

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка**

**Фізико-математичний факультет
Кафедра інформатики та методики її навчання**

Кваліфікаційна робота

**ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖ
У ПОЗАКЛАСНІЙ ТА ГУРТКОВІЙ РОБОТІ**

Спеціальність 014 Середня освіта

Освітня програма

«Середня освіта (Інформатика, математика, STEM-освіта)»

Здобувача другого (магістерського)
рівня вищої освіти
Мартинюка Андрія Сергійовича

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
кандидат педагогічних наук, доцент
Генсерук Галина Романівна

РЕЦЕНЗЕНТ:
завідувач кафедри інформаційних
технологій і програмування
Українського державного університету
імені Михайла Драгоманова,
кандидат педагогічних наук, доцент
Єфименко Василь Володимирович

Тернопіль — 2025

АНОТАЦІЯ

Мартинюк А. С. Використання нейромереж у позакласній та гуртковій роботі. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 014 Середня освіта. ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2025. 98 с.

У кваліфікаційній роботі досліджено використання нейромереж у позакласній і гуртковій роботі. Розкрито теоретичні засади позакласної діяльності, класифікацію гурткової роботи та сучасні педагогічні умови активізації пізнавальної діяльності учнів із застосуванням нейромереж. Особлива увага приділена аналізу методів інтеграції нейронних мереж у навчальний процес, що сприяє підвищенню інтересу учнів до предмета та розвитку їхніх практичних навичок. Проведено експериментальне дослідження, у рамках якого оцінено рівень пізнавальної активності учнів до та після впровадження нейромереж у гурткову роботу. На основі отриманих даних розроблено методичні рекомендації щодо використання нейромереж у позакласній роботі з інформатики, включаючи приклади навчальних проєктів і завдань для гуртків, що можуть бути впроваджені в освітній практиці.

Ключові слова: нейромережі, позакласна робота, гурткова діяльність, пізнавальна активність, інформатика, навчальні проєкти, педагогічні умови, інтеграція технологій.

ABSTRACT

Martynyuk A. S. The use of neural networks in extracurricular and club activities. Master's thesis for the MA degree in the specialty 014 Secondary education. Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Ternopil, 2025. 98 p.

In the Master's thesis the use of neural networks in extracurricular and club activities. It reveals the theoretical foundations of extracurricular activities, the classification of club work, and modern pedagogical conditions for activating students' cognitive activity using neural networks. Particular attention is paid to the analysis of methods for integrating neural networks into the educational process, which contributes to increasing students' interest in the subject and developing their practical skills. An experimental study was conducted to assess the level of students' cognitive activity before and after the introduction of neural networks into club work. Based on the data obtained, methodological recommendations were developed for the use of neural networks in extracurricular work in computer science, including examples of educational projects and tasks for clubs that can be implemented in educational practice.

Keywords: neural networks, extracurricular activities, club activities, cognitive activity, computer science, educational projects, pedagogical conditions, technology integration.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. АКТИВІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ У ПОЗАКЛАСНІЙ І ГУРТКОВІЙ РОБОТІ	7
1.1. Види позакласної та гурткової роботи, їх роль у навчальному процесі	7
1.2. Вплив позакласної та гурткової роботи на якість знань учнів.....	13
1.3. Інтеграція нейромереж у позакласну та гурткову діяльність.....	21
Висновки до розділу 1	28
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ РОЗВИТКУ ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ УЧНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖ.....	30
2.1. Модель технологій розвитку пізнавальної активності.....	30
2.2. Методичні рекомендації щодо вивчення нейромереж.....	36
Висновки до розділу 2	42
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ КУРСУ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖ	43
3.1. Методичні розробки та рекомендації	43
3.2. Розроблений курс як вибіркова складова навчального процесу.....	46
3.3. Експериментальна перевірка ефективності технології.....	59
Висновки до розділу 3	66
ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70
ДОДАТКИ.....	76

ВСТУП

Актуальність дослідження. Використання нейромереж наразі постає глобальним трендом, що інтегрує природничі науки, технології, інженерію та математику для розвитку критичного мислення, вирішення практичних задач і підготовки до професій майбутнього.

Гурткова робота дозволяє поглибити знання, отримані на уроках, через проєкти, конкурси, олімпіади та співпрацю з науковими спільнотами. Це сприяє індивідуалізації навчання та розвитку творчого потенціалу учнів.

Традиційні форми організації гурткової та позакласної роботи часто сприймаються учнями як обтяжливі й нецікаві. Використання нейромереж з акцентом на практичні експерименти, моделювання та використання сучасних технологій робить процес гурткової роботи цікавішим і доступнішим, мотивуючи учнів до глибшого вивчення інформатики.

Використання нейромереж у позакласній і гуртковій роботі дозволяє відійти від традиційного теоретичного викладання, зосереджуючись на практичних експериментах, проєктній діяльності та міждисциплінарних зв'язках. Це сприяє формуванню в учнів навичок аналізу, моделювання та вирішення реальних проблем, що є затребуваним у сучасному світі.

Позакласна та гурткова робота з використанням нейромереж сприяє розвитку комунікаційних навичок, роботі в команді, креативності та розвитку лідерських якостей. Учні, працюючи з нейромережами, вчаться співпрацювати, презентувати ідеї й адаптуватися до нових умов, що є важливим для їхньої майбутньої кар'єри.

Таким чином, дослідження використання можливостей нейромереж у позакласній і гуртковій роботі є актуальним, оскільки воно відповідає сучасним освітнім і суспільним потребам, сприяє розвитку ключових компетентностей здобувачів освіти і готує їх до викликів XXI століття.

Мета дослідження — теоретично обґрунтувати й експериментально перевірити умови та технологію розвитку пізнавальної активності учнів з використанням нейромереж у гуртковій та позакласній роботі.

Відповідно до **мети дослідження**, було визначено такі **завдання**.

1. Проаналізувати теоретичні аспекти організації позакласної та гурткової роботи з інформатики в закладах загальної середньої освіти.
2. Визначити умови та спроектувати технологію розвитку пізнавальної активності учнів з використанням нейромереж у гуртковій та позакласній роботі.
3. Експериментально перевірити ефективність технології розвитку пізнавальної активності учнів з використанням нейромереж у гуртковій та позакласній роботі.
4. Розробити методичні рекомендації щодо розвитку пізнавальної активності учнів з використанням нейромереж у гуртковій та позакласній роботі.

Об'єктом дослідження є процес організації гурткової та позакласної роботи в закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження — умови та технологія розвитку пізнавальної активності учнів з використанням нейромереж у гуртковій та позакласній роботі.

Методи дослідження. Для виконання визначених завдань дослідження були використані теоретичні методи: узагальнення і систематизація наукових даних і аналіз літератури (для розгляду поглядів науковців на проблему); емпіричні: психодіагностичні методи; педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний і контрольний етапи), анкетування та тестування здобувачів освіти, спостереження за діяльністю учнів у гуртках, статистичну обробку результатів.

Теоретичне значення роботи полягає у визначенні особливостей, умов та форм використання нейромереж у позакласній і гуртковій роботі.

Наукова новизна дослідження полягає у використанні нейромереж у позакласній і гуртковій роботі, що дозволяє підвищити пізнавальну активність учнів і формувати цифрову компетентність. Проведено експериментальне дослідження впливу конкретних інструментів на навчально-пізнавальну

діяльність учнів, а також розроблено методичні рекомендації щодо їх ефективного використання.

Практичне значення одержаних результатів полягає у впровадженні в освітній процес можливостей вивчення нейромереж у гуртковій і позакласній роботі, а також у створенні методичних матеріалів і рекомендацій для педагогів, які можуть бути використані у гуртковій роботі, позакласних проєктах і STEM-лабораторіях. Результати експерименту можуть стати основою для підвищення цифрової грамотності та розвитку ключових компетентностей учнів. Отримані за підсумками дослідження результати можуть бути використані в подальших дослідженнях, присвячених зазначеній проблемі.

Апробація результатів дослідження. Основні результати кваліфікаційної роботи висвітлено на XV та XVI Міжнародних науково-практичних інтернет-конференціях «Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи», на засіданні кафедри інформатики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

Структура та обсяг роботи. Структура роботи зумовлена її метою та завданнями. Дослідження складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

РОЗДІЛ 1. АКТИВІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ У ПОЗАКЛАСНІЙ І ГУРТКОВІЙ РОБОТІ

1.1. Види позакласної та гурткової роботи, їх роль у навчальному процесі

Сучасна педагогіка стикається з викликами, пов'язаними з необхідністю адаптації освітнього процесу до динамічних суспільних потреб. Традиційна модель шкільного навчання, зосереджена переважно на передачі знань у межах уроків, все частіше виявляє свою обмеженість у формуванні ключових компетентностей учнів, таких як критичне мислення, креативність і соціальна адаптивність. У цьому контексті позакласні форми освіти, зокрема гурткова робота, постають як потужний інструмент доповнення та поглиблення навчального процесу.

Гуртки — це добровільні об'єднання учнів за інтересами, спрямовані на розвиток творчих здібностей, професійних навичок чи хобі, традиційно функціонують паралельно до шкільної програми, але їх інтеграція в основний навчальний процес може радикально трансформувати освітнє середовище [13]. Під поняттям інтеграції розуміють не механічне злиття, а системний процес, що передбачає взаємозв'язок змісту, форм і методів гурткової діяльності з плановими уроками, позакласними заходами та загальною стратегією школи.

Гурткова робота в шкільній освіті є важливою складовою позакласної діяльності, що сприяє формуванню ключових компетентностей учнів та їхньому всебічному розвитку. На основі досліджень вітчизняних і зарубіжних педагогів і сучасних освітніх стандартів може бути розглянута еволюція класифікаційних моделей та їхнє практичне застосування [8].

У контексті сучасної освіти гурткова робота виступає як організована форма позанавчальної діяльності, спрямована на розширення знань, розвиток творчого потенціалу та соціальну адаптацію школярів. Поняття «гурток» у педагогіці походить від ідеї колективної взаємодії, де учні об'єднуються навколо спільних інтересів для досягнення освітніх цілей. Гурткова робота інтегрується в систему компетентнісного навчання, сприяючи формуванню

навичок ХХІ століття, таких як критичне мислення, співпраця та саморегуляція.

Класифікація видів гурткової роботи є фундаментальною для систематизації педагогічного процесу, оскільки дозволяє диференціювати діяльність за різними параметрами, оптимізуючи її вплив на особистість учня. Без чіткої класифікації можливе виникнення несистемності та послідовності в плануванні, що знижує мотивацію й ефективність [9].

Еволюція класифікації видів гурткової роботи тісно пов'язана з трансформаціями освітньої парадигми. Спочатку гуртки класифікували переважно за тематичним спрямуванням: технічні, художні та спортивні, з акцентом на практичні навички [20]. Цей підхід відображав індустріальну орієнтацію освіти, де гурткова робота слугувала підготовкою до професійної діяльності. У пострадянський час класифікація набула більшого різноманіття, підвищилася роль гуртків у естетичному та моральному розвитку з урахуванням їхнього поділу за психолого-педагогічними цілями: інтелектуальні, творчі та соціальні. Сучасні моделі інтегрують ці традиції з глобальними тенденціями, такими як STEM-освіта й інклюзивність, що призводить до багаторівневих класифікацій, де враховують не лише зміст, але й контекст реалізації [29].

Класифікація видів гурткової роботи ґрунтується на множині критеріїв, що дозволяють охопити всі аспекти діяльності. Першим і найтрадиційнішим є критерій змістової орієнтованості, який поділяє гуртки за предметними галузями. У цьому контексті виділяють науково-пізнавальні гуртки, присвячені поглибленому вивченню дисциплін, де учні займаються дослідженнями й експериментами. Художньо-естетичні гуртки фокусуються на творчому самовираженні через малювання, музику чи театр, сприяючи емоційному розвитку. Спортивно-оздоровчі ж акцентують увагу на фізичній активності, формуючи здорові звички та командний дух. Такий поділ забезпечує зв'язок з навчальним планом, дозволяючи учням застосовувати шкільні знання в практичних проєктах [29].

Другим критерієм є форма організації, що визначає структуру та динаміку

занять. Стаціонарні гуртки характеризуються регулярними зустрічами з фіксованим розкладом, ідеальними для систематичного освоєння навичок, наприклад, у мовних чи комп'ютерних клубах.

Мобільні або проєктні форми передбачають тимчасові ініціативи, де учні працюють над конкретними завданнями, як-от екологічні кампанії чи винахідницькі конкурси, що розвиває гнучкість та ініціативу. Інтегративні форми поєднують елементи кількох дисциплін, наприклад, у STEAM-гуртках, де мистецтво переплітається з технологіями, сприяючи міжпредметним зв'язкам [14].

Третій критерій — цільова спрямованість — орієнтується на домінуючі освітні завдання. Розвивальні гуртки спрямовані на інтелектуальний ріст, стимулюючи аналітичне мислення через дебати чи наукові дискусії. Виховні форми акцентують на соціально-емоційних аспектах, таких як толерантність і лідерство, через рольові ігри чи волонтерські проєкти [11]. Профорієнтаційні гуртки готують до майбутньої кар'єри, наприклад, через симуляції професійних ситуацій у бізнес-клубах чи медичних секціях. Цей критерій тісно пов'язаний з психологічними теоріями розвитку, такими як теорія множинного інтелекту, що підкреслює необхідність урахування індивідуальних здібностей.

Взаємодія цих критеріїв створює комплексну модель класифікації, де один гурток може поєднувати елементи кількох видів. Наприклад, екологічний гурток може бути науково-пізнавальним за змістом, проєктним за формою та виховним за цілями, що робить його універсальним інструментом освіти.

У практиці українських закладів освіти класифікація видів гурткової роботи сприяє ефективному плануванню ресурсів і моніторингу результатів. Вона дозволяє адаптувати діяльність до вікових особливостей: для молодших школярів переважають ігрові форми, тоді як для старших — дослідницькі.

Проте існують виклики: нестача кваліфікованих керівників, фінансові обмеження та вплив пандемії та військовий стан на офлайн-форми. Для подолання цих бар'єрів рекомендують впровадження гібридних моделей, де онлайн-гуртки доповнюють традиційні, розширюючи доступність. Крім того,

класифікація повинна враховувати інклюзивність, адаптуючи діяльність для учнів з особливими потребами.

Сучасна освіта стикається з викликом переходу від моделі, орієнтованої на знання, до компетентнісної, де акцент робиться не лише на накопиченні фактів, а на здатності учня застосовувати знання в реальних ситуаціях. У Концепції Нової української школи (НУШ), затвердженій у 2016 році, компетентності визначені як інтегровані структури, що включають знання, уміння, навички та ціннісні орієнтації, необхідні для успішної соціалізації та професійної самореалізації [13]. Серед ключових компетентностей виділяють комунікаційну, математичну, природничо-наукову, підприємницьку, культурну, громадянську та цифровізацію.

У цьому контексті гуртки — організовані форми позакласної та позашкільної діяльності — виступають потужним механізмом доповнення шкільної освіти. Гуртки є «лабораторією творчості», де учні не просто засвоюють знання, а розвивають ініціативу, самостійність і відповідальність. На відміну від уроків, що обмежені часовою рамкою та стандартизованою програмою, гурткова робота дозволяє індивідуалізувати навчання, враховуючи інтереси та потреби конкретного школяра [23].

Компетентнісний підхід, корені якого сягають ідей Дж. Дьюї про активне навчання, передбачає формування цілісних умінь, що забезпечують адаптивність особистості до змін. У гуртках цей підхід реалізується через принципи проблемно-орієнтованого, проєктного та кооперативного навчання. Гурткова робота розширює базу знань, розвиває пізнавальні інтереси та формує практичні навички [31, 34].

Зокрема, у формуванні когнітивних компетентностей (математичної, природничо-наукової) гуртки стимулюють критичне мислення через експериментальну діяльність. Наприклад, у науково-дослідницьких гуртках учні проводять польові дослідження або моделюють процеси, що розвиває навички аналізу даних і формулювання гіпотез.

Соціальні компетентності (комунікаційна та громадянська) формують у

гуртках через групову взаємодію. У літературних чи драматичних гуртках школярі вчаться аргументувати позиції, толерувати думки інших і брати участь у дискусіях, що сприяє розвитку емпатії та лідерських якостей. Підприємницька компетентність реалізується в економічних чи екологічних гуртках, де учні організовують міні-проекти, такі як ярмарки чи кампанії з переробки відходів, набуваючи навичок планування, бюджетування та ризикового менеджменту [37].

Таким чином, гуртки функціонують як «місток» між теорією та практикою, забезпечуючи гнучкість, якої бракує традиційній шкільній системі. Їхня ефективність ґрунтується на мотиваційному факторі: учень обирає гурток за інтересами, що посилює внутрішню мотивацію та знижує ризик вигорання.

Зокрема, у науково-технічних гуртках школярі займаються експериментами, що стимулює критичне мислення й аналітичні здібності, підвищуючи рівень математичної та природничо-наукової компетентностей. Соціальні компетентності формують через групову взаємодію в гуртках. Дослідження показують, що позакласні заняття допомагають підтримувати дружні зв'язки та розвивати нові, сприяючи емпатії та лідерству. Творчі компетентності, включаючи культурну та цифрову, розвивають у художніх та ІТ-гуртках. Тут акцент на самовираженні та креативності, що підвищує загальний рівень компетентностей [41].

Позашкільні гуртки, як у дитячих палацах і клубах, сприяють розвитку особистості через гнучкі, опціональні активності, доповнюючи формальну освіту. Теоретичне підґрунтя інтеграції гуртків у шкільний навчальний процес спирається на кілька ключових педагогічних парадигм. По-перше, це ідея цілісного розвитку особистості, де позакласна діяльність розглядається як «зона найближчого розвитку» [38], що доповнює формальну освіту. Гуртки, на відміну від уроків, дозволяють учням реалізувати індивідуальні інтереси в неформальному середовищі, що стимулює внутрішню мотивацію та сприяє глибшому засвоєнню знань. По-друге, інтеграція ґрунтується на системному підході до освіти, де шкільний процес трактується як єдина екосистема.

Мікросистема (школа) повинна взаємодіяти з мезосистемою (позашкільні активності), щоб забезпечити гармонійний розвиток дитини. У цьому сенсі гуртки не є ізольованими «додатками», а стають складовими частинами навчального плану: наприклад, гурток з робототехніки може поєднуватись з уроками фізики, де теоретичні принципи механіки застосовуються в проєктах. Такий підхід узгоджується з європейськими стандартами освіти, які акцентують на міждисциплінарності та практичній орієнтації [41].

Нарешті, теоретична база включає психолого-педагогічні аспекти мотивації. Теорія самодетермінації підкреслює роль автономії та компетентності в навчанні, які гуртки реалізують через добровільність участі та фокус на досягненнях. Інтеграція цих елементів у шкільний розклад не лише запобігає «вигоранню» від рутинних уроків, але й сприяє формуванню навичок самоорганізації, що є критичним для сучасного ринку праці.

