які лежать в основі машинного навчання.

1. Бевз Г. Алгебра і початки аналізу. Профільний рівень : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / Г. П. Бевз, В. Г. Бевз, Н. Г. Владімірова. Київ : Видавничий дім «Основа», 2018. 336 с.
2. Бевз Г. Геометрія. Профільний рівень : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / Г. П. Бевз, В. Г. Бевз, В. М. Владіміров, Н. Г. Владімірова. Київ : Видавничий дім «Основа», 2018. 272 с.
3. Геометрія (профільний рівень): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / Є. П. Нелін. Харків : Вид-во «Ранок», 2018. 240 с.
4. Геометрія (профільний рівень): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [А. П. Єршова, В. В. Голобородько, О. Ф. Крижановський О. Ф., С.В. Єршов]. Харків : Вид-во «Ранок», 2018. 302 с.
5. для студентів фізико-математичних та інформатичних спеціальностей педагогічних університетів. Вид. 4, доповнене / М.І. Жалдак, Н.М. Кузьміна, Г.О. Михалін. Київ. НПУ імені М.П. Драгоманова, 2020. 750 с.
6. Жалдак М., Кузьміна Н, Г. Михалін. Теорія ймовірностей і математична статистика: підручник
7. Істер О. Алгебра і початки аналізу: (профіл. рівень): підруч. для 10-го кл. закл. загал. серед. освіти / О. С. Істер, О. В. Єргіна. Київ : Генеза, 2018. 448 с.
8. Істер О. Геометрія: (профіл. рівень): підруч. для 10-го кл. закл. загал. серед. освіти / О. С. Істер, О. В. Єргіна. Київ : Генеза, 2018. 368 с.
9. Істер О. Геометрія: (профіл. рівень): підруч. для 10-го кл. закл. загал. серед. освіти / О. С. Істер, О. В. Єргіна. Київ : Генеза, 2018. 368 с.
10. Лінійна алгебра та аналітична геометрія: навчальний посібник. В. П. Яковець, В. Н. Боровик, Л. В. Ваврикович. Видавництво: «Університетська книга». 2023. 291 с.
11. Мерзляк А. Алгебра і початки аналізу : початок вивч. на поглиб. рівні з 8 кл., проф. рівень : підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти / А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір. Харків : Гімназія, 2018. 512 с.

12. Мерзляк А. Алгебра і початки аналізу : проф. рівень : підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти / А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір. Харків : Гімназія, 2018. 400 с.
13. Мерзляк А. Геометрія : початок вивч. на поглиб. рівні з 8 кл., проф. рівень : підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти / А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір. Харків : Гімназія, 2018. 272 с.
14. Мерзляк А. Геометрія : проф. рівень : підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти / А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір. Харків : Гімназія, 2018. 240 с.
15. Нелін Є. Алгебра і початки аналізу (профільний рівень) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / Нелін Є. П. Харків : Вид-во «Ранок», 2018. 272 с.
16. Руденко В., Речич Н., Потієнко В. Інформатика (профільний рівень) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / В. Д. Руденко, Н. В. Речич, В. О. Потієнко. Харків : Вид-во «Ранок», 2019. 256 с.

2. ВІДЕОРЕСУРСИ ТА ОНЛАЙН-КУРСИ

Ця категорія пропонує динамічний та інтерактивний спосіб навчання, що ефективно для візуального сприйняття складних концепцій. Онлайн-платформи надають доступ до курсів від провідних університетів та експертів світу, дозволяючи систематично вивчати основи машинного навчання, глибокого навчання та математичні дисципліни, адаптовані для потреб ІІІ. Курси часто містять практичні завдання та тести, що сприяє закріпленню матеріалу.

YouTube-канали є важливими для візуалізації та спрощеного пояснення складних математичних та статистичних концепцій, що лежать в основі ІІІ. Вони роблять абстрактні ідеї більш наочними та зрозумілими, що важливо для учнів. Інші канали пропонують практичні посібники з програмування та інтерв'ю з експертами, розширюючи кругозір та демонструючи сучасні тенденції.