Реалізація інтеграції гуртків у шкільний процес передбачає розробку гнучких моделей, адаптованих до специфіки школи. Однією з найпоширеніших є модель тематичного інтегрування, де гурткова діяльність синхронізується з темами шкільної програми [45]. Наприклад, у середній ланці загальноосвітньої школи гурток з екології може доповнювати уроки математики: учні, які вивчають на уроці певні функціональні залежності, у гуртку проводять дослідження зібраних даних, висувають гіпотезу щодо можливої функціональної залежності, результати яких презентують на шкільних семінарах.

Інша модель — блочна інтеграція — передбачає виділення тематичних блоків у розкладі, де уроки чергуються з гуртковими заняттями. Це особливо ефективно для старшокласників: наприклад, у профільному класі з інформаційних технологій уроки програмування поєднуються з гуртком вебдизайну, де учні створюють реальні проєкти для шкільного сайту.

Третя модель — проєктно-орієнтована інтеграція — акцентує увагу на міжгуртковій співпраці. Учні з різних гуртків (наприклад, ІТ і художнього) спільно працюють над шкільним фестивалем, готуючи звуковий супровід, певні

цифрові ефекти. Цей підхід сприяє розвитку soft skills, таких як командна робота та комунікація [45].

Отже, гурткова робота в закладі освіти є динамічним процесом, що еволюціонує відповідно до освітніх потреб суспільства. Від змістової орієнтованості до цільової спрямованості вона забезпечує цілісний розвиток особистості, інтегруючись у компетентнісну освіту. Гуртки відіграють незамінну роль у формуванні компетентностей школярів, перетворюючи освіту з пасивного засвоєння на активний процес саморозвитку. Вони не лише доповнюють шкільну програму, а й компенсують її обмеження, сприяючи всебічному розвитку — від когнітивного до емоційного. У контексті глобальних викликів, таких як цифрова трансформація та соціальна нестабільність, гурткова діяльність стає інструментом формування особистості, готової до змін.

Інтеграція гуртків у шкільний навчальний процес є не просто педагогічним інструментом, а стратегічним напрямком модернізації освіти, що відповідає принципам гуманістичної педагогіки та вимогам XXI століття. Теоретичні основи, підкріплені класичними та сучасними концепціями, демонструють потенціал такої інтеграції для формування мотивованої компетентної особистості. Практичні моделі — від тематичного до проєктного інтегрування — доводять свою ефективність у реальних умовах.

1.2. Вплив позакласної та гурткової роботи на якість знань учнів

Питання впливу гурткової роботи на якість знань учнів є актуальним у контексті переходу до компетентнісної моделі освіти, де акцент робиться не лише на засвоєнні фактів, але й на їх практичному застосуванні. Під якість знань розуміють узагальнений показник, що включає глибину розуміння матеріалу, стійкість запам'ятовування, здатність до аналізу та синтезу, а також мотиваційну складову.

Формування знань у шкільному навчанні є не просто передачею інформації від учителя до учня, а складним динамічним процесом, що залежить

від множини чинників. У контексті освітніх реформ, таких як впровадження компетентнісного підходу, розуміння цих чинників набуває особливої актуальності. Під знаннями розуміють не статичний набір фактів, а активну конструкцію, що інтегрується в когнітивну структуру учня, сприяючи його інтелектуальному й особистісному зростанню [11].

Історично педагогічна наука еволюціонувала від бихевіористських моделей (де акцент на стимулах і реакціях) до конструктивістських теорій, де учень є активним суб'єктом навчання. Сучасні дослідження, наприклад, у рамках нейронауки та соціальної психології, підкреслюють взаємозв'язок біологічних, психологічних і соціокультурних елементів.

Формування знань у шкільному навчанні ґрунтується на когнітивних теоріях розвитку. Жан Піаже у своїй генетичній епістемології описував процес асиміляції та аккомодатії, де нові знання інтегруються в існуючі схеми, а при конфлікті — перебудовуються [4]. У шкільному контексті це означає, що ефективне навчання відбувається, коли матеріал узгоджується з рівнем когнітивного розвитку учня, наприклад, на стадії конкретних операцій (7–11 років), де абстрактні поняття потребують конкретних прикладів.

Важливою також є концепція зони найближчого розвитку. Знання формуються не ізольовано, а через взаємодію з більш компетентними однолітками чи вчителем, де соціальне середовище слугує «скарбницею» культурних інструментів. У шкільному навчанні це проявляється в груповій роботі чи дискусіях, де учні конструюють знання колективно, а не механічно запам'ятовують.

Сучасні теорії, такі як конструктивізм Дж. Дьюї чи множинний інтелект Г. Гарднера, доповнюють цю картину, підкреслюючи роль мотивації та різноманітності когнітивних стилів. Таким чином, формування знань — це не лінійний процес, а циклічний, де чинники взаємодіють, створюючи унікальну траєкторію для кожного учня [36].

На індивідуальному рівні формування знань значною мірою залежить від когнітивних здібностей учня, таких як пам'ять, увага та критичне мислення.

Дослідження показують, що учні з високим рівнем робочої пам'яті (за моделлю А. Бедлея) ефективніше засвоюють складні концепції, оскільки можуть утримувати та маніпулювати інформацією. Наприклад, у математиці це дозволяє учням не лише запам'ятовувати формули, а й розуміти їх логіку.

Не менш важлива мотивація — внутрішня (зацікавленість темою) та зовнішня (оцінки, нагороди). За теорією самодетермінації Е. Десі та Р. Раяна, автономія в навчанні посилює внутрішню мотивацію, сприяючи глибшому засвоєнню знань [29].

У шкільній практиці це реалізується через проєктне навчання, де учні обирають теми, що резонують з їхніми інтересами. Результати досліджень указують, що в країнах з високим рівнем мотивації (наприклад, Фінляндія) учні демонструють кращі результати в читанні та науці, оскільки знання формуються як інструмент для самореалізації, а не примусового запам'ятовування [34].

Емоційний стан також відіграє роль: стрес від надмірного тиску знижує нейропластичність, ускладнюючи формування нових нейронних зв'язків. Таким чином, індивідуальні чинники створюють основу, на якій будуються зовнішні впливи.

Учитель є ключовим медіатором у формуванні знань, впливаючи через стиль викладання та методи. Активні методи, такі як проблемне навчання чи фліп-клас (перевернутий клас), стимулюють конструктивізм, де учні самостійно будують знання. Дослідження показують, що вчителі, які застосовують метакогнітивні стратегії (навчання учнів уміння контролювати власне мислення), підвищують рівень засвоєння.

Методика адаптації контенту до віку та потреб учнів є критичною. У початковій школі, наприклад, візуалізація (малюнки, моделі) полегшує абстракцію, тоді як у старшій — дискусії розвивають аналітичні навички. Педагогічні чинники також включають зворотний зв'язок: конструктивна критика, за моделлю «скарб — виклик — шлях», не лише коригує помилки, а й мотивує, перетворюючи знання на інструмент зростання [1].

Соціальні й інституційні чинники: середовище та ресурси. Соціальне середовище школи формує знання через взаємодію. Зона найближчого розвитку реалізується в груповій динаміці, де однолітки слугують «рівнями» для обговорення ідей, сприяючи глибшому розумінню. Дослідження фіксують, що кооперативне навчання підвищує академічні показники, оскільки соціальна взаємодія активізує емпатію та колективну інтелектуальність [3].

Інституційні чинники охоплюють ресурси: доступ до технологій (цифрові платформи як Moodle) та інфраструктуру. У школах з обмеженим фінансуванням формування знань гальмується. Навпаки, інтеграція ІКТ, наприклад, через віртуальну реальність для вивчення дисципліни, посилює уяву й отримання знань [39].

Зазначені чинники не ізольовані, а утворюють систему. Наприклад, мотивація учня (індивідуальна) посилюється педагогічними методами, а соціальне середовище модерує цей ефект. Модель біопсихосоціального підходу ілюструє, як біологічні (здоров'я), психологічні (емоції) та соціальні (сім'я, школа) рівні переплітаються. Емпіричні моделі підтверджують, що оптимальна взаємодія підвищує ефективність навчання [31].

Гурткова робота, як елемент системи позашкільної освіти, передбачає добровільну участь учнів у творчих, інтелектуальних чи практичних заняттях під керівництвом педагога-ентузіаста. Вона вирізняється від стандартних уроків своєю добровільністю, гнучкістю та орієнтацією на індивідуальні потреби, що робить її потужним механізмом для підвищення якості знань.

Якість знань учнів у педагогічній теорії визначається не лише обсягом засвоєної інформації, а й глибиною її опрацювання, здатністю до застосування на практиці та формуванням мотиваційної основи для подальшого навчання. У контексті гурткової роботи цей вплив проявляється через механізми мотивації, диференціації та практичного закріплення знань [38].

Гурткова робота орієнтується на класичні педагогічні традиції, де акцент робиться на активізації внутрішніх ресурсів учня. З позиції теорії діяльності, знання формуються не ізольовано, а через зону найближчого розвитку —

простір, де дитина під керівництвом дорослого чи однолітків досягає рівня, недосяжного при самотійному навчанні.

Гурток як мікросередовище створює саме таку зону, де учні не просто повторюють матеріал, а взаємодіють із ним на рівні проблемного аналізу та творчого синтезу. Це призводить до якісного зсуву в структурі знань: від поверхневого запам'ятовування до системного розуміння.

У дидактичній теорії гурткова робота розглядається як форма диференційованого навчання, де учні з різним рівнем підготовки отримують індивідуалізований підхід. На відміну від масового уроку, де темп і глибина диктуються середнім рівнем класу, гурток дозволяє адаптувати зміст до когнітивних особливостей кожного.

Теорія множинного інтелекту Г.Гарднера підкреслює, що знання ефективно засвоюються, коли залучаються різні канали сприйняття — лінгвістичний, логіко-математичний, просторовий тощо [32]. Гурткова діяльність, будучи тематично сфокусованою (наприклад, гурток юних математиків), активізує відповідні типи інтелекту, що посилює якість засвоєння. Таким чином, гурток не лише поглиблює знання з базової дисципліни, а й формує метапізнавальні навички — уміння рефлексувати над процесом навчання, що є основою для стійкого знання.

Більше того, з точки зору педагогічної мотивації, гурткова робота апелює до внутрішньої мотивації, описаної в теорії самодетермінації Е.Десі та Р.Райана [37]. Добровільність участі створює автономію, а досягнення спільних цілей у групі — почуття компетентності та приналежності.

Це перетворює навчання з примусового акту на самореалізацію, де знання набувають цінності як інструмент особистісного зростання. У результаті якість знань підвищується не кількісно, а якісно: вони стають не ізольованими фактами, а частиною когнітивної структури, готовою до трансформації в нові ідеї.

Вплив гурткової роботи на якість знань можна розглядати через призму когнітивних механізмів. По-перше, вона сприяє переходу від репродуктивного

до продуктивного рівня засвоєння, як це описано в таксономії Б. Блума (ієрархічна класифікація освітніх цілей, яка допомагає вчителям структурувати навчальний процес за рівнями складності мислення: від найпростіших («знання») до найскладніших («оцінювання»)). На уроках учні часто обмежуються запам'ятовуванням і розумінням, тоді як у гуртку акцент на застосуванні, аналізі та синтезі. Наприклад, у математичному гуртку задача не просто розв'язується, а модифікується для створення нових варіантів, що формує алгоритмічне мислення та інтуїтивне розуміння абстракцій. Це призводить до глибшого закріплення знань, оскільки вони інтегруються в ширший контекст і стають стійкими до забування.

По-друге, гурткова робота посилює роль практичної складової в формуванні знань. Теорія конструктивізму Дж. Дьюї підкреслює, що знання — це не пасивне нагромадження, а результат активної взаємодії з середовищем [38].

Гуртки, часто включаючи експерименти, проєкти чи дискусії, перетворюють абстрактні поняття на конкретний досвід. Такий підхід запобігає фрагментації знань, об'єднуючи їх у цілісну систему, де кожний елемент посилює інший.

Крім того, групова робота в гуртку грає ключову роль у підвищенні якості знань. За теорією соціального навчання, спостереження за однолітками та спільна діяльність стимулюють моделювання успішних стратегій. Учні не лише вчаться від педагога, а й від себе подібних, що створює ефект «когнітивного бусту» — прискореного засвоєння через кооперацію [37].

Це особливо важливо для учнів з нижчим рівнем мотивації, оскільки груповий тиск і підтримка перетворюють ізоляцію на колективну відповідальність, де знання стають спільним надбанням. У результаті структура знань еволюціонує від лінійної (послідовне накопичення) до мережевої (взаємопов'язана система), що забезпечує гнучкість і адаптивність.

Мотиваційний аспект гурткової роботи є фундаментальним для її впливу на якість знань. У педагогічній психології мотивацію розглядають як

каталізатор когнітивних процесів: без неї знання залишаються поверхневими, схильними до швидкого вимивання.

Гурток, будучи добровільним, апелює до інтересу як базової потреби, описаної в ієрархії А. Маслоу. Коли учень обирає тему за власним бажанням, знання набувають емоційного забарвлення, що посилює нейронні зв'язки в мозку (за сучасними нейропедагогічними моделями). Це призводить до феномену «глибокого навчання», де учень не просто знає, а розуміє «чому» і «як», роблячи знання інструментом для самовираження.

Індивідуалізація, як ще один механізм, дозволяє гуртковій роботі адаптуватися до темпу когнітивного розвитку кожного учня. Теорія диференційованого навчання К. Томлінсон передбачає, що якість знань максимізується, коли зміст, процес і продукт навчання варіюються. У гуртку педагог може групувати учнів за рівнями, пропонуючи просунутим — виклики, а початківцям — опору, що запобігає нудзі. Такий підхід формує не лише знання, а й метакогнітивні стратегії — уміння планувати, моніторити та оцінювати власне навчання, що є основою для навчання протягом життя [42].

У гуртках учні стикаються з завданнями, що вимагають ініціативи — від організації проєкту до презентації результатів перед групою, — що створює серію «перемог» над викликами. Теоретично, ці епізоди накопичуються, формуючи стійку самооцінку, де невдачі сприймаються як частини навчання, а не як загроза ідентичності. З часом це призводить до зростання впевненості, яка поширюється за межі гуртка: випускник, звиклий до самостійних досягнень, легше долає бар'єри в дорослому житті.

Адаптивність до викликів, у свою чергу, розвивається через призму теорії резилієнтності, де гуртки виступають як «тренувальний майданчик» для стресостійкості. Гуртки, з їхньою гнучкою структурою, імітують реальні життєві сценарії: обмежені ресурси, командна робота чи непередбачувані результати. Учень, який адаптується до таких умов, набуває інструментів для регуляції емоцій і стратегічного планування [43].

Цей процес укорінюється в нейропластичності мозку, де повторювані

адаптивні практики змінюють когнітивні схеми, роблячи індивіда більш гнучким до змін. Довгостроковий ефект — це не просто виживання в кризах, а проактивна адаптація, де особа не лише реагує на виклики, але й передбачає їх, перетворюючи на джерело зростання. Таким чином, гуртки культивують резилієнтну особистість, готову до нестабільності сучасного світу.

Критичне мислення, як когнітивний процес, що включає аналіз, оцінку та синтез інформації, також посилюється через динаміку гуртків. У гуртках, де обговорення ідей відбувається в групі, учні навчаються розпізнавати упередження, аргументувати позиції та рефлексувати над власними висновками. Це не є разовим досвідом: з часом такі практики формують метакогнітивні навички, коли індивід усвідомлює процеси свого мислення.

Довгостроковий ефект проявляється в здатності до інтелектуальної гнучкості, де випускник школи, а згодом доросла особа, здатний адаптувати критичні інструменти до нових сфер — від професійних дебатів до особистих рішень. Таким чином, гуртки перетворюють пасивного споживача інформації на активного критика та творця знань, що є фундаментом для інтелектуального зростання протягом усього життя [35].

Гуртки, фокусуючись на конкретних сферах — від програмування до образотворчого мистецтва, — дозволяють учням тестувати ці інтереси в безпечному середовищі, що призводить до ранньої кристалізації кар'єрних уподобань. Довгостроково це зменшує ризик «кар'єрного дрейфу», коли доросла особа, не маючи чіткого напрямку, витрачає час на непотрібні шляхи; навпаки, досвід гуртка слугує прототипом для професійної ідентичності.

Більше того, гуртки генерують мережі зв'язків, які трансформуються в кар'єрні ресурси. Учень, взаємодіючи з однолітками та менторами, набуває неформальних навичок, що з часом полегшує доступ до можливостей — рекомендацій, стажувань чи колаборацій.

Отже, формування знань у шкільному навчанні є багатограним процесом, де індивідуальні, педагогічні, соціальні та інституційні чинники створюють синергію для когнітивного зростання. Гурткова робота є

ефективним інструментом підвищення якості знань учнів, перетворюючи освіту з рутинного процесу на творчий і мотивуючий. В умовах реформування української освіти інтеграція гуртків у загальну систему є не лише педагогічною необхідністю, але й інвестицією в майбутнє покоління.

Гурткова робота, як особлива модель педагогічної взаємодії, суттєво впливає на якість знань учнів, трансформуючи їх з механічного накопичення в динамічну, мотивовану та практичну систему. Через механізми мотивації, диференціації, практичного застосування та групової динаміки вона створює умови для переходу від базового рівня до творчого, де знання стають основою для інноваційного мислення. У контексті сучасної освіти, орієнтованої на компетентнісний підхід, позашкільна та гурткова робота набуває статусу незамінного елемента, що доповнює шкільну програму та готує учнів до викликів реального світу.

1.3. Інтеграція нейромереж у позакласну та гурткову діяльність

Гурткова діяльність у шкільній освіті традиційно слугує інструментом для розвитку соціальних навичок, критичного мислення та колективного розв'язання проблем. Від класичних дискусій у класі до проєктних робіт, ці форми взаємодії формують основу конструктивістської педагогіки, де знання конструюється через діалог і співпрацю.

Однак у еру штучного інтелекту (ШІ), зокрема нейромережевих систем, виникає можливість радикально переосмислити ці процеси. Нейромережі, як моделі, натхненні структурою біологічних нейронних мереж, здатні обробляти складні датасети, генерувати контент і навіть моделювати людські рішення, що відкриває нові горизонти для освітньої практики.

Теоретично інтеграція нейромереж у гурткову діяльність школярів розглядається як гібридна форма когнітивної взаємодії, де людський інтелект доповнюється машинним. Це не просто додавання технології, а трансформація динаміки групи: від ієрархічних ролей до розподілених мереж співпраці [19].

Нейромережі на рівні абстракції є системами, що імітують нейронні

зв'язки мозку, навчаючись на даних через ітеративні процеси зворотного поширення помилки. У педагогічному контексті вони представляють собою інструменти для автоматизації рутинних завдань, таких як генерація ідей чи аналіз даних, дозволяючи школярам зосередитися на вищих рівнях таксономії Блума — синтезі й оцінці. Теорія розподіленого когнітивізму постулює, що когнітивні процеси не обмежуються індивідуальним мозком, а розподіляються під час взаємодії, включаючи технології. Таким чином, нейромережа в гуртковій діяльності стає «розширеним когнітивним елементом», що інтегрується в колективний розум групи [23].

З позиції соціально-конструктивістської теорії гурткова діяльність є простором, де знання виникає з взаємодій. Інтеграція нейромереж посилює цей процес, перетворюючи групу на гібридну систему: школярі вносять суб'єктивні інтерпретації, а нейромережа — об'єктивні обчислення. Наприклад, у теоретичній моделі, де група розв'язує відкриту проблему, нейромережа може генерувати альтернативні гіпотези, стимулюючи дискусію. Це узгоджується з концепцією «зони найближчого розвитку», де технологія виступає як «більш досвідчений партнер», що адаптується до рівня групи, пропонуючи тимчасову підтримку для досягнення автономії [24].

Більше того, теорія соціального навчання підкреслює роль моделювання поведінки. Нейромережі, демонструючи «навчання» на прикладах, можуть слугувати моделлю для школярів, ілюструючи, як ітеративне вдосконалення веде до успіху. У гуртку це створює цикл: спостереження за нейромережею → імітація → спільне рефлексування, що посилює колективну ефективність.

Для теоретичного моделювання інтеграції можна запропонувати трирівневу рамку: операційний, процесний і метапроцесний рівні. На операційному рівні нейромережі виконують базові функції, такі як класифікація ідей чи генерація контенту. Уявімо групу школярів, що працює над екологічним проєктом: нейромережа аналізує введені дані (наприклад, описи забруднень) і класифікує їх за типами, розподіляючи завдання між учасниками. Це не просто автоматизація, а стимул для спеціалізації ролей у групі, де кожен

школяр стає «експертом» у підпроблемі, визначеній алгоритмом.

На процесному рівні інтеграція торкається динаміки взаємодії. Теорія складних систем припускає, що група — це мережа з вузлами (школярі) та зв'язками (комунікація), де нейромережа додає «вузли-агенти» з високою обчислювальною потужністю. Наприклад, у моделі дискусії нейромережа може модерувати потік ідей, пропонуючи контраргументи чи синтезуючи думки, що запобігає домінуванню окремих голосів. Це узгоджується з теорією рівноваги в гуртковій взаємодії, де технологія балансує між конвергенцією (злиттям ідей) і дивергенцією (генерацією різноманітності) [19].

Метапроцесний рівень стосується рефлексії та метакогніції (рефлексія — це процес осмислення власного досвіду, думок і вчинків для кращого самопізнання; метакогніція — це «мислення про мислення», тобто свідоме керування власними пізнавальними процесами, такими як навчання та прийняття рішень). Нейромережі можуть систематизувати гурткові взаємодії, генеруючи звіти про шаблони участі (наприклад, хто домінує в дискусії), що дозволяє групі аналізувати свою динаміку. Теоретично це формує «мета-групу» — колективну свідомість, де школярі не лише навчаються предмету, а й усвідомлюють процеси співпраці. Така модель інтеграції трансформує гурткову діяльність з лінійного процесу в ітеративну петлю: дія → машинний фідбек → рефлексія → адаптація [23].

Переваги такої інтеграції очевидні: посилення креативності через генеративні можливості нейромереж, персоналізація навчання в гуртковому контексті та розвиток цифрової грамотності. У рамках теорії множинного інтелекту, нейромережі доповнюють логіко-математичний інтелект гуртковими формами, роблячи освіту більш цілісною. Крім того, вони сприяють розвитку «м'яких навичок», таких як емпатія в колаборації, оскільки алгоритми можуть моделювати різноманітні перспективи, стимулюючи емпатичне мислення.

Однак виклики не менш значущі. З етичної перспективи, теорія технологічної детермінації попереджає про ризик «гарячого середовища», де нейромережі домінують, пригнічуючи автентичну взаємодію. Теоретично, це

може призвести до залежності від машинних рішень, послаблюючи критичне мислення. Крім того, питання справедливості: нейромережі, треновані на упереджених даних, можуть відтворювати стереотипи в гурткових рекомендаціях, порушуючи принцип рівності в освіті. Ще один аспект — когнітивне навантаження: інтеграція вимагає балансу, щоб технологія не перевантажувала робочу пам'ять школярів [24].

У контексті шкільних гуртків ключовими є три категорії інструментів: генеративні моделі для творчих завдань, алгоритми машинного навчання для аналізу даних і віртуальні асистенти для індивідуального навчання. Ці інструменти не лише розширюють можливості традиційних занять, але й формують навички цифрової грамотності, критичного мислення й адаптивності, що є основою для підготовки до інформаційного суспільства. Теоретичне обґрунтування їхнього використання ґрунтується на принципах нейронних мереж, таких як згорткові (для візуальних даних) та рекурентні (для послідовних даних), які дозволяють моделям імітувати креативні, аналітичні та комунікативні процеси.

Генеративні моделі нейромереж є архітектурами, здатними створювати нові дані на основі вивчених патернів, що робить їх ідеальними для стимулювання творчості в шкільних гуртках. На теоретичному рівні ці моделі, такі як трансформери чи дифузійні мережі, працюють шляхом перетворення шумоподібних входів у структуровані виходи, навчаючись на масивах прикладів для генерації певного значення, тексту, зображень чи музики. У освітньому контексті це дозволяє учням переходити від пасивного сприйняття до активного творення, де нейромережа слугує каталізатором ідей.

Розглянемо, наприклад, моделі на кшталт ChatGPT, які базуються на великій мовній моделі (LLM) з архітектурою трансформера. Ця структура складається з шарів уваги (attention mechanisms), що дозволяють моделі фокусуватися на суттєвих частинах вхідного тексту, генеруючи послідовні відповіді [24]. Аналогічно генеративні моделі для зображень, як DALL-E, застосовують дифузійні процеси, де зображення будується шляхом поступового

видалення шуму з випадкового розподілу, керованого текстовим описом [16].

Цей процес базується на варіаційному автоенкодері (VAE), де прихований простір представляє абстрактні риси, дозволяючи моделі інтерполювати між ними для створення унікальних артефактів. Таким чином, генеративні моделі перетворюють творчі завдання з ізольованих вправ на діалог з технологією, де учні вчать мислити над генерованим контентом, вдосконалюючи власну креативність.

У ширшому сенсі ці інструменти підкреслюють принцип «генеративної імітації», де нейромережа не замінює, а доповнює людську творчість, стимулюючи експерименти та покрокове вдосконалення. У шкільному гуртку це може проявлятися в завданнях, де учні комбінують генерований контент з власними внесками, формуючи гібридні моделі, що розвивають інноваційне мислення. Алгоритми машинного навчання (ML), як підмножина нейромереж, фокусуються на виявленні закономірностей у даних через ітеративне навчання, що робить їх потужним інструментом для аналітичних завдань у шкільних гуртках. Теоретично ML-алгоритми поділяються на кероване навчання (supervised), некероване (unsupervised) та змішані, де нейромережі оптимізують параметри за допомогою градієнтного спуску, мінімізуючи функцію втрат [24]. У освітньому контексті це дозволяє учням переходити від теоретичних концепцій до практичного аналізу реальних даних, розвиваючи навички наукового мислення.

Для гуртків з інформатики, математики, екології чи соціальних наук алгоритми класифікації та регресії, реалізовані через багат шарові перцептрони (MLP), можуть аналізувати датасети — наприклад, прогнозувати тенденції кліматичних змін на основі історичних даних чи класифікувати біологічні зразки. Теоретично MLP складається з вхідного шару, прихованих шарів з активаційними функціями (наприклад, ReLU) та вихідного шару, що дозволяє моделі апроксимувати нелінійні залежності [19]. Учні, вводячи дані в спрощені інтерфейси таких моделей, вчать інтерпретувати результати, розуміючи, як ваги зв'язків відображають кореляції, що стимулює критичне оцінювання

джерел даних.

Ще одним теоретичним аспектом є кластеризація, де нейромережа впорядковує дані в кластери, візуалізуючи складні взаємозв'язки. Теорія кластерів базується на конкурентному навчанні, де нейрони «змагаються» за входи, формуючи карту, подібну до соматосенсорної кори мозку, що робить процес інтуїтивним для школярів. Таким чином, ML-алгоритми перетворюють аналіз даних з абстрактної теорії на інструмент відкриттів, де учні вчаться формулювати гіпотези, тестувати моделі та інтерпретувати прогнози, закладаючи основу для заснованого на даних мислення [23].

Теоретично інтеграція цих алгоритмів у гуртки підкреслює адаптивність нейромереж: моделі можуть масштабуватися від простих лінійних регресій до глибоких мереж, дозволяючи диференціювати завдання залежно від рівня групи, що сприяє навчанню.

Віртуальні асистенти на базі нейромереж забезпечують персоналізований підхід до освіти, адаптуючи контент до індивідуальних потреб учнів у шкільних гуртках. Теоретично ці системи поєднують рекурентні нейромережі (RNN) для обробки послідовностей з механізмами уваги, дозволяючи моделі пам'ятати контекст розмови та генерувати релевантні відповіді [24]. У гуртковому середовищі, де учні мають різний темп засвоєння, асистенти слугують «персональним тьютором», що усуває бар'єри групового навчання.

Принцип роботи базується на ембеддингах — векторних представленнях слів чи концепцій, які дозволяють моделі обчислювати подібність. У наукових чи технічних гуртках асистенти можуть пояснювати абстрактні концепції через аналогії, генеровані на основі байєсівських мереж, де ймовірнісні моделі оновлюють знання на основі взаємодії. Це дозволяє учням ставити відкриті запитання, отримуючи пояснення, що еволюціонують з кожним сеансом, стимулюючи самостійне дослідження. Теоретично такий підхід ґрунтується на концепції «активного навчання», де модель запитує уточнення, перетворюючи пасивне споживання на діалог, що розвиває метакогнітивні навички [23].

У теоретичному плані віртуальні асистенти підкреслюють етичні аспекти

III, такі як прозорість відповідей та уникнення упереджень, що є важливим для формування відповідального ставлення учнів до технологій. Інтеграція нейромережових технологій у гурткову діяльність школярів є синтезом людського та машинного інтелекту, що обіцяє трансформувати освіту в напрямку більш адаптивної, колаборативної моделі. Від операційних функцій до метапроцесів мислення ця взаємодія ґрунтується на фундаментальних педагогічних теоріях, пропонуючи шлях до розподіленого знання.

Теоретичний аналіз основних інструментів нейромереж для шкільних гуртків демонструє їхній потенціал як каталізаторів інноваційної освіти. Генеративні моделі розкривають творчий потенціал, алгоритми — аналітичний, а віртуальні асистенти — персоналізований. Ці інструменти, інтегровані в гурткову практику, формують комплексний розвиток, де технологія доповнює педагогіку.

Висновки до розділу 1

Гурткова робота в закладах загальної середньої освіти є динамічним процесом, що еволюціонує відповідно до освітніх потреб суспільства. Від змістової орієнтованості до цільової спрямованості, вона забезпечує цілісний розвиток особистості, інтегруючись у компетентнісну освіту.

Гуртки відіграють важливу роль у формуванні компетентностей школярів, перетворюючи освіту з пасивного засвоєння на активний процес саморозвитку. Вони не лише доповнюють шкільну програму, а й компенсують її обмеження, сприяючи всебічному розвитку — від когнітивного до емоційного. У контексті глобальних викликів, таких як цифрова трансформація та соціальна нестабільність, гурткова діяльність стає інструментом формування стресостійкої особистості, готової до змін.

Інтеграція гуртків у шкільний навчальний процес є не просто педагогічним інструментом, а стратегічним напрямком модернізації освіти, що відповідає принципам гуманістичної педагогіки та вимогам XXI століття. Теоретичні основи, підкріплені класичними та сучасними концепціями, демонструють потенціал такої інтеграції для формування мотивованої, компетентної особистості. Практичні моделі — від тематичного до проєктного інтегрування — доводять свою ефективність у реальних умовах, попри виклики реалізації.

Формування знань у навчанні є багатограним процесом, де індивідуальні, педагогічні, соціальні й інституційні чинники створюють синергію для когнітивного зростання. Гурткова робота є ефективним інструментом підвищення якості знань учнів, перетворюючи освіту з рутинного процесу на творчий і мотивуючий. В умовах реформування української освіти інтеграція гуртків у загальну систему є не лише педагогічною необхідністю, але й інвестицією в майбутнє покоління.

Гурткова робота, як особлива модель педагогічної взаємодії, суттєво впливає на якість знань учнів, трансформуючи їх з механічного накопичення в динамічну, мотивовану та практичну систему. Через механізми мотивації,

диференціації, практичного застосування та групової динаміки вона створює умови для переходу від базового рівня до творчого, де знання стають основою для інноваційного мислення. У контексті сучасної освіти, орієнтованої на компетентнісний підхід, гурткова робота набуває статусу незамінного елемента, що доповнює шкільну програму та готує учнів до викликів реального світу. Інтеграція нейромережових технологій у гурткову діяльність школярів є синтезом людського та машинного інтелекту, що обіцяє трансформувати освіту в напрямку більш адаптивної, колаборативної моделі. Від операційних функцій до метапроцесів рефлексії, ця інтеграція ґрунтується на фундаментальних педагогічних теоріях, пропонуючи шлях до розподіленого знання.

Теоретичний аналіз основних інструментів нейромереж для шкільних гуртків демонструє їхній потенціал як каталізаторів інноваційної освіти. Генеративні моделі розкривають творчий потенціал, алгоритми — аналітичний, а віртуальні асистенти — персоналізований. Ці інструменти, інтегровані в гурткову практику, формують комплексний розвиток, де технологія доповнює педагогіку.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ РОЗВИТКУ ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ УЧНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖ

2.1. Модель технології розвитку пізнавальної активності

Сучасна освіта перебуває в умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій, що вимагає від педагогів пошуку нових підходів до організації навчального процесу. Уроки інформатики в старших класах є унікальним середовищем для формування не лише технічних навичок, але й пізнавальної активності учнів, яка є ключовим фактором у розвитку їхньої здатності до самостійного навчання, критичного мислення та творчого вирішення проблем.

Пізнавальна активність визначається як внутрішня мотивація учня до пізнання, яка проявляється через ініціативність, інтерес до предмета, готовність до самостійного пошуку знань і застосування їх у практичних задачах. У контексті інформатики, де швидкість оновлення знань є надзвичайно високою, розвиток пізнавальної активності стає особливо актуальним.

Відтак, необхідною постає розробка й обґрунтування моделі технології розвитку пізнавальної активності учнів старших класів при вивченні інформатики. Модель базується на поєднанні сучасних педагогічних підходів, інформаційних технологій і психологічних принципів мотивації, що дозволяють створити оптимальні умови для активного залучення учнів до навчального процесу.

Запропонована модель технології розвитку пізнавальної активності у позакласній та гуртковій роботі при вивченні інформатики в старших класах складається з трьох основних компонентів: методологічного, технологічного та оцінювального. Кожен із компонентів включає конкретні стратегії, інструменти та підходи, які сприяють активізації пізнавальної діяльності учнів.

Методологічний компонент визначає педагогічні принципи та підходи, які лежать в основі організації навчального процесу. Основними принципами є:

1. *Проблемно-орієнтоване навчання.* Учні отримують завдання, які вимагають аналізу реальних або наближених до реальних проблем. Наприклад,

створення програми для автоматизації певного процесу (облік товарів, аналіз даних) спонукає учнів досліджувати предметну область, формулювати гіпотези та шукати оптимальні рішення.

2. *Проектний підхід*. Гуртки з інформатики в старших класах дозволяють здійснювати проектну діяльність, яка передбачає створення учнями власних програмних продуктів (вебсайтів, мобільних додатків, ігор). Проектна діяльність сприяє розвитку ініціативності, оскільки учні самостійно визначають мету, планують етапи роботи й оцінюють результати.

3. *Індивідуалізація та диференціація*. Ураховуючи різний рівень підготовки учнів, учитель пропонує завдання різного рівня складності. Наприклад, для учнів із базовим рівнем знань завдання може полягати в написанні простої програми, тоді як для більш підготовлених учнів — у створенні складнішого алгоритму з використанням об'єктно-орієнтованого програмування.

4. *Колаборативне навчання*. Групова робота над проектами чи вирішення завдань у парах сприяє обміну ідеями, розвитку комунікативних навичок і підвищенню мотивації через соціальну взаємодію.

Технологічний компонент охоплює використання сучасних інформаційних технологій, які сприяють розвитку пізнавальної активності. Основні інструменти та технології включають:

1. *Інтерактивні навчальні платформи*. Використання платформ, таких як Moodle, Google Classroom або спеціалізованих середовищ для програмування (Code.org, Replit, Scratch), дозволяє учням отримувати миттєвий зворотний зв'язок, експериментувати з кодом і працювати в інтерактивному режимі. Наприклад, платформа Replit дає змогу учням спільно писати код у реальному часі, що сприяє колаборативному навчанню.

2. *Гейміфікація*. Елементи гри, такі як бали за виконання завдань, рейтинги, віртуальні нагороди чи створення ігрових проектів, мотивують учнів до активної участі. Наприклад, завдання зі створення власної гри в Scratch або Unity спонукає учнів досліджувати принципи програмування та дизайну.

3. *Використання штучного інтелекту.* Сучасні інструменти на основі ШІ, такі як чат-боти для програмування (наприклад, GitHub Copilot), можуть використовуватися як допоміжні засоби для генерації ідей або дебагінгу коду. Учитель може організувати заняття, де учні порівнюють власні рішення із запропонованими ШІ, що розвиває критичне мислення.

4. *Віртуальна та доповнена реальність.* Хоча ці технології є менш доступними, їх використання для створення інтерактивних симуляцій (наприклад, моделювання роботи комп'ютерних мереж) може значно підвищити інтерес учнів до предмета.

5. *Хмарні технології.* Спільна робота над кодом у хмарних середовищах (Google Colab, GitHub) дозволяє учням працювати над проєктами в реальному часі, обмінюватися результатами та отримувати доступ до ресурсів із будь-якого місця.

Оцінювальний компонент спрямований на моніторинг і стимулювання пізнавальної активності учнів. Основними підходами є:

1. *Формувальне оцінювання.* Замість традиційних оцінок за тести вчитель використовує оцінювання, яке спрямоване на підтримку розвитку учнів. Наприклад, аналіз виконаних проєктів, де враховується не лише правильність коду, але й креативність, логіка й обґрунтування вибору рішення.