Курси на платформі Coursera:

1. Машинне навчання (Machine Learning) – курс дає глибоке і зрозуміле пояснення математичних концепцій, що лежать в основі машинного навчання (лінійна алгебра, градієнтний спуск, логістична регресія тощо). Посилання: <https://www.coursera.org/learn/machine-learning>
2. Математика для машинного навчання (Mathematics for Machine Learning) – курс зосереджений на математичних основах, необхідних для машинного навчання: лінійна алгебра, багатовимірне числення (calculus), основи PCA. Посилання: <https://www.coursera.org/specializations/mathematics-for-machine-learning>

3. Вступ до машинного навчання з Python (Introduction to Machine Learning with Python) - Курс орієнтований на практичне застосування бібліотеки Scikit-learn у Python. Він показує, як використовувати різні алгоритми машинного навчання, і хоча менше фокусується на глибокій математиці, ніж перший курс, він демонструє, де і як математичні моделі використовуються в реальному коді. Посилання: <https://www.coursera.org/learn/python-machine-learning>
4. Глибоке навчання (Deep Learning Specialization) – курс заглиблюється в нейронні мережі та глибоке навчання. Курс пояснює математичні основи архітектур нейронних мереж, функцій активації, зворотного поширення помилки. Посилання: <https://www.coursera.org/specializations/deep-learning>
5. Статистичне мислення для науки про дані та ШІ (Statistical Thinking for Data Science and AI) – курс зосереджений на теорії ймовірностей та статистиці, які є критично важливими для розуміння даних та оцінки моделей ШІ. Він пояснює ключові статистичні поняття у контексті аналізу даних та машинного навчання. Посилання: <https://www.coursera.org/learn/statistical-thinking-for-data-science-and-ai>

Курси на платформі Khan Academy:

1. Диференціальне числення (Differential Calculus) – курс пояснює такі поняття, як похідні, правила диференціювання, застосування похідних для пошуку максимумів і мінімумів функцій. Для вчителів та старшокласників, які прагнуть зрозуміти, як відбувається «навчання» моделей ШІ, цей курс є корисним. Посилання: <https://www.khanacademy.org/math/differential-calculus>
2. Ймовірність та статистика (Probability and Statistics) – курс охоплює основні поняття ймовірності, випадкові величини, розподіли ймовірностей (нормальний, біноміальний тощо), вибірки, довірчі інтервали та тестування гіпотез. Посилання: <https://www.khanacademy.org/math/probability>
3. Інтегральне числення (Integral Calculus) – курс висвітлює поняття диференціального числення, що є важливим для концепцій ймовірності (наприклад, для обчислення площ під функціями розподілу), а також у деяких більш складних моделях ШІ та статистичному моделюванні. Посилання: <https://www.khanacademy.org/math/integral-calculus>
4. Лінійна алгебра (Linear Algebra) – курс є фундаментальним для розуміння багатьох аспектів штучного інтелекту, зокрема машинного навчання та глибокого навчання. Він охоплює ключові поняття, такі як вектори,

матриці, матричні операції, системи лінійних рівнянь, власні значення та власні вектори. Візуалізації та інтерактивні вправи допомагають закріпити матеріал, роблячи складні абстрактні концепції зрозумілими. Посилання: <https://www.khanacademy.org/math/linear-algebra>

YouTube канали:

1. *3Blue1Brown* – канал, що візуалізує складні математичні концепції (лінійна алгебра, нейронні мережі) у зрозумілій та цікавій формі. Посилання: <https://www.youtube.com/c/3blue1brown>
2. *FreeCodeCamp.org* – велика кількість навчальних відео з програмування, в тому числі з машинного навчання та Python. Посилання: <https://www.youtube.com/c/Freecodecamp>
3. *Lex Fridman Podcast* – інтерв'ю з провідними дослідниками та розробниками ШІ, що дає уявлення про сучасні тенденції та етичні аспекти. Посилання: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLrAXtmErZgOeC91rGIZCJ5uGb3DvD1Ijf>
4. *StatQuest with Josh Starmer* – пояснює статистичні та машинні алгоритми в дуже доступній формі, часто з використанням аналогій. Посилання: <https://www.youtube.com/channel/UCtYLUtTgS3k1Fg4y5tAhLbw>

3. ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМИ ТА ІНСТРУМЕНТИ

Ця категорія є ключовою для практичного застосування отриманих знань та проведення інтерактивних занять. Google Colaboratory (Colab) та Jupyter Notebooks надають зручні середовища для написання, виконання та демонстрації коду Python, дозволяючи учням експериментувати з алгоритмами машинного навчання без необхідності складних локальних налаштувань. Це ідеальні інструменти для проведення лабораторних робіт та демонстрацій.

1. *Aden* – AI-форма/ERP-платформа: автоматично створює інтерактивні форми з голосом та інтеграціями бізнес-систем, під Y Combinator.
2. *Aura (aurachat.io)* – AI-інструмент для дизайну: створює макети, сайти, компоненти, експортує в HTML/Figma.
3. *BooSum* – AI-зумми книг: завантажуєш PDF, отримуєш конспект, прискорює читання, підтримка кількох мов.
4. *Coursezy* – AI-сервіс для створення онлайн-курсів: генерує контент, вікторини, інтеграції з відео; орієнтований на викладачів та тренерів.

5. Emergent – «agentic vibe-coding» платформа: AI-агенти пишуть, тестують і розгортають повноцінні додатки за текстовим описом, підтримується Y Combinator.
6. Flow TV (labs.google/flow/tv) – експериментальне AI-телебачення від Google: нескінченний стрім коротких роликів, згенерованих Veo/Imagen/Gemini.
7. Google Colaboratory (Colab) – безкоштовне середовище для розробки Python у хмарі, що дозволяє легко запускати код машинного навчання, не вимагаючи локальної установки. Ідеально підходить для демонстрації та практичних завдань на уроках.
8. Jupyter Notebooks – інтерактивне середовище для написання та виконання коду Python, візуалізації даних та створення навчальних матеріалів. Colab є по суті хмарною версією Jupyter.
9. Kaggle – платформа для змагань з машинного навчання, де можна знайти готові набори даних (datasets) для практичних завдань та ознайомитись з кодом інших учасників (kernels). Це чудовий ресурс для реальних прикладів застосування.
10. OpenAI Playground – інструмент для експериментів з моделями штучного інтелекту (наприклад, GPT), що дозволяє побачити, як працюють великі мовні моделі.
11. PodGen.io – AI-генератор подкастів: перетворює текст, відео, PDF у професійний аудіо з понад 50 голосами і 25 мовами.
12. TensorFlow Playground - інтерактивний інструмент для візуалізації роботи нейронних мереж, дозволяє експериментувати з різними параметрами.

ПОРАДИ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ

- Перед тим, як заглиблюватися в складні моделі ШІ, переконайтеся, що учні мають міцну базу з лінійної алгебри, ймовірності та основ програмування.
- Використовуйте Google Colab або Jupyter Notebooks для практичних завдань, щоб учні могли «відчути» математику на практиці.
- Залучайте ресурси, які пропонують візуалізацію складних концепцій (наприклад, 3Blue1Brown, TensorFlow Playground).
- Не забувайте про етичні аспекти ШІ, використовуючи статті, відео та дискусії для формування критичного мислення.
- Світ ШІ швидко розвивається, тому важливо стежити за новинами та оновленнями в цій галузі.

Видання підготовлено до друку та віддруковано
редакційно-видавничим відділом КНЗ «ЧОІПОПП ЧОР»
Зам. № 1745 Тираж 100 пр.
18003, Черкаси, вул. Бидгощська, 38/1