2. *Самооцінювання та рефлексія.* Учні оцінюють власний прогрес, аналізуючи, які аспекти завдання їм вдалося виконати, а які потребують доопрацювання. Наприклад, після завершення проєкту учні можуть заповнити рефлексивну анкету:

- Що я дізнався? _____
- Які труднощі виникли? _____
- Як я можу покращити свій результат? _____

3. *Портфоліо.* Учні створюють електронне портфоліо, де зберігають свої проєкти, програми та інші артефакти навчання. Це дозволяє відстежувати прогрес і мотивує учнів до створення якісних продуктів.

Для реалізації моделі пропонується **поетапний підхід**, який включає планування, впровадження та аналіз результатів.

Етап планування. Учитель визначає цілі заняття, враховуючи рівень підготовки учнів і можливості використання технологій. Наприклад, для теми «Алгоритми пошуку» можна запланувати створення програми для порівняння ефективності лінійного та бінарного пошуку, використовуючи Python на платформі Replit.

Етап впровадження. Заняття гуртка розпочинається з проблемного питання або реальної задачі, наприклад: «Як оптимізувати пошук даних у великій базі?». Учні працюють у групах або індивідуально, використовуючи інтерактивні платформи та інструменти ІІІ для тестування своїх рішень. Учитель виступає як фасилітатор, надаючи підтримку та спрямовуючи учнів до самостійного пошуку рішень, не втручається в зміст обговорення, але відповідає за процес взаємодії та створює комфортну атмосферу, в якій кожен учасник може бути почутим.

Етап аналізу. Після виконання завдання учні презентують свої результати, обговорюють труднощі та отримують зворотний зв'язок. Керівник гуртка аналізує рівень пізнавальної активності, враховуючи ініціативність, глибину розуміння матеріалу та креативність підходів.

Очікувані результати впровадження моделі технологій для розвитку пізнавальної активності в позакласній і гуртковій роботі з інформатики в старших класах можна умовно поділити на кілька ключових напрямів: когнітивний, мотиваційний, практичний і соціальний.

На когнітивному рівні модель має сприяти формуванню глибоких знань з інформатики, зокрема розумінню принципів роботи інформаційних систем, алгоритмізації, програмування, аналізу даних. Учні повинні не лише засвоювати теоретичний матеріал, але й розвивати здатність застосовувати отримані знання для вирішення реальних проблем. Наприклад, створення власних програмних проєктів чи аналіз даних у межах міждисциплінарних завдань сприяє розвитку аналітичного мислення та системного підходу.

Очікується, що учні зможуть самостійно формувати гіпотези, шукати альтернативні шляхи вирішення завдань та критично оцінювати отримані результати.

На мотиваційному рівні модель має підвищувати інтерес учнів до вивчення інформатики. Використання інтерактивних технологій, таких як гейміфікація, віртуальні лабораторії, симуляції чи проєктно-орієнтоване навчання, створює умови для внутрішньої мотивації. Учні повинні відчувати себе залученими до процесу навчання через можливість самостійно досліджувати, експериментувати та отримувати зворотний зв'язок. Очікується, що це призведе до підвищення рівня ініціативності, бажання самостійно поглиблювати знання та брати участь у додаткових освітніх активностях, таких як хакатони, олімпіади чи наукові проєкти.

На практичному рівні модель має сприяти формуванню компетентностей, необхідних для сучасного цифрового суспільства. Учні повинні опанувати навички роботи з різноманітними програмними інструментами, хмарними сервісами, платформами для програмування (наприклад, Python, JavaScript тощо) та інструментами для аналізу даних. Очікується, що вони зможуть створювати власні цифрові продукти, такі як вебсайти, мобільні додатки чи системи автоматизації, а також адаптувати їх до реальних потреб. Практичні результати також включають розвиток навичок роботи в команді, адже багато завдань з інформатики передбачають колаборацію, розподіл ролей і спільне вирішення проблем.

На соціальному рівні модель сприяє розвитку комунікативних навичок та відповідальності. Учні вчаться презентувати свої проєкти, аргументувати власні рішення та співпрацювати з однолітками. Очікується, що вони стануть більш відкритими до обміну ідеями, поваги до думок інших та готовності до конструктивної критики. Це особливо важливо в контексті підготовки до професійної діяльності в ІТ-сфері, де комунікація та командна робота відіграють ключову роль.

Для оцінки ефективності моделі технології, спрямованої на розвиток

пізнавальної активності, необхідно використовувати комплексний підхід, який враховує як кількісні, так і якісні показники. Критерії оцінки мають бути об'єктивними, вимірюваними та відповідати поставленим педагогічним цілям.

Першим критерієм є рівень засвоєння знань і навичок. Для цього використовують традиційні методи оцінювання, такі як тестування, виконання практичних завдань та захист проєктів. Наприклад, тести можуть оцінювати розуміння теоретичних концепцій (алгоритми, структури даних, принципи роботи мереж), тоді як практичні завдання перевіряють здатність учнів застосовувати знання для створення програмного коду чи аналізу даних. Важливим показником є динаміка академічної успішності: порівняння результатів учнів до і після впровадження моделі дозволяє оцінити її вплив на когнітивний розвиток.

Другим критерієм є рівень пізнавальної активності, який можна оцінити через спостереження за поведінкою учнів на заняттях гуртка. Показниками активності є частота їхніх запитань, ініціативність у виконанні завдань, готовність брати участь у дискусіях і пропонувати власні ідеї. Для цього можуть використовуватися методи педагогічного спостереження, анкетування чи опитування учнів. Наприклад, анкета з питаннями про їхній інтерес проблемних завдань, бажання виконувати додаткові завдання чи відчуття впевненості у власних силах може дати уявлення про мотиваційний ефект моделі.

Третім критерієм є якість виконаних проєктів та практичних завдань. Оцінка проєктів має враховувати не лише технічну складову (коректність коду, функціональність продукту), але й креативність, інноваційність і відповідність поставленим вимогам. Наприклад, створення вебдодатку з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом чи розробка алгоритму для вирішення реальної проблеми може свідчити про високий рівень практичних навичок. Для об'єктивності оцінки доцільно використовувати рубрики, які чітко визначають критерії якості (функціональність, дизайн, документація, презентація).

Четвертим критерієм є рівень мотивації та залученості учнів. Для цього

можна застосовувати психологічні тести, які вимірюють внутрішню та зовнішню мотивацію, а також аналізувати участь учнів у позакласних заходах, таких як олімпіади чи конкурси з програмування. Наприклад, зростання кількості учасників у таких заходах після впровадження моделі може свідчити про її позитивний вплив. Крім того, зворотний зв'язок від учнів та їхніх батьків щодо сприйняття гуртка з інформатики може бути додатковим показником ефективності.

П'ятим критерієм є розвиток *soft skills*, зокрема комунікативних навичок, критичного мислення й уміння працювати в команді. Оцінка цього аспекту може проводитися через аналіз групових проєктів, де учні демонструють здатність до співпраці, розподілу завдань та вирішення конфліктів. Наприклад, керівник гуртка може оцінювати, як учні презентують свої ідеї, як вони реагують на критику чи як ефективно координують роботу в групі. Для цього доцільно використовувати методи *peer review* (взаємооцінювання) або 360-градусний зворотний зв'язок.

Отже, запропонована модель технології розвитку пізнавальної активності у позакласній та гуртковій роботі при вивченні інформатики в старших класах поєднує сучасні педагогічні підходи та інформаційні технології, створюючи умови для активного залучення учнів до навчального процесу. Методологічний компонент забезпечує теоретичну основу, технологічний компонент надає інструменти для практичної реалізації, а оцінювальний компонент дозволяє відстежувати прогрес і коригувати навчальний процес.

2.2. Методичні рекомендації щодо вивчення нейромереж

У контексті освіти, зокрема на заняттях гуртка з інформатики в старших класах, вивчення нейромереж відкриває нові можливості для формування в учнів навичок критичного мислення, алгоритмічного підходу та розуміння сучасних технологій. Впровадження нейромереж у навчальний процес сприяє не лише поглибленню знань з інформатики, але й розвитку міждисциплінарного підходу, що поєднує програмування, математику й аналіз даних.

Уроки інформатики в старших класах зазвичай передбачають вивчення основ програмування, алгоритмів та баз даних. Нейромережі можуть бути введені як логічне продовження цих тем у гуртковій роботі, оскільки вони базуються на алгоритмах і потребують програмування для реалізації. Крім того, нейромережі дозволяють учням ознайомитися з практичним застосуванням математики, зокрема лінійної алгебри та статистики, що сприяє міждисциплінарному підходу [24].

Метою включення теми нейромереж до програми інформатики є формування в учнів розуміння принципів роботи штучного інтелекту, розвиток навичок програмування складних систем та підготовка до використання сучасних технологій у професійній діяльності. Основні завдання включають:

- ознайомлення учнів з базовими концепціями нейромереж, такими як архітектура, навчання та застосування;
- формування практичних навичок створення простих нейромереж за допомогою доступних інструментів програмування;
- розвиток аналітичного мислення через роботу з даними й інтерпретацію результатів роботи нейромереж;
- сприяння розумінню етичних аспектів використання штучного інтелекту.

Впровадження нейромереж на заняттях гуртка інформатики потребує ретельного планування. Рекомендується інтегрувати цю тему в розділи, пов'язані з програмуванням (наприклад, Python, який є стандартом для роботи з нейромережами) й аналізом даних. Оптимально виділити близько 10 навчальних годин, розподілених на теоретичну та практичну частини.

Теоретична частина має включати пояснення таких понять, як:

- архітектура нейромереж (одношарові та багатошарові перцептрони, згорткові нейромережі);
- процес навчання (пряме поширення, зворотне поширення помилки, градієнтний спуск);
- типи даних, необхідних для навчання нейромереж (наприклад, числові

дані, зображення) [23].

Для пояснення складних понять рекомендується використовувати аналогії. Наприклад, нейромережу можна порівняти з «чорною скринькою», яка отримує вхідні дані (аналогічно до сенсорної інформації людини) і видає результат після обробки (аналогічно до прийняття рішення).

Практична частина має передбачати створення простих нейромереж за допомогою бібліотек Python, таких як TensorFlow, Keras або PyTorch. Ці інструменти є достатньо інтуїтивними для початківців, але дозволяють створювати реальні проєкти, що мотивує учнів.

Вибір інструментів для вивчення нейромереж у старших класах має відповідати кільком педагогічним принципам. По-перше, інструменти повинні бути доступними для учнів 10–11 класів, які зазвичай мають базові знання з програмування (наприклад, Python) та математики (алгебра, основи статистики). По-друге, платформи мають бути інтуїтивно зрозумілими, щоб учні могли зосередитися на концепціях штучного інтелекту, а не на складнощах інтерфейсу. По-третє, інструменти повинні дозволяти створювати практичні проєкти, що демонструють реальні застосування нейромереж, такі як розпізнавання зображень чи обробка тексту, щоб мотивувати учнів. Нарешті, платформи мають бути безкоштовними або доступними для шкіл із обмеженим бюджетом [23].

Основна мета включення нейромереж до вивчення інформатики на заняттях гуртка полягає у формуванні в учнів розуміння принципів їх роботи, таких як навчання з учителем, навчання без учителя та навчання з підкріпленням, а також у розвитку навичок роботи з даними та інструментами програмування. У старших класах, де учні здатні оперувати абстрактними концепціями, нейронні мережі можна вивчати через практичні задачі, що мають реальний контекст, наприклад, розпізнавання рукописних цифр (наприклад, з використанням датасету MNIST), аналіз текстових даних або створення простих чат-ботів.

Для учнів старших класів, які лише починають знайомство з

нейромережами, ефективним є використання інтерактивних платформ, таких як Google Colab, TensorFlow Playground або Teachable Machine. Ці інструменти дозволяють створювати та тестувати прості нейронні мережі без необхідності глибокого розуміння математичних основ. Наприклад, на платформі Teachable Machine учні можуть створювати моделі для розпізнавання зображень, звуків чи жестів, використовуючи веб-камеру або мікрофон. На занятті вчитель може запропонувати учням задачу класифікації зображень (наприклад, розпізнавання котів і собак чи виду одягу на основі датасету Fashion MNIST). Учні завантажують зображення, навчають модель і тестують її, що дозволяє їм інтуїтивно зрозуміти концепції «навчання з учителем» та оцінки якості моделі [25].

Google Colab є потужним інструментом для більш просунутих учнів, оскільки дозволяє писати код на Python з використанням бібліотек TensorFlow або PyTorch. Наприклад, учитель може організувати практичне заняття, де учні створюють просту нейронну мережу для розпізнавання рукописних цифр із набору даних MNIST. Такі заняття супроводжуються поясненням структури нейронної мережі (вхідний шар, приховані шари, вихідний шар), функцій активації (наприклад, ReLU або сигмоїда) та поняття градієнтного спуску.

Проектна діяльність є однією з найефективніших методик для залучення учнів до вивчення нейромереж. Учні можуть працювати в групах над реальними задачами, що мають практичне значення. Наприклад, проєкт може бути присвячений створенню моделі для аналізу тональності тексту (позитивний, негативний чи нейтральний відгук) на основі наборів даних із відгуками про товари. Учні отримують завдання зібрати дані (наприклад, із відкритих джерел або платформ соціальних мереж), підготувати їх (очистити, нормалізувати), навчити модель за допомогою бібліотеки, наприклад, Keras, і оцінити її точність.

Інший приклад проєкту — створення чат-бота на основі рекурентних нейронних мереж або трансформерів. Учні можуть розробити бота, який відповідає на запитання з певної теми. Такий проєкт не лише знайомить учнів з

обробкою природної мови, а й розвиває навички роботи з API, обробки тексту та створення інтерфейсів.

Проектна діяльність сприяє розвитку критичного мислення, оскільки учні стикаються з реальними проблемами, такими як перенавчання моделі, недостатня кількість даних або низька точність. Учитель може спрямовувати учнів, допомагаючи аналізувати результати та пропонувати способи покращення моделі, наприклад, шляхом зміни архітектури мережі, додаючи, наприклад, приховані шари, чи використання технік регуляризації.

Нейронні мережі можна використовувати для вирішення міждисциплінарних задач, що поєднують інформатику з іншими предметами, такими як математика, біологія чи географія. Наприклад, на занятті гуртка учні можуть створити модель для прогнозування погодних умов на основі історичних даних (температура, вологість, тиск). Це дозволяє інтегрувати знання з математики (статистика, регресія) та географії, а також ознайомити учнів із концепціями обробки часових рядів [23].

Ще один приклад — використання нейромереж для аналізу біологічних даних, таких як класифікація видів рослин чи тварин за зображеннями або класифікація рукописних букв і цифр для розпізнавання рукописного тексту тощо. Учні можуть працювати з відкритими наборами даних, наприклад, з платформи Kaggle, що розвиває навички пошуку й обробки даних. Такі задачі мотивують учнів, оскільки вони бачать зв'язок між інформатикою й іншими науками [23].

Гейміфікація є ефективним способом залучення учнів до вивчення складних тем, таких як нейронні мережі. Наприклад, учитель може організувати змагання, де учні створюють моделі для гри в прості стратегічні ігри (наприклад, хрестики-нулики) за допомогою навчання з підкріпленням. Бібліотека Gym від OpenAI дозволяє створювати симуляції, в яких учні можуть навчати взаємодіяти з віртуальним середовищем.

Важливою частиною вивчення нейромереж є обговорення їх етичних і соціальних аспектів. Учитель може організувати дискусію або практичне заняття, де учні аналізують потенційні ризики використання штучного

інтелекту, наприклад, упередженість моделей через незбалансовані дані. Практичним завданням може бути аналіз набору даних на наявність упереджень (наприклад, гендерних чи расових) та створення рекомендацій щодо їх усунення. Такі заняття сприяють розвитку критичного мислення та розуміння відповідальності за створення технологій. Учні можуть працювати над проєктами, що передбачають створення етичних рекомендацій для використання штучного інтелекту в певній сфері, наприклад, у медицині чи освіті.

Впровадження нейромереж при вивченні інформатики в старших класах є перспективним напрямом, який сприяє розвитку цифрової компетентності учнів, їхньої здатності до аналітичного мислення та готовності до викликів сучасного світу. Запропоновані методичні рекомендації дозволяють інтегрувати цю тему в навчальний процес, враховуючи обмеження шкільної програми та ресурсів. Поєднання теоретичних знань, практичних навичок і проєктної діяльності забезпечує цілісне засвоєння матеріалу та мотивує учнів до подальшого вивчення інформаційних технологій.

Висновки до розділу 2

Розроблена модель технології розвитку пізнавальної активності в позакласній і гуртковій роботі з інформатики в старших класах поєднує сучасні педагогічні підходи й інформаційні технології, створюючи умови для активного залучення учнів до навчального процесу. Методологічний компонент забезпечує теоретичну основу, технологічний компонент надає інструменти для практичної реалізації, а оцінювальний компонент дозволяє відстежувати прогрес і коригувати даний процес.

Впровадження нейромереж у старших класах є перспективним напрямом, який сприяє розвитку цифрової компетентності учнів, їхньої здатності до аналітичного мислення та готовності до викликів сучасного світу. Запропоновані методичні рекомендації дозволяють інтегрувати цю тему в позакласні заняття, враховуючи обмеження шкільної програми та ресурсів. Поєднання теоретичних знань, практичних навичок і проєктної діяльності забезпечує цілісне засвоєння матеріалу та мотивує учнів до подальшого вивчення інформаційних технологій.

Нейромережі відкривають широкі можливості для вдосконалення вивчення інформатики в старших класах, сприяючи підвищенню мотивації, розвитку співпраці, індивідуалізації навчання, критичного мислення та цифрової компетентності. У практичній частині занять гуртка можна використовувати ігрові елементи, такі як квести, командні змагання, адаптивні системи, симуляції та створення ігор, що дозволяє зробити процес більш динамічним і цікавим.

Водночас успішна інтеграція нейромереж вимагає ретельного планування, адаптації до потреб учнів. У контексті інформатики, яка є динамічною та практико-орієнтованою дисципліною, нейромережі можуть стати ключем до підготовки учнів до викликів цифрової епохи, формуючи не лише знання, але й навички, необхідні для майбутньої професійної діяльності.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ КУРСУ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖ

3.1. Методичні розробки та рекомендації

Знання основ нейромереж дозволяють учням старших класів не лише зрозуміти принципи роботи сучасних технологій, а й підготуватися до професійного майбутнього в епоху цифрової трансформації. Курс «Вступ до використання нейромереж» розроблено для гурткової роботи з інформатики в старших класах (10–11 класи) з метою ознайомлення учнів із базовими концепціями нейромереж, їхньою будовою, принципами роботи та практичним застосуванням. Курс розрахований на 10 занять і має на меті сформувати в учнів початкові навички створення та використання нейромереж, а також розуміння їхнього потенціалу.

Розробка курсу зумовлена сучасними тенденціями в освіті та потребами ринку праці. Нейронні мережі є основою багатьох інноваційних технологій, таких як розпізнавання зображень, обробка природної мови, автономні системи тощо. Ознайомлення з цими технологіями в шкільному віці сприяє ранній профілізації учнів, підвищує їхню конкурентоспроможність і формує інтерес до STEM-дисциплін (наука, технології, інженерія, математика). Крім того, курс відповідає вимогам сучасних освітніх стандартів, які акцентують на розвитку цифрових компетентностей і навичок програмування.

Курс адаптовано до рівня підготовки старшокласників, які вже мають базові знання з інформатики, зокрема основи програмування (бажано на Python), базові поняття математики (лінійна алгебра, основи статистики) та алгоритмічного мислення. Гурткова форма навчання дозволяє гнучко поєднувати теоретичні заняття з практичними, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу та розвитку творчого потенціалу учнів.

Об’єкт вивчення курсу — це нейронні мережі як інструмент штучного інтелекту, що використовується для обробки даних, моделювання складних систем і розв’язання прикладних задач. Об’єкт охоплює як теоретичні основи,

так і практичні аспекти створення й використання нейромереж.

Предмет вивчення курсу — це принципи функціонування, створення та застосування нейромереж у реальних задачах, адаптованих до рівня підготовки учнів. Предмет включає базові поняття, такі як архітектура нейромереж, алгоритми навчання, а також програмні інструменти для їх реалізації.

Мета вивчення курсу полягає в тому, щоб сформувати в учнів початкове розуміння принципів роботи нейромереж, розвинути практичні навички створення простих нейромереж за допомогою сучасних програмних бібліотек, а також сприяти розвитку алгоритмічного мислення та інтересу до вивчення штучного інтелекту.

Завдання курсу:

- ознайомити учнів з базовими концепціями нейромереж, їхньою структурою та принципами роботи;
- навчити учнів використовувати програмні інструменти (наприклад, Python, TensorFlow, Keras) для створення простих нейромереж;
- розвинути навички аналізу даних і підготовки їх до використання в нейромережах;
- сформувати вміння застосовувати нейромережі для розв'язання практичних задач, таких як класифікація чи регресія;
- сприяти розвитку критичного мислення через аналіз можливостей і обмежень нейромереж;
- заохотити учнів до самостійного дослідження та творчого підходу до використання нейромереж.

Курс використовує різноманітні **форми роботи**: лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, проєктну діяльність, групові дискусії та кейс-аналіз. Лекції забезпечують теоретичну базу, практичні заняття розвивають навички програмування, а проєктна діяльність сприяє творчому підходу. Групові дискусії та кейс-аналіз розвивають критичне мислення й уміння працювати в команді.

Методи навчання: пояснювально-ілюстративні (лекції, презентації,

демонстрація прикладів); практичні (лабораторні роботи, створення нейромереж, аналіз даних); дослідницькі (експерименти з параметрами мереж, проєктна робота); інтерактивні (групові дискусії, кейс-аналіз, рефлексія).

Обладнання. Використання комп'ютерів із встановленими бібліотеками Python (TensorFlow, Keras) є обов'язковим для лабораторних занять. Для теоретичних занять рекомендуємо інтерактивні дошки, проєктори та підготовлені презентації.

Структура курсу. Курс складається з 10 занять, кожне тривалістю 90 хвилин (дві академічні години), що дозволяє поєднувати теоретичну підготовку, практичні вправи й обговорення. Заняття структуровано так, щоб поступово вводити учнів у тему, починаючи з основ і завершуючи створенням власних проєктів.

Отже, курс «Вступ до використання нейромереж» є актуальним і доцільним для гурткової роботи з інформатики в старших класах, оскільки він поєднує теоретичні знання, практичні навички та розвиток критичного мислення. Структура курсу дозволяє поступово ознайомити учнів з нейромережами, від основ до створення власних проєктів. Використання різноманітних форм і методів навчання забезпечує залученість учнів, сприяє глибокому засвоєнню матеріалу та формує інтерес до подальшого вивчення штучного інтелекту. Курс (рис. 3.1) може бути адаптований до різних рівнів підготовки учнів шляхом зміни складності практичних завдань і глибини теоретичного матеріалу.

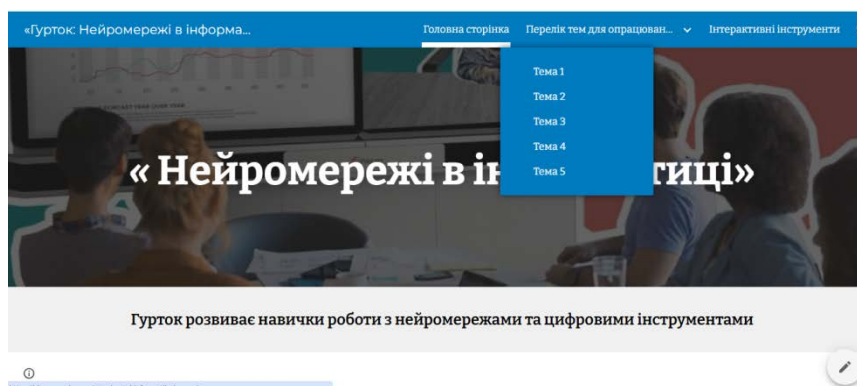


Рис. 3.1. Сайт гуртка «Нейромережі в інформатиці»

3.2. Розроблений курс як вибіркова складова навчального процесу

Курс «Вступ до використання нейромереж» відіграє важливу роль у формуванні в учнів розуміння сучасних технологій III та підготовці до викликів цифрової епохи. Він не лише знайомить школярів із базовими принципами роботи нейромереж, а й розвиває їхні практичні навички, критичне мислення та інтерес до STEM-дисциплін. Гурткова форма навчання дозволяє гнучко адаптувати матеріал до рівня підготовки учнів, заохочуючи їх до творчого підходу та самостійного дослідження. У довгостроковій перспективі курс сприяє формуванню покоління молоді, готової до роботи з інноваційними технологіями, що є важливим для розвитку суспільства та економіки в умовах цифрової трансформації.

Курс було апробовано на базі ВСП «Фаховий коледж економіки, права та інформаційних технологій» Західноукраїнського національного університету. Участь у роботі гуртка взяли 20 учнів 10 класу. Нижче наведено детальний опис кожного заняття курсу.

Заняття 1. Вступ до нейромереж: історія та основні поняття

Мета заняття: ознайомити учнів з поняттям нейромереж, їхньою історією, основними компонентами та сферами застосування; сформулювати базове розуміння структури й типів нейромереж; стимулювати інтерес до теми через інтерактивні елементи.

Тривалість: 45 хв.

Клас: 10–11 класи.

Обладнання та ресурси: комп'ютер / проєктор для демонстрації презентації; презентація PowerPoint або Canva з діаграмами нейромереж, історичними віхами та прикладами; відеоілюстрація (наприклад, коротке відео про розпізнавання рукописних цифр нейромережею); роздатковий матеріал (глосарій термінів: нейрон, синапс, шари, активаційна функція тощо); дошка/фліпчарт для запису відповідей учнів під час інтерактивної частини.

Структура заняття

1. Організаційний момент (3 хв.).

Привітання, перевірка присутності.

Оголошення теми та мети заняття: «Сьогодні ми познайомимось з неймережами — технологією, яка лежить в основі сучасного штучного інтелекту. Ви дізнаєтесь, що це таке, як вони з'явилися та де їх використовують».

Короткий огляд плану заняття: лекція, приклади, обговорення.

2. Мотивація та актуалізація знань (5 хв.).

Питання до учнів: чи чули ви про штучний інтелект? Де його використовують? (Очікувані відповіді: чат-боти, голосові помічники, рекомендації в YouTube, розпізнавання облич тощо). Чи знаєте ви, що стоїть за цими технологіями?

Міні-дискусія: попросити учнів вказати приклади, де вони стикалися з технологіями ШІ (наприклад, фільтри в Instagram, автопілот Tesla).

Усі ці технології базуються на неймережах. Сьогодні ми розберемо, що це за технологія і чому вона така важлива.

3. Основна частина (30 хв.).

Лекційна частина: історія неймереж (10 хв.).

Короткий екскурс в історію:

1943 рік: модель нейрона (МакКаллок і Піттс).

1958 рік: перцептрон Френка Розенблатта — перша модель неймережі.

1980-ті: Зворотне поширення помилки (backpropagation), що дало поштовх розвитку.

2010-ті: Бум глибоких неймереж (Deep Learning) завдяки потужним комп'ютерам і великим даним.

Презентація: слайди з хронологією та ключовими постатями (наприклад, Джеффри Хінтон, Ян Лекун).

Питання до учнів: «Як ви думаєте, чому неймережі стали популярними саме в 2010-х?» (Очікувані відповіді: зростання обчислювальної потужності, доступ до даних).

Основні поняття неймереж (12 хв.).

Поняття нейромережі: нейромережа — це математична модель, що імітує роботу людського мозку.

Основні компоненти (Додаток 2): нейрон: обробляє вхідні дані, застосовує активаційну функцію; синапси: зв'язки між нейронами з вагами; шари: вхідний, прихований, вихідний.

Типи нейромереж: прямої дії (Feedforward Neural Networks): для простих задач, наприклад, класифікації; згорткові (Convolutional Neural Networks, CNN): для обробки зображень; рекурентні (Recurrent Neural Networks, RNN): для послідовних даних, наприклад, тексту чи мови.

Демонстрація: слайд з діаграмою простої нейромережі (вхід → прихований шар → вихід) (рис. 3.2).

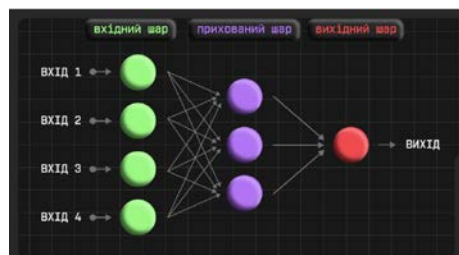


Рис. 3.2. Архітектура простої нейромережі

Відеоілюстрація (2–3 хв.): показати приклад роботи нейромережі (наприклад, розпізнавання рукописних цифр у наборі даних MNIST):

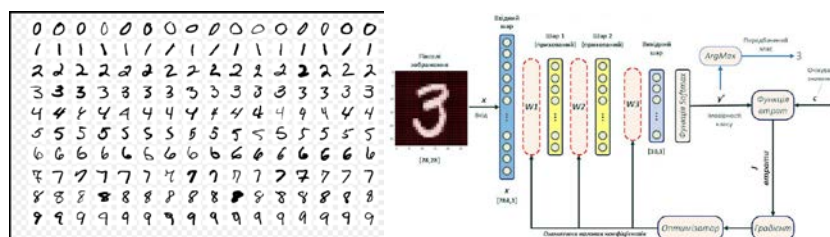


Рис. 3.3. Робота нейромережі на прикладі датасету MNIST

Сфери застосування нейромереж (5 хв.).

Приклади: комп'ютерний зір: розпізнавання облич, медична діагностика за зображеннями; обробка природної мови: чат-боти, переклад тексту, класифікація книг за жанрами (модель «bag-of-words»); інші: рекомендаційні системи, ігри, автономні автомобілі, розпізнавання мови птахів (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Приклади сфери застосування нейромереж

Інтерактивне завдання: учням пропонується назвати, де ще можна застосувати нейромережі (записати ідеї на дошці).

Інтерактивна дискусія (3 хв.).

Питання до учнів: Які переваги та недоліки нейромереж ви можете припустити? Чи етично використовувати нейромережі для розпізнавання облич?

Мета: стимулювати критичне мислення та залучити учнів до обговорення.

4. Закріплення матеріалу (5 хв.) (наприклад, за допомогою Kahoot).

Міні-тест (усний): Що таке нейромережа? Назвіть один тип нейромережі та його застосування. Яка подія стала поштовхом для розвитку глибоких мереж?

Відповіді учнів: учитель коментує та доповнює відповіді.

Роздача глосарію: короткий список термінів із поясненнями для самостійного опрацювання.

5. Підсумки та рефлексія (2 хв.).

Підсумкове слово вчителя: «Сьогодні ми дізналися, що нейромережі – це потужний інструмент, який змінює світ. На наступних заняттях ми розглянемо, як їх створювати та використовувати».

Рефлексія: що вас найбільше вразило в темі? Чи хотіли б ви спробувати створити власну нейромережу?

Домашнє завдання: прочитати статтю або переглянути відео про застосування нейромереж (посилання надається вчителем). Підготувати 2–3 речення про те, де б ви хотіли застосувати нейромережі.

Заняття 2. Математичні основи нейромереж

Мета заняття: ознайомити учнів з основними математичними концепціями, що лежать в основі нейромереж, та сформувати практичні навички обчислень лінійної алгебри та аналізу функцій активації.

Клас: 10–11 класи.

Тривалість: 45 хвилин.

Обладнання: інтерактивна дошка, роздаткові матеріали, калькулятори (або комп'ютери для простих обчислень).

Структура заняття

1. Організаційний момент (2 хв.).

Привітання, перевірка присутності.

Оголошення теми та мети заняття: «Сьогодні ми дізнаємося, як математика допомагає нейромережам працювати, і спробуємо провести прості обчислення».

2. Актуалізація знань (5 хв.).

Коротке повторення: що таке нейромережа, які її основні компоненти (нейрони, ваги, активація).

Питання до учнів: «Які математичні операції ви вже знаєте, що можуть бути корисними для роботи з даними? (наприклад, додавання, множення)».

Вступ до теми: пояснення, чому лінійна алгебра й оптимізація важливі для нейромереж.

3. Основна частина (30 хв.).

Лекційна частина (15 хв.).

Лінійна алгебра (7 хв.).

Вектори: визначення, приклади (координати точки, дані для нейромережі).

Матриці: визначення, множення матриць (зв'язок із вагами нейронів).

Демонстрація на інтерактивній дошці: множення матриці ваг на вектор вхідних даних.

Гradientний спуск (5 хв.) (Додаток 3).

Пояснення: як нейромережа «вчиться» шляхом мінімізації помилки.

Простий приклад: знаходження мінімуму функції (наприклад, $y = x^2$).

Функції активації (3 хв.) (Додаток 4).

Сигмоїда: формула, графік, застосування.

ReLU: формула, графік, переваги.

Показ на дошці: як функція активації перетворює вихід нейрона.

Практична частина (15 хв.).

Завдання 1: робота з матрицями (7 хв.).

Учні в парах обчислюють множення невеликої матриці (2×2) на вектор (2×1) вручну.

Приклад: Матриця ваг $W = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$, $X = \begin{pmatrix} 0,5 \\ 0,2 \end{pmatrix}$.

Обговорення результату: як це моделює роботу нейрона.

Завдання 2: функції активації (5 хв.).

Учні обчислюють значення сигмоїди та ReLU для 2-3 чисел (наприклад, $-1, 0, 2$).

Використання калькуляторів або таблиць для спрощення.

Завдання 3: градієнтний спуск (3 хв.).

Просте завдання: визначити, як змінюється значення x для функції $y = x^2$ при кроці 0,1.

4. Закріплення та рефлексія (7 хв.).

Обговорення: «Що було найскладнішим у обчисленнях? Як ці операції допомагають нейромережам?».

Короткий тест (3 запитання). Що таке вектор? Яка основна ідея градієнтного спуску? У чому різниця між сигмоїдою та ReLU?

Зворотний зв'язок: учні діляться враженнями про заняття.

5. Домашнє завдання (1 хв.).

Прочитати короткий матеріал про лінійну алгебру в нейромережах.

Виконати вправу: обчислити множення іншої матриці на вектор та застосувати ReLU до результату.

Заняття 3. Встановлення інструментів і перша нейромережа

Мета заняття: ознайомити учнів з процесом встановлення необхідного програмного забезпечення для роботи з нейромережами; навчити створювати просту нейромережу для бінарної класифікації з використанням Python та бібліотек TensorFlow / Keras; розвинути навички практичної роботи з інструментами машинного навчання.

Клас: 10–11 класи.

Тривалість: 45 хвилин.

Обладнання та ресурси: комп'ютери з доступом до інтернету; встановлений Python; бібліотеки: NumPy, TensorFlow/Keras; текстові редактори або IDE (наприклад, Jupyter Notebook, VS Code (Visual Studio Code), Google Colab); проєктор / екран для демонстрації; роздатковий матеріал з покроковими інструкціями.

Структура заняття

1. Організаційний момент (3 хв.).

Привітання, перевірка присутності. Оголошення теми та мети заняття. Коротке нагадування про попередні заняття (основи нейромереж, їх структура).

2. Теоретична частина (5 хв.).

Коротке пояснення: Що таке Python, NumPy, TensorFlow/Keras і їх роль у створенні нейромереж. Поняття бінарної класифікації (наприклад, розпізнавання «спам / не спам», «кіт / не кіт»).

Демонстрація викладачем: загальний вигляд коду для створення простої нейромережі (на екрані). Пояснення основних етапів: підготовка даних, створення моделі, навчання, оцінка результатів.

3. Практична частина (30 хв.).

Лабораторна робота: встановлення інструментів і створення першої нейромережі

Встановлення програмного забезпечення (10 хв.).

Встановлення Python (якщо не встановлено).

Встановлення бібліотек через pip або conda:

```
bash
```

```
pip install numpy tensorflow
```

Налаштування Jupyter Notebook для зручної роботи.

Учні повторюють дії за інструкцією, викладач контролює та допомагає.

Створення першої нейромережі (20 хв.).

Викладач демонструє покроково створення простої нейромережі для бінарної класифікації.

Імпорт бібліотек.

```
python
```

```
import numpy as np
```

```
from tensorflow.keras.models import Sequential
```

```
from tensorflow.keras.layers import Dense
```

Створення тестового набору даних (наприклад, синтетичні дані для класифікації).

Побудова моделі.

```
python
```

```
model = Sequential([
    Dense(16, activation='relu', input_shape=(2,)),
    Dense(8, activation='relu'),
    Dense(1, activation='sigmoid')
])
```

Dense(16, activation='relu', input_shape=(2,)) — це повнозв'язний (Dense) шар із 16 нейронів, який очікує input_shape=(2,) (означає, що на вхід нейромережа отримує 2 ознаки (вхідні параметри)), activation='relu' визначає активаційну функцію для цього шару.

Налаштування моделі (компіляція, навчання на даних).

Оцінка результатів (виведення точності, наприклад, assigasy).

Учні повторюють код у своїх середовищах, виконуючи завдання:

створити модель із заданими параметрами; запустити навчання та оцінити результати. Викладач відповідає на запитання, допомагає з помилками.

4. Закріплення та рефлексія (5 хв.).

Обговорення: які труднощі виникли під час встановлення чи роботи з кодом? Що таке шари нейромережі та їх функції?

Завдання для самостійної роботи: змінити кількість нейронів у шарах моделі та перевірити, як це впливає на результат. Дослідити документацію TensorFlow / Keras.

5. Підсумок (2 хв.).

Підведення підсумків: що вдалося зробити, які навички отримані.

Оголошення теми наступного заняття (наприклад, «Підготовка даних для нейромереж»).

Заняття 4. Підготовка даних для нейромереж

Мета заняття: ознайомити учнів з основами обробки даних для нейромереж, навчити нормалізації, очищення даних та розбиття на навчальну й тестову вибірки, а також надати практичні навички роботи з наборами даних (на прикладі MNIST).

Клас: 10–11 класи.

Тривалість: 45 хвилин.

Обладнання та ресурси: комп'ютери з доступом до інтернету; встановлений Python; бібліотеки: NumPy, TensorFlow/Keras; текстові редактори або IDE (наприклад, Jupyter Notebook, Google Colab, VS Code); проєктор/екран для демонстрації; роздатковий матеріал із покроковими інструкціями.

Структура заняття

1. Організаційний момент (3 хв.).

Привітання, перевірка присутності.

Коротке повторення попереднього матеріалу: що таке нейромережі, їх структура, роль даних у навчанні.

Оголошення теми та мети заняття: «Сьогодні ми навчимося готувати дані для навчання нейромереж, щоб вони могли ефективно працювати».

2. Теоретична частина (лекція, 10 хв.).

Основні етапи підготовки даних.

Очищення даних: видалення пропусків, дубльованих або некоректних записів.

Нормалізація: приведення даних до єдиного масштабу (наприклад, значення пікселів зображень у діапазон $[0; 1]$).

Розбиття даних: створення навчальної (train), валідаційної (validation) та тестової (test) вибірок (наприклад, 70 %/15 %/15 %).

Приклад набору даних MNIST: опис: набір зображень рукописних цифр (28×28 пікселів, 60 000 навчальних + 10 000 тестових).

Чому важлива підготовка даних: приклади впливу ненормалізованих або неякісних даних на результати навчання.

Інструменти: Python, бібліотеки NumPy, Pandas, TensorFlow / Keras (для завантаження MNIST).

3. Практична частина (лабораторна робота, 25 хв.).

Завдання: підготувати набір даних MNIST для навчання нейромережі.

Етапи роботи.

Завантаження даних: використання бібліотеки TensorFlow/Keras для імпорту MNIST.

python

```
from tensorflow.keras.datasets import mnist
(X_train, y_train), (X_test, y_test) =
mnist.load_data()
```

Аналіз даних: перегляд структури даних (розмірність, типи даних). Візуалізація кількох зображень за допомогою Matplotlib.

python

```
import matplotlib.pyplot as plt
plt.imshow(X_train[0], cmap='gray')
```

```
plt.show()
```

Очищення даних: перевірка на пропуски або некоректні значення (у MNIST зазвичай не потрібно, але пояснити принцип).

Нормалізація: приведення значень пікселів до діапазону [0; 1] (Додаток 5).

```
python
```

```
X_train = X_train / 255.0
```

```
X_test = X_test / 255.0
```

Розбиття даних: пояснення, що MNIST уже розбитий на train/test, але демонстрація створення валідаційної вибірки за допомогою train_test_split із Scikit-learn.

```
python
```

```
from sklearn.model_selection import train_test_split
X_train, X_val, y_train, y_val =
train_test_split(X_train, y_train, test_size=0.2,
random_state=42)
```

Робота учнів: виконання завдань у середовищі Python (наприклад, Google Colab або локально в Jupyter Notebook).

Аналіз прикладів: обговорення, як нормалізація впливає на швидкість і точність навчання мережі.

4. Закріплення та обговорення (5 хв.).

Обговорення результатів: що змінилося після нормалізації? Чому важливо розбивати дані? Відповіді на запитання учнів. Приклад впливу погано підготовлених даних (наприклад, ненормалізовані значення призводять до повільного навчання).

5. Домашнє завдання (2 хв.).

Завантажити інший набір даних (наприклад, CIFAR-10) і виконати аналогічні дії: завантаження, аналіз, нормалізацію, розбиття на вибірки.

Написати короткий звіт (3–5 речень) про те, чому підготовка даних важлива для нейромереж.

6. Рефлексія (2 хв.).

Що нового дізналися? Які труднощі виникли під час виконання практичної роботи?

Заняття 5. Навчання та оцінка нейромереж

Мета заняття: ознайомити учнів з основами навчання нейромереж (градієнтний спуск, функція втрат) та методами оцінки їхньої ефективності (точність, помилка); сформувати практичні навички модифікації параметрів мережі та аналізу їхнього впливу на результати.

Клас: 10–11 класи.

Тривалість: 45 хвилин.

Обладнання: комп'ютери з Python (бібліотеки TensorFlow / Keras або PyTorch), підготовлені набори даних (наприклад, MNIST), проєктор для демонстрації.

Структура заняття

1. Організаційний момент (3 хв.).

Привітання, перевірка присутності. Оголошення теми та мети заняття: «Сьогодні ми дізнаємося, як навчаються нейромережі та як оцінити їхню ефективність. Ви також спробуєте налаштувати параметри мережі та проаналізувати результати».

2. Теоретична частина (10 хв.).

Міні-лекція з демонстрацією слайдів: градієнтний спуск: Пояснення концепції (оптимізація параметрів мережі шляхом зменшення помилки). Аналогія: «спуск із гори до найнижчої точки».

Функція втрат: роль функції втрат (наприклад, MSE, крос-ентропія) у визначенні якості передбачень мережі.

Оцінка ефективності: показники точності (accuracy), помилки (loss), матриця помилок (confusion matrix).

Демонстрація графіка зменшення функції втрат під час навчання моделі

(на прикладі простої мережі).

Питання до учнів: «Як ви думаєте, що станеться, якщо ми змінимо кількість нейронів у мережі?».

3. Практична частина (25 хв.).

Лабораторна робота: модифікація параметрів нейромережі.

Підготовка (5 хв.).

Учні отримують інструкцію та код у Python для навчання простої нейромережі (наприклад, класифікація цифр MNIST). Короткий огляд коду: структура мережі, параметри (кількість шарів, нейронів, епох).

Експеримент (15 хв.).

Завдання: змінити кількість шарів (наприклад, додати/прибрати один шар) або нейронів (збільшити/зменшити у 2 рази) у мережі. Учні запускають навчання моделі з різними параметрами (3–4 експерименти). Фіксують показники точності (accuracy) та функції втрат (loss) для кожного експерименту (Додаток 6).

Аналіз результатів (5 хв.).

Учні записують результати у таблицю (наприклад, кількість шарів, нейронів, точність, помилка).

Обговорення: «Як зміна параметрів вплинула на точність? Чи завжди більше нейронів = кращий результат?».

4. Підсумки та рефлексія (5 хв.).

Обговорення результатів: учні діляться висновками (наприклад, «додавання шарів покращило точність, але збільшило час навчання»).

Питання для рефлексії: «Які труднощі виникли під час експерименту? Як можна покращити модель?».

Домашнє завдання: дослідити, як зміна швидкості навчання (learning rate) впливає на результати. Написати короткий звіт (3–5 речень); як візуалізувати функції loss, accuracy (Додаток 7).

5. Завершення заняття (2 хв.).

Підведення підсумків: «Сьогодні ми навчилися, як нейромережа вчиться

за допомогою градієнтного спуску, оцінили її ефективність та побачили, як параметри впливають на результат». Відповіді на запитання, прощання.

Продовження методичних рекомендацій розробленого курсу гуртка у Додатку 8.

3.3. Експериментальна перевірка ефективності технології

У процесі роботи над магістерською під час педагогічної практики у 10-А та 10-Б класах Тернопільської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів №16 імені Володимира Левицького була проведена експериментальна частина дослідження щодо форм активізації пізнавальної діяльності учнів. У дослідженні взяли участь 18 учнів (10 дівчат та 8 хлопців), які відвідують гуртки з інформатики.

Метою дослідження стало виявлення ефективності використання активних форм і методів у процесі гурткової роботи для активізації пізнавальної діяльності учнів.

Методи дослідження:

- педагогічне спостереження за діяльністю учнів під час занять гуртка;
- анкетування учнів з метою виявлення мотивації та інтересу до предметів;
- контрольні завдання для діагностики рівня засвоєння знань;
- аналіз продуктів діяльності учнів (презентації, проєкти, завдання).

Таблиця 3.1

Опис етапів дослідження

№	Назва етапу	Опис
1	Констатувальний	Вивчення вихідного рівня пізнавальної активності
2	Формувальний	Впровадження активних методів гурткової роботи
3	Контрольний	Оцінка результатів та аналіз динаміки змін

На констатувальному етапі було проведено анкетування та спостереження. Анкета (Додаток 1) містила питання про мотивацію, інтерес до навчання, улюблені форми роботи, готовність брати участь у гуртковій діяльності. Результати представлено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Результати анкетування

<i>Результат</i>	<i>%</i>	<i>Кількість учнів</i>
Регулярні відвідування гуртків	28	5
Епізодична долученість	50	9
Не виявлена цікавість	22	4

Основні труднощі:

- низька мотивація;
- відсутність прикладного інтересу;
- одноманітність форм подачі матеріалу.

Таблиця 3.3

Рівень пізнавальної активності учнів до експерименту

<i>Рівень активності</i>	<i>%</i>	<i>Кількість учнів</i>
Високий	28	5
Середній	50	9
Низький	22	4

Спостереження також показали, що учні частіше активізуються під час практичних занять, але пасивні на традиційних лекційних формах.

План експерименту

№	Тема заняття	Форма роботи	Очікувані результати
1	Вступне заняття. Чому інформатика — це цікаво? Що таке нейромережі?	Діалог, мотиваційна бесіда, перегляд відео	Формування позитивного ставлення, виявлення очікувань
2	Урок-квест «Інформатика навколо нас». Цікаві задачі з життя	Командний квест, логічні завдання Розв'язання задач, мінідискусія	Розвиток логічного мислення, командної взаємодії, усвідомлення прикладного значення дисципліни
3	Гра в Kahoot «Цікаві факти з інформатики»	Онлайн-вікторина	Активізація знань, формування мотивації
4	Старт проекту «Інформатика в побуті». Ідеї та планування	Робота в групах, мозковий штурм	Постановка цілей, розподіл завдань у командах
5	Створення мініпрезентацій про застосування ІТ	Практична робота за комп'ютером	Розвиток ІКТ-компетентностей, креативності
6	Презентація мініпроектів, взаємооцінювання. Підсумкове заняття. Рефлексія, відгуки, нагородження	Виступи учнів, обговорення Ігрове оцінювання, анкетування	Комунікативні навички, критичне мислення, узагальнення знань, емоційне завершення циклу.

На формувальному етапі були розроблені та впроваджені заняття, орієнтовані на підвищення інтересу та залучення учнів до активної пізнавальної діяльності.

Використані методи:

- ігрові методи (вікторини, логічні квести);
- проектна діяльність (створення презентацій, тематичних доповідей, міні-проектів);

- інтерактивні онлайн-ресурси (Kahoot, LearningApps, Scratch, GeoGebra, GPT, нейронні мережі);
- робота в групах і парах.

Приклади занять:

- урок-квест «Інформатика навколо нас»: учні виконували завдання на логіку та побудову алгоритмів певних практичних задач у форматі командного змагання;
- проєкт «Інформатика в побуті»: учні розробляли мініпрезентації про застосування ІТ у житті;
- гра в Kahoot «Цікаві факти з інформатики»: сприяла формуванню мотивації та закріпленню знань.

Ці заходи були розраховані на 6 тижнів із частотою 1 заняття на тиждень по 1,5 години.

Після завершення формувального етапу було повторно проведено анкетування та тестування. Порівняльний аналіз результатів показав суттєве зростання рівня пізнавальної активності.

Таблиця 3.5

Рівень пізнавальної активності учнів після експерименту

<i>Рівень активності</i>	<i>%</i>	<i>Кількість учнів</i>
Високий	61	11
Середній	33	6
Низький	6	1

Таким чином, можна зробити висновок про ефективність використаних методик. Учні не тільки активніше долучалися до занять, а й почали самостійно проявляти ініціативу, що свідчить про зростання рівня їхньої внутрішньої мотивації. Саме високий рівень активності зріс з 28 % до 61 %, тобто на 33 %, у той же час низький рівень мотивації знизився з 22 % до 6 %.

З метою експериментальної перевірки ефективності курсу була розроблена тестова оціночна робота на тему «Вступ до використання

нейромереж» для учнів 10–11 класів.

Інструкція: оберіть одну правильну відповідь із трьох запропонованих для кожного питання. Оцінювання: кожна правильна відповідь — 1 бал. Максимальна кількість балів — 12.

1. Що таке нейромережа?

- а) Програма для автоматичного створення вебсайтів
- б) Математична модель, що імітує роботу людського мозку
- в) Тип комп'ютерного вірусу

2. Який основний елемент нейромережі відповідає за обробку інформації?

- а) Нейрон
- б) Піксель
- в) Байти

3. Для чого найчастіше використовують нейромережі?

- а) Для створення текстових документів
- б) Для розв'язання задач машинного навчання, таких як класифікація чи прогнозування
- в) Для управління апаратним забезпеченням комп'ютера

4. Який тип нейромережі найчастіше застосовується для обробки зображень?

- а) Рекурентна нейромережа
- б) Згорткова нейромережа
- в) Повнозв'язна нейромережа

5. Що означає термін «навчання нейромережі»?

- а) Оновлення програмного забезпечення комп'ютера
- б) Збільшення обсягу оперативної пам'яті
- в) Налаштування параметрів мережі для виконання певного завдання

6. Який тип даних найчастіше використовується для навчання нейромереж?

- а) Тільки текстові файли
- б) Великі набори даних (зображення, текст, числа тощо)
- в) Виконувані файли програм

7. Що таке «шар» у структурі нейромережі?

- а) Група нейронів, які виконують певну обробку даних
- б) Окремий файл із даними для навчання
- в) Програмне забезпечення для роботи мережі

8. Який алгоритм найчастіше використовується для навчання нейромереж?

- а) Алгоритм сортування
- б) Алгоритм стиснення даних
- в) Зворотне поширення помилки

9. Що таке «перцептрон»?

- а) Найпростіша модель нейромережі з одним шаром нейронів
- б) Програма для редагування зображень
- в) Тип комп'ютерного процесора

10. Яка основна мета функції активації в нейромережі?

- а) Збільшення швидкості обробки даних
- б) Введення нелінійності для складніших обчислень
- в) Зменшення розміру вхідних даних

11. Який із перелічених прикладів є типовим застосуванням нейромереж?

- а) Створення резервних копій даних
- б) Форматування жорсткого диска
- в) Розпізнавання об'єктів на фотографіях

12. Що таке «перевчання» (overfitting) нейромережі?

а) Мережа занадто добре запам'ятовує навчальні дані і погано працює з новими

- б) Мережа не може обробляти великі обсяги даних
- в) Мережа втрачає всі дані після завершення навчання

Ключі: 1б, 2а, 3б, 4б, 5в, 6б, 7а, 8в, 9а, 10б, 11в, 12а.

За підсумками проведеного тестування 80 % десятикласників (16 учнів) отримали оцінку «відмінно». 20 % десятикласників (4 учнів) отримали оцінку «добре».

Наочно результати проведеного тестування представлені на рисунку 3.5.

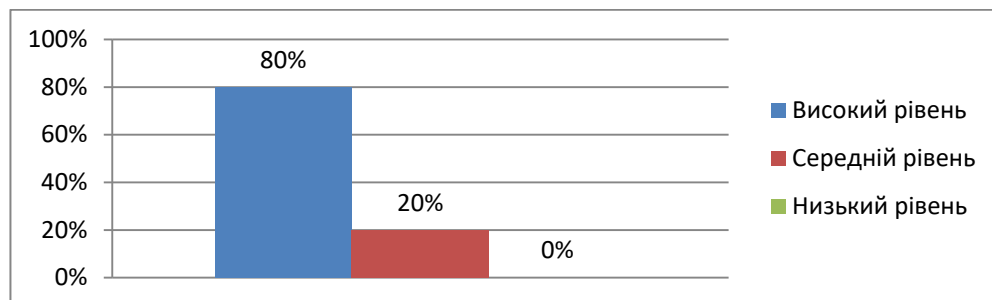


Рис. 3.5 Показники ефективності курсу «Вступ до використання нейромереж»

Отримані результати свідчать про ефективність вивчення нейромереж у старших класах.

Висновки до розділу 3

Курс «Вступ до використання нейромереж» розроблено для гурткової роботи з інформатики в 10–11 класах з метою ознайомлення учнів з базовими концепціями нейромереж, їхньою будовою, принципами роботи та практичним застосуванням. Курс розрахований на 10 занять і має на меті сформувати в учнів початкові навички створення та використання нейромереж, а також розуміння їхнього потенціалу.

Розробка курсу зумовлена сучасними тенденціями в освіті та потребами ринку праці. Нейронні мережі є основою багатьох інноваційних технологій, таких як розпізнавання зображень, обробка природної мови, автономні системи тощо. Ознайомлення з цими технологіями в шкільному віці сприяє ранній профілізації учнів, підвищує їхню конкурентоспроможність і формує інтерес до STEM-дисциплін. Курс відповідає вимогам сучасних освітніх стандартів, які акцентують на розвитку цифрових компетентностей і навичок програмування.

Курс адаптовано до рівня підготовки старшокласників, які вже мають базові знання з інформатики, зокрема основи програмування (бажано на Python), базові поняття математики (лінійна алгебра, основи статистики) та алгоритмічного мислення. Гурткова форма навчання дозволяє гнучко поєднувати теоретичні заняття з практичними, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу та розвитку творчого потенціалу учнів. Курс було реалізовано на базі ВСП «Фаховий коледж економіки, права та інформаційних технологій» ЗУНУ. Участь у роботі курсу взяли 20 учнів 10 класу.

Розроблений курс «Вступ до використання нейромереж» є актуальним і доцільним для гурткової роботи з інформатики в старших класах, оскільки він поєднує теоретичні знання, практичні навички та розвиток критичного мислення. Структура курсу, що включає 10 занять, дозволяє поступово ознайомити учнів із нейромережами, від основ до створення власних проєктів. Використання різноманітних форм і методів навчання забезпечує залученість учнів, сприяє глибокому засвоєнню матеріалу та формує інтерес до подальшого вивчення штучного інтелекту. Курс може бути адаптований до різних рівнів підготовки учнів шляхом зміни складності практичних завдань і глибини теоретичного матеріалу.

ВИСНОВКИ

Позакласна гурткова діяльність у закладах загальної середньої освіти є гнучким і прогресивним процесом, який адаптується до сучасних освітніх потреб суспільства. Вона відходить від простого наповнення змістом до чіткої цільової спрямованості, сприяючи всебічному розвитку особистості в межах компетентнісного підходу. Гуртки відіграють ключову роль у формуванні навичок учнів, трансформуючи освіту з пасивного сприйняття знань у активний процес саморозвитку. Вони доповнюють шкільну програму, компенсуючи її обмеження, та сприяють розвитку когнітивних, емоційних і соціальних аспектів особистості. У контексті сучасних викликів, таких як цифрова трансформація та соціальні зміни, гуртки стають інструментом формування стійкої особистості, здатної адаптуватися до нових умов.

Інтеграція гурткової роботи в освітній процес є не лише педагогічним інструментом, але й стратегічним напрямком оновлення освіти, що відповідає принципам гуманістичної педагогіки та вимогам сьогодення. Теоретичні засади, підкріплені класичними й сучасними концепціями, підкреслюють потенціал такої інтеграції для виховання мотивованої та компетентної особистості. Практичні моделі, від тематичних до проєктно-орієнтованих, підтверджують ефективність у реальних умовах, незважаючи на певні труднощі впровадження.

Формування знань у шкільному навчанні — це багатогранний процес, у якому індивідуальні, педагогічні, соціальні та інституційні фактори взаємодіють для забезпечення когнітивного розвитку. Гуртки є дієвим інструментом підвищення якості знань, перетворюючи освіту з рутинного процесу на творчий і мотивуючий. В умовах реформування української освіти інтеграція гуртків у навчальну систему стає не лише педагогічною потребою, але й інвестицією в майбутнє покоління.

Гурткова діяльність, як унікальна форма педагогічної взаємодії, значно впливає на якість знань учнів, змінюючи їхнє сприйняття від механічного накопичення до динамічної, мотивованої та практичної системи. Через

мотивацію, диференціацію, практичне застосування та групову взаємодію гуртки створюють умови для переходу від базового рівня знань до творчого, де знання стають основою для інноваційного мислення. У сучасній освіті, орієнтованій на компетентності, гуртки є важливим елементом, що доповнює шкільну програму та готує учнів до реальних викликів.

Впровадження нейромережових технологій у гурткову діяльність поєднує людський і машинний інтелект, відкриваючи нові можливості для адаптивної та колаборативної освіти. Від виконання операційних завдань до підтримки рефлексії, ці технології спираються на педагогічні теорії та сприяють розподіленому знанню. Аналіз інструментів нейромереж для гуртків показує їхній потенціал як драйверів інноваційної освіти: генеративні моделі стимулюють творчість, алгоритми розвивають аналітичне мислення, а віртуальні асистенти забезпечують персоналізацію.

Розроблена технологія для розвитку пізнавальної активності на уроках інформатики в старших класах поєднує сучасні педагогічні підходи з інформаційними технологіями, створюючи умови для активного залучення учнів. Методологічна основа забезпечує теоретичний фундамент, технологічний компонент пропонує практичні інструменти, а оцінювальний компонент дозволяє відстежувати прогрес і коригувати процес. Впровадження нейромереж при вивченні інформатики сприяє розвитку цифрової компетентності, аналітичного мислення та готовності до сучасних викликів. Методичні рекомендації забезпечують інтеграцію теми в навчальний процес із урахуванням обмежень програми та ресурсів.

Курс «Вступ до використання нейромереж», розроблений для гурткової роботи з інформатики в 10–11 класах, має на меті ознайомлення учнів з основами нейромереж, їхньою структурою, принципами роботи та практичним застосуванням. Курс триває 10 занять і формує початкові навички створення та використання нейромереж, а також розуміння їхнього потенціалу. Він відповідає сучасним освітнім тенденціям і потребам ринку праці, де нейромережі є основою для таких технологій, як розпізнавання зображень чи

обробка природної мови. Курс сприяє ранній профілізації учнів, підвищує їхню конкурентоспроможність і заохочує до вивчення STEM-дисциплін.

Курс адаптовано до рівня підготовки старшокласників із базовими знаннями з інформатики, програмування, математики та алгоритмічного мислення. Гурткова форма дозволяє гнучко поєднувати теорію з практикою, сприяючи глибшому засвоєнню матеріалу та розвитку творчого потенціалу. Курс було реалізовано на базі ВСП «Фаховий коледж економіки, права та інформаційних технологій» ЗУНУ. Його структура забезпечує поступове ознайомлення з нейромережами – від основ до створення власних проєктів. Різноманітні методи навчання сприяють залученості, глибокому засвоєнню матеріалу та інтересу до штучного інтелекту. Курс можна адаптувати до різних рівнів підготовки, змінюючи складність завдань і глибину теорії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрєєв А. М. Підготовка майбутнього вчителя фізики до організації інноваційної діяльності учнів у навчальному процесі: монографія. Запоріжжя: Статус, 2018. 380 с.
2. Антонова О. Є. Залучення старшокласників до науково-дослідної діяльності МАН як засіб розвитку їх дослідницьких здібностей. *Інновації в освіті: інтеграція науки і практики*: зб. наук.-метод.праць. Житомир: ФІОП Левковець, 2014. С. 56–75.
3. Антонова О. Є. Психолого-педагогічний супровід обдарованої особистості учня // Школа становлення відповідального громадянина. Авторська модель Людмили Корінної: навчально-методичний посібник / автор-упорядник Л. В. Коріння; за заг. ред. С. В. Кириленко, О. І. Кіян, І. Н. Євтушенко. Київ — Житомир — Чернівці, 2020. С. 55–68.
4. Бібік Н. М. Формування пізнавальних інтересів школярів. К. : Віпол, 2007. 96 с.
5. Білецька Г., Єфремова О., Матеюк О., Дячук А. Використання цифрових технологій на уроках біології та основ здоров'я у закладах загальної середньої освіти. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України*. Серія: педагогічні науки. 2021. № 4 (27). С. 15–35.
6. Будій Н. Д. Формування готовності вчителя до евристичного навчання — умова інтелектуального розвитку обдарованих учнів. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2014. № 2. С. 22–24.
7. Буйницька О. П. Інформаційні технології та технічні засоби навчання. К. : Центр учбової літератури, 2012. 239 с.
8. Використання інтерактивних методів на уроках біології. URL: http://suha-majachka.at.ua/load/vikoristannja_interaktivnikh (дата звернення 09.11.2025).
9. Васильєва С. О. Основи організації науково-дослідної діяльності учнів у загальноосвітньому навчальному закладі. *Проблеми фізичного виховання і спорту*. 2019. №12. С. 22–26.

10. Використання нестандартних уроків – метод успішного досягнення результатів при вивченні біології. URL: <http://pti.kiev.ua/metodic/740-vikoristannya-nestandardnih-urokv-bologyi.html> (дата звернення 11.11.2025).

11. Головань М. С. Сутність та зміст поняття «дослідницька компетентність». *Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі*: зб. наук. пр. Випуск VII. Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2012. С. 55–62.

12. Голубєва І. В. Національні стандарти підготовки вчителя до роботи з обдарованими учнями у США. *Духовність особистості: методологія, теорія і практика*. 2017. № 6(81). С. 58–65.

13. Довгий С. О Про діяльність Національного центру «Мала академія наук України» Стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 2 березня 2016 року. *Вісн. НАН України*. 2016. № 4. С.47–52.

14. Антонов С. І. Активізація пізнавальної діяльності учнів у процесі навчання. К. : Видавництво НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2018. 215 с.

15. Золотарьова О. В. Вивчення досвіду Ізраїлю з педагогічної підтримки обдарованих школярів. *Наукові праці вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет»*. Серія: «Педагогіка, психологія і соціологія»: зб. наук. пр. Красноармійськ, 2015. Вип. 1 (16). Ч. 2. С. 70–76.

16. Івашкевич Л. С. Потенціал опанування САТ-інструментів у системі підготовки сучасних перекладачів. *Молодий вчений*. 2019. № 2(2). С. 469–473.

17. Ковбасенко Л. І. Методика діяльності в Малій академії наук України : метод. посіб. К. : Інформ. системи, 2008. 213 с.

18. Кравченко С. О. Узагальнення сутності дефініції «дослідницька компетентність». *Young Scientist*. 2018. № 2 (54). С. 265–268.

19. Краковецький О. Генерація текстів: перевіряємо прогрес AI-моделі від GPT до ChatGPT. *DOU*. 2023. URL: <https://dou.ua/forums/topic/41509/> (дата звернення 30.03.2025).

20. Лазарєва О. М. Особливості самостійної пізнавально-творчої

діяльності в евристичному навчанні. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2014. № 4. С. 254–264.

21. Мартинюк А. С., Генсерук Г. Р. Використання нейромереж у позакласній і гуртковій роботі. Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи : матеріали XIV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Тернопіль, 7–8 листопада, 2024 р. Тернопіль : ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2024. С. 262–264.

22. Мартинюк А. С., Генсерук Г. Р. Активізація пізнавальної діяльності учнів у процесі гурткової роботи. Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи : матеріали XV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Тернопіль, квітень, 2025 р. Тернопіль : ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2025. С. 85–88.

23. Мельник А. Використання чат-боту CHATGPT у практичній мовній підготовці майбутніх викладачів англійської мови. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум»*. 2023. Вип. 21 (177). С. 100-108.

24. Остапович О. Я., Остапович Н. В., Мазуренко Ю. С. ChatGPT у підготовці філологів і перекладачів. Виклики і перспективи. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія»: серія «Філологія»*. Острог : Вид-во НаУОА, 2023. Вип. 17(85). С. 200–205.

25. Петриця А. Особливості використання цифрових лабораторій у навчальному фізичному експерименті. *Молодь і ринок*. 2014. № 6. С. 44–48.

26. Семенова Р. О., Корольов Д. К. Теоретико-методологічні основи розробки системи підготовки педагогів до роботи з обдарованими дітьми і молоддю. *Актуальні проблеми психології: збірник наукових праць Інституту психології імені Г. С. Костюка НАПН України*. 2018. Т. VI. Психологія обдарованості (9). С. 7–46.

27. Стрелкова Ю. О. Порівняльний аналіз дослідницької діяльності та інших за схожістю видів навчальних робіт. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2013. №8-9. С. 61–63.

28. Сьома С. О. Дослідницька робота молодших школярів – шлях до

творчості в Малій академії наук України. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету*. Серія: Педагогічні науки. 2015. Вип. 125. С. 367–370.

29. Тихенко Л. В. Розвиток творчих здібностей учнівської молоді в освітньо-виховній системі «Мала академія наук»: навчально-методичний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. 120 с.

30. Тагліна О. В., Гільберг Т. Г. Методика навчання інформатики в основній школі. К. : Генеза, 2021. 224 с.

31. Мороз О. М. Інноваційні підходи до організації гурткової роботи з інформатики // *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*. 2021. № 2. С. 42–47.

32. Тягло Н. В. Емпіричне дослідження рефлексії діяльності педагогів у контексті розвитку їх готовності до організації науково-дослідницької діяльності учнів. *East European Scientific Journal*. (Warsaw, Poland). 2019. №10 (50). Р. 74–77.

33. Тягло Н. В. Ефективні методи підготовки вчителів у системі післядипломної освіти до організації науково-дослідницької діяльності учнів. *Вісник Запорізького національного університету*: Збірник наукових праць. Педагогічні науки. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2019, № 1 (32). С. 100-104.

34. Явтушенко О. В. Активізація пізнавальної діяльності учнів на уроках математики шляхом впровадження інноваційних технологій. URL: <https://naurok.com.ua/aktivizaciya-piznavalno-diyalnosti-uchniv-na-urokah-matematiki-shlyahom-vprovadzhennya-innovaciynih-tehnologiy-z-dosvidu-roboti-79695.html> (дата звернення 3.04.2025).

35. Шейко В. М., Кушнарєнко Н. М. Організація та методика науководослідницької діяльності. К.: Знання-Прес, 2002. 295 с.

36. Ягенська Г. В., Степанюк А. В. Формування дослідницьких умінь школярів у галузі природничих наук (друга половина XX – початок XXI століття): монографія. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2021. 282 с.

37. Brownell S. E., Freeman S., Wenderoth M. P. BioCore Guide: A Tool

for Interpreting the Core Concepts of Vision and Change for Biology Majors. *CBE—Life Sciences Education*. 2014. Vol. 13(2). P. 200–211.

38. Brumfit G.J. and Johnson K. The communicative approach to language teaching. Oxford University Press, 2008. 242 p.

39. Campbell C., Nehm, R. H. Evaluating assessment quality in genomics and bioinformatics education research. *CBE-Life Sciences Education*, 2013. Vol. 12 (3). P. 530–541.

40. Coley J. D., Tanner K. D. Common Origins of Diverse Misconceptions: Cognitive Principles and the Development of Biology Thinking. *CBE—Life Sciences Education*. 2012. Vol. 11(3). P. 209–215.

41. Garvin-Doxas K., Klymkowsky M. W. Understanding randomness and its impact on student learning: Lessons from the biology concept inventory (BCI). *CBE Life Science Education*. 2008. Vol. 7. P. 227–233.

42. Gawlikowski J., Tassi C. R. N., Ali M., Lee J., Humt M., Feng J., Zhu, X. X. A survey of uncertainty in deep neural networks. *Artificial Intelligence Review*. 2023. Vol. 56. P. 1513–1589.

43. Imenda S. Is there a conceptual difference between theoretical and conceptual frameworks? *Journal of Social Science*. 2014. Vol. 2 (38). P. 185–195.

44. Qin J.R., Fu G.S. STEM Education: Interdisciplinary Education Based on Real Problem Scenarios. *China Educational Technology*, 2017. Vol. 4. pp. 67-74.

45. Semenikhina O., Yurchenko K., Shamonina V., Khvorostina Y., Yurchenko A. STEM-Education and Features of its Implementation in Ukraine and the World. *Paper presented at the 2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, MIPRO 2022 – Proceedings*, 2022. Pp. 690-695.

46. Igor Yakymenko, Olesya Martyniuk, Serhii Martyniuk, Andrii Martyniuk, Yurii Yakymenko, Mykhailo Kasianchuk. Hierarchical Encryption in a Residual Number System. 2024 14th International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT 2024. Proceedings, 2024, pp. 496-499. doi: 10.1109/ACIT62333.2024.10712567

47. Igor Yakymenko, Mykhailo Kasianchuk, Olesya Martyniuk, Serhii

Martyniuk, Andrii Martyniuk, Yurii Yakymenko. A Symmetric Cryptoalgorithm in a Polynomial Hierarchical Residual Number System. 2025 15th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), Sibenik, Croatia, 2025, pp. 501-504. doi: 10.1109/ACIT65614.2025.11185808

48. <https://robotdreams.cc/uk/blog/327-funkciji-aktivaciji-stupinchastaliniyna-sigmojida-relu-ta-tanh> (дата звернення 30.05.2025).

ДОДАТКИ

Додаток 1

АНКЕТА ДЛЯ УЧНІВ

Мета: Визначити рівень інтересу та готовності учнів брати участь у гуртках з інформатики.

1. Чи подобаються тобі уроки інформатики?
 - ☐ Дуже подобаються
 - ☐ Не дуже подобаються
 - ☐ Зовсім не подобаються
2. Чи береш участь у гуртковій роботі (інформатичний гурток)?
 - ☐ Регулярно відвідую
 - ☐ Іноді відвідую
 - ☐ Не відвідую
3. Що тебе найбільше приваблює на гурткових заняттях (можна вибрати кілька варіантів)?
 - ☐ Ігри та конкурси
 - ☐ Робота за комп'ютером
 - ☐ Робота в групах
 - ☐ Можливість проявити себе
 - ☐ Додаткові знання
 - ☐ Інше: _____
4. Що тобі не подобається на гуртках (можна вибрати кілька варіантів)?
 - ☐ Занадто складно
 - ☐ Нудно
 - ☐ Багато теорії
 - ☐ Мало практики
 - ☐ Нецікаві завдання
 - ☐ Інше: _____
5. Чи хотів/ла б ти частіше брати участь у цікавих проєктах, квестах чи змаганнях з інформатики?
 - ☐ Так
 - ☐ Можливо
 - ☐ Ні

АРХІТЕКТУРА ЩІЛЬНОЇ НЕЙРОМЕРЕЖІ

Особливістю щільної нейронної мережі є те, що кожен нейрон з одного шару пов'язаний з кожним нейроном наступного шару, тобто інформація передається від кожного нейрона даного шару до всіх нейронів у наступному шарі. Найпростішою моделлю є `keras_model_sequential`, яка будується шляхом послідовного накладання шарів, додаючи шари один за одним у вказаному порядку. Найважливішими в кожному шарі є такі параметри.

У першому шарі `input_shape()` — вектор зі значенням, що вказує кількість вхідних змінних. Цей шар використовують для перетворення багатовимірних даних у вектор фіксованої довжини, що може бути подано на вхід щільному шару (`dense layer`) або іншому типу шару.

Прихований шар `layer_dense()`. Основними параметрами цього шару є:

- `units` вказує кількість нейронів, визначає розмірність виходу з цього шару (`units = 64`, тобто 64 нейрони у цьому шарі);
- `activation` визначає функцію активації, яка буде застосовуватися до виходів нейронів а саме, як нейрон активується або пригнічується в залежності від входу. Деякі поширені функції активації включають `relu` (відсікає від'ємні значення, присвоюючи їм 0 та передає на наступний шар лише додатні), `sigmoid`, `tanh` тощо;
- `kernel_initializer` визначає метод ініціалізації початкових ваг нейронів, які ініціалізуються перед початком навчання моделі (`random_uniform`, `glorot_uniform`, `he_uniform` тощо);
- `bias_initializer` визначає метод ініціалізації початкових зміщень нейронів які додаються до ваг перед застосуванням функції активації (`zeros`, `ones` тощо);
- `kernel_regularizer` визначає метод регуляризації, що застосовується до ваг ядра (ваг, які зв'язують вхід і вихід нейронів у шарі). Регуляризація допомагає контролювати перенавчання і т. д.

Третій `layer_dense`, який відповідає за класифікацію, має кількість нейронів, що дорівнює кількості класів, у випадку більше двох нейронів використовують функцією активації `softmax`, яка дозволяє отримати ймовірність, що вхідний зразок належить до кожного класу.

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДУ ГРАДІЄНТНОГО СПУСКУ

У контексті нейронних мереж градієнт функції помилки допомагає визначити, як зміна того чи іншого параметра впливає на значення функції помилки. Іншими словами, він відображає напрямок та швидкість, з якими необхідно змінювати вагові коефіцієнти для досягнення мінімізації похибки. Вектор градієнта задає напрям найшвидшого зменшення функції втрат у просторі параметрів, що забезпечує поступове наближення моделі до оптимального стану.

У процесі навчання параметри нейронної мережі на кожному етапі коригуються у напрямі, протилежному до вектора градієнта, що сприяє зниженню значення функції втрат до певного локального або глобального мінімуму. Таким чином, модель поступово набуває таких параметрів, за яких похибка на навчальній вибірці є мінімальною. Оптимізаційний процес розпочинається з ініціалізації початкових значень вагових коефіцієнтів, після чого здійснюється обчислення градієнта функції втрат відносно кожного параметра. Далі поточні значення параметрів коригуються шляхом віднімання частки градієнта, помноженого на коефіцієнт навчання. Ітераційне повторення зазначених дій триває до моменту стабілізації параметрів або до зникнення суттєвих змін у значенні функції втрат.

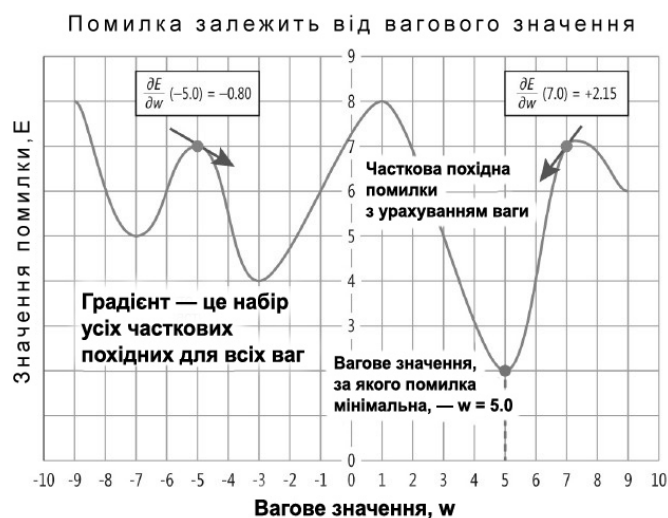


Рис. 1. Демонстрація роботи градієнтного спуску

Алгоритм градієнтного спуску

З математичної точки зору алгоритм градієнтного спуску реалізується послідовністю таких кроків:

1. Ініціалізація параметрів моделі. На початковому етапі вагові коефіцієнти моделі задаються випадковими або малими довільними значеннями.

2. Прогін вхідних даних через модель. Навчальні дані подаються на вхід нейронної мережі, внаслідок чого отримуються передбачені значення вихідної змінної.

3. Обчислення функції втрат. Отримані передбачення порівнюються з фактичними значеннями цільової змінної для визначення похибки. Формула функції втрат залежить від типу задачі. Наприклад, для задачі регресії використовується середньоквадратична похибка (Mean Squared Error, MSE):

$$L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

де n — кількість навчальних прикладів, y_i — реальне значення, $\hat{y}_i$ — прогнозоване.

4. Обчислення градієнта функції втрат. Для кожного параметра моделі визначається часткова похідна функції втрат за відповідним параметром. Формули залежать від виду функції втрат і архітектури моделі.

5. Оновлення параметрів моделі. Вагові коефіцієнти коригуються згідно з формулою $w_{new} = w_{old} - \eta \frac{\partial L}{\partial w}$, де η — швидкість навчання (*learning rate*), що визначає величину кроку під час оновлення параметрів. Вибір занадто великого значення η може призвести до нестабільності навчання, тоді як надто мале значення уповільнює збіжність алгоритму.

6. Ітераційне повторення процесу. Кроки 2–5 повторюються для кожної епохи навчання або до моменту, коли значення функції втрат перестає помітно зменшуватися, тобто досягнуто критерій зупинки.

ФУНКЦІЇ АКТИВІЗАЦІЇ

Активізація нейрона є необхідним етапом для формування його вихідного сигналу, що забезпечує функціонування всієї нейронної мережі. Архітектура мережі передбачає, що активуються не всі нейрони одночасно, а лише ті, які роблять найбільший внесок у формування кінцевої відповіді моделі. Функція активації виконує роль математичного механізму, що визначає, чи має нейрон «спрацювати» у відповідь на отриманий сигнал. Вона обчислює вихідне значення нейрона на основі суми його вхідних сигналів та вагових коефіцієнтів. Використання функцій активації є принципово важливим, оскільки без них модель мала б суто лінійний характер, що істотно обмежувало б її здатність до навчання складних закономірностей у даних. Головна мета впровадження функції активації полягає у внесенні нелінійності до обчислювального процесу, що дає змогу нейронній мережі моделювати складні взаємозв'язки, виявляти патерни та ефективно узагальнювати інформацію.

ReLU (Rectified Linear Unit) — є однією з найпоширеніших у сучасних нейронних мережах, особливо у глибоких архітектурах (Deep Neural Networks), які містять значну кількість прихованих шарів між вхідним і вихідним рівнями. Основний принцип її роботи полягає в тому, що всі від'ємні значення на вході перетворюються на нуль, тоді як додатні значення передаються без змін. Такий підхід забезпечує простоту обчислень і водночас ефективність у навчанні глибоких моделей. З математичної точки зору, функцію ReLU можна розглядати як кусково-лінійну функцію, яка складається з двох лінійних відрізків: нульового для від'ємних аргументів і прямопропорційного для додатних. Саме ця властивість робить її близькою до лінійної, зберігаючи при цьому необхідну нелінійність для навчання складних моделей. Вона допускає зворотне розповсюдження помилок (*backpropagation*). Завдяки цьому механізму мережа може поступово коригувати вагові коефіцієнти та зсуви (*bias*) відповідно до величини виявлених похибок у прогнозуванні. Завдяки своїй обчислювальній простоті та ефективності ReLU широко застосовується у

системах комп'ютерного зору, зокрема для розпізнавання об'єктів на зображеннях. Аналізуючи структуру пікселів, мережа здатна виокремлювати суттєві ознаки — форму, колір, контури та інші характеристики — що дозволяє точно ідентифікувати об'єкти на візуальних даних.

Функція ReLU:

$$f(x) = \max(0, x)$$

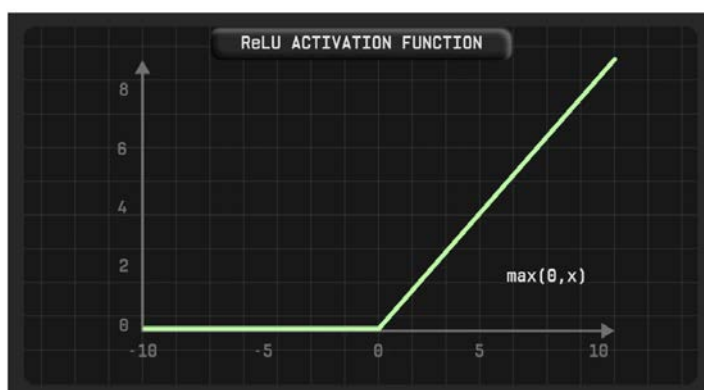


Рис. 2. Активізаційна функція Relu

Переваги. Функція ReLU забезпечує високу обчислювальну ефективність нейронної мережі, оскільки деактивує нейрони за умови, що їхній вхідний сигнал має від'ємне значення. Такий підхід зменшує кількість необхідних обчислень, оптимізує використання ресурсів і сприяє прискоренню процесу навчання моделі.

Недоліки. Основна проблема ReLU полягає у втраті інформації для всіх від'ємних вхідних значень, які перетворюються на нуль. Це призводить до появи зон із нульовим градієнтом, унаслідок чого нейрони «завмирають» і перестають оновлювати свої ваги під час навчання. Такий ефект, відомий як “*dying ReLU problem*”, знижує здатність моделі відтворювати від'ємні закономірності у вхідних даних та негативно впливає на якість кінцевого прогнозу.

Сигмоїда (Sigmoid) — це одна з найпоширеніших нелінійних функцій активації, активно застосовувана в задачах машинного навчання. Вона приймає будь-яке дійсне вхідне значення та нормалізує його у вихідний діапазон $[0; 1]$. При цьому великі позитивні значення аргументу наближають результат до 1, а значні від'ємні — до 0. Функція сигмоїди є

диференційованою, що дає змогу обчислювати градієнт у будь-якій точці кривої, а отже — ефективно використовувати її в алгоритмах оптимізації, зокрема під час навчання нейронних мереж. Завдяки властивості відображати значення у межах від 0 до 1, сигмоїду часто застосовують у моделях, де необхідно інтерпретувати вихід як ймовірність певного результату.

Важливою характеристикою цієї функції є її S-подібна (логістична) форма, яка схильна «стискати» вхідні дані до крайніх значень (0 або 1). У центральній частині кривої навіть незначні зміни вхідних параметрів можуть суттєво впливати на вихід, тоді як на краях така чутливість зменшується. Така поведінка зумовлює як переваги, так і обмеження сигмоїди при моделюванні складних залежностей.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

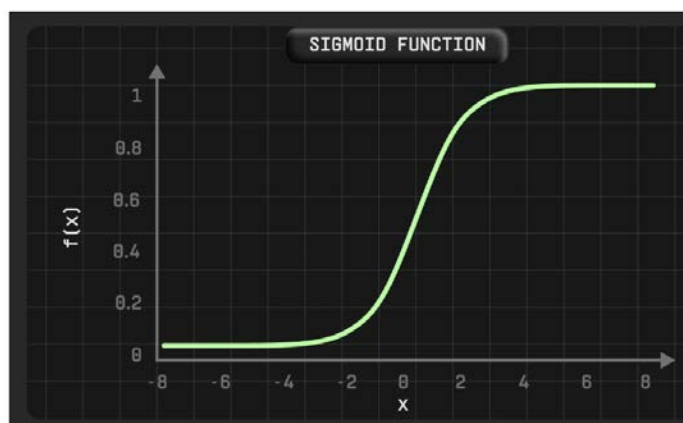


Рис. 3. Активізаційна функція Sigmoid

Переваги. Як нелінійна функція активації, сигмоїда здатна ефективно відображати складні залежності між вхідними та вихідними даними, що робить її корисною для моделювання нелінійних процесів. Вона забезпечує плавний перехід між станами «активації» нейрона, що сприяє більш стабільному оновленню ваг у процесі навчання.

Недоліки. Попри свої переваги, сигмоїдна функція має обмежений діапазон вихідних значень $[0; 1]$, що не завжди зручно для широкого спектра задач, зокрема тих, де бажана симетрія відносно нуля. Крім того, така функція часто спричиняє ускладнення під час навчання нейронної мережі, оскільки всі

вихідні значення мають однаковий знак, що призводить до зміщення градієнтів та ускладнює збіжність алгоритму.

Tanh (гіперболічний тангенс) — є модифікованою формою сигмоїдної функції. Її ключова відмінність полягає у діапазоні вихідних значень: якщо сигмоїда відображає результати в межах від 0 до 1, то гіперболічний тангенс — у межах від -1 до 1. Це дає змогу моделі краще збалансовувати позитивні та негативні сигнали. Завдяки тому, що середнє значення вихідних даних наближається до нуля, $\tanh$ сприяє кращій централізації активацій у прихованих шарах, що покращує збіжність мережі під час навчання. Градієнт гіперболічного тангенса є приблизно в чотири рази більшим, ніж у сигмоїдної функції, що забезпечує швидше оновлення вагових коефіцієнтів і зменшує ризик «застою» під час навчання. Форма графіка $\tanh$ нагадує розтягнуту сигмоїду, однак її симетричність відносно осі нуля робить цю функцію більш ефективною для глибших шарів нейронних мереж, де потрібна рівновага між позитивними та негативними активаціями.

$$f(x) = \tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

e — основа натурального логарифма

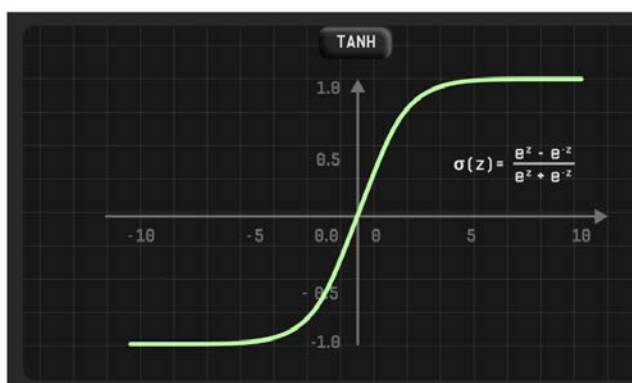


Рис. 4. Активізаційна функція Tanh

Переваги. Гіперболічний тангенс має нульовий центр симетрії, що забезпечує більш збалансований потік градієнта та дозволяє йому змінювати напрямок у процесі навчання. Завдяки цьому функція здатна ефективно відображати як позитивні, так і негативні значення вхідних даних, що сприяє швидшій та стабільнішій збіжності моделі.

Недоліки: Попри свої переваги, функція $\tanh$ має спільну з сигмоїдною активацією проблему — зникання градієнта, особливо при великих значеннях аргументу. Це може ускладнювати навчання глибоких нейронних мереж, оскільки сигнали поступово згасають у процесі зворотного поширення помилки, що знижує ефективність оновлення вагових коефіцієнтів.

Softmax — це нелінійна функція, що найчастіше застосовується у задачах класифікації. Її основне призначення полягає у перетворенні векторів вихідних значень (логітів) на набір ймовірнісних оцінок, сума яких дорівнює одиниці. Таким чином, Softmax інтерпретує вихід моделі як розподіл ймовірностей між можливими класами. Функція призначає кожному класу значення в діапазоні від 0 до 1, пропорційне експоненті його логіту відносно суми експонент усіх логітів. Завдяки цьому вона дає змогу визначити, до якої категорії з найбільшою ймовірністю належить вхідний об'єкт. Найчастіше Softmax використовується на вихідному шарі нейронних мереж, орієнтованих на багатокласову класифікацію. Такий підхід є ефективним для систем розпізнавання зображень, класифікації текстів, аналізу музичних жанрів, відео або тематичного моделювання контенту. Формула Softmax:

$$f(z_i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^n e^{z_j}}$$

z_i — елемент вхідного вектора z

e^{z_i} — експонента від z_i

$\sum_{j=1}^n e^{z_j}$ — сума експонент усіх елементів вектора z

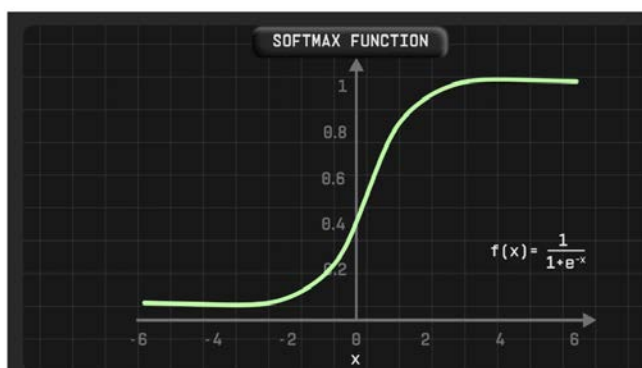


Рис. 5. Активізаційна функція Softmax

Переваги. Функція **Softmax** забезпечує інтерпретованість результатів, оскільки перетворює вихідні значення на ймовірності, які є зрозумілими з позиції статистичного аналізу. Отриманий ймовірнісний розподіл дозволяє не

лише визначити найбільш імовірний клас, але й оцінити ступінь упевненості моделі у зробленому прогнозі. Крім того, Softmax характеризується чисельною стабільністю, що сприяє ефективному навчанню нейронних мереж і підвищує надійність результатів класифікації.

Недоліки. Основним обмеженням функції Softmax є її орієнтація на задачі, де об'єкт може належати лише до одного класу. Це знижує ефективність її використання у випадках мульти-лейблової класифікації, коли один приклад може одночасно відповідати кільком категоріям. Крім того, за наявності великої кількості класів модель може демонструвати зниження точності, оскільки всі вихідні значення функції стають надто малими, що ускладнює коректну інтерпретацію ймовірностей.

Вибір функції активації залежить від типу задачі, яку потрібно розв'язати.

ReLU: підходить для прихованих шарів.

Сигмоїда: на вихідному шарі для бінарної класифікації та прихованих шарах, коли потрібне перетворення даних на ймовірності.

Tanh: замість сигмоїди, коли треба функція активації з нульовим центром і вхідні дані зосереджені навколо нуля.

Softmax: підходить для класифікаційних задач.

НОРМАЛІЗАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ

[>]
✓ 0 c

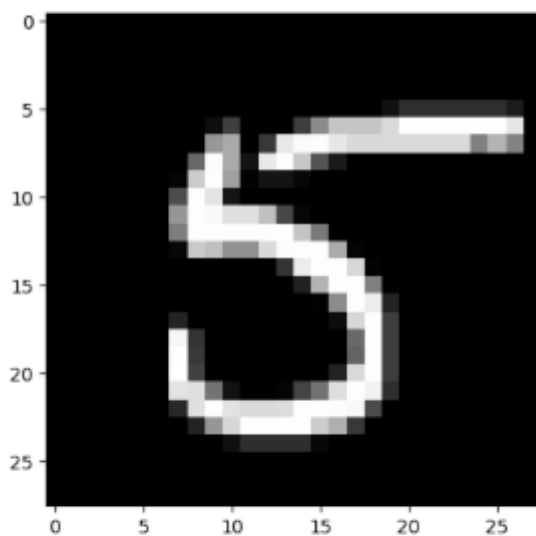
```
from tensorflow.keras.datasets import mnist
(X_train, y_train), (X_test, y_test) = mnist.load_data()
```

Downloading data from <https://storage.googleapis.com/tensorflow/tf-keras-datasets/mnist.npz>
11490434/11490434 — 0s 0us/step

[>]
✓ 0 c



```
plt.imshow(X_train[0], cmap='gray')
plt.show()
```

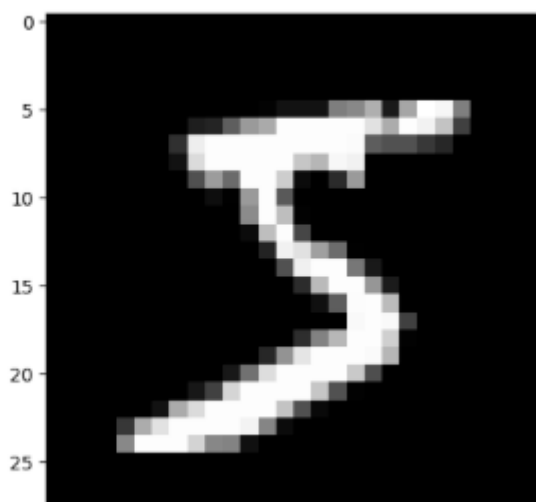


[>]
✓ 0 c

```
X_train = X_train / 255.0
X_test = X_test / 255.0
```

[>]
✓ 0 c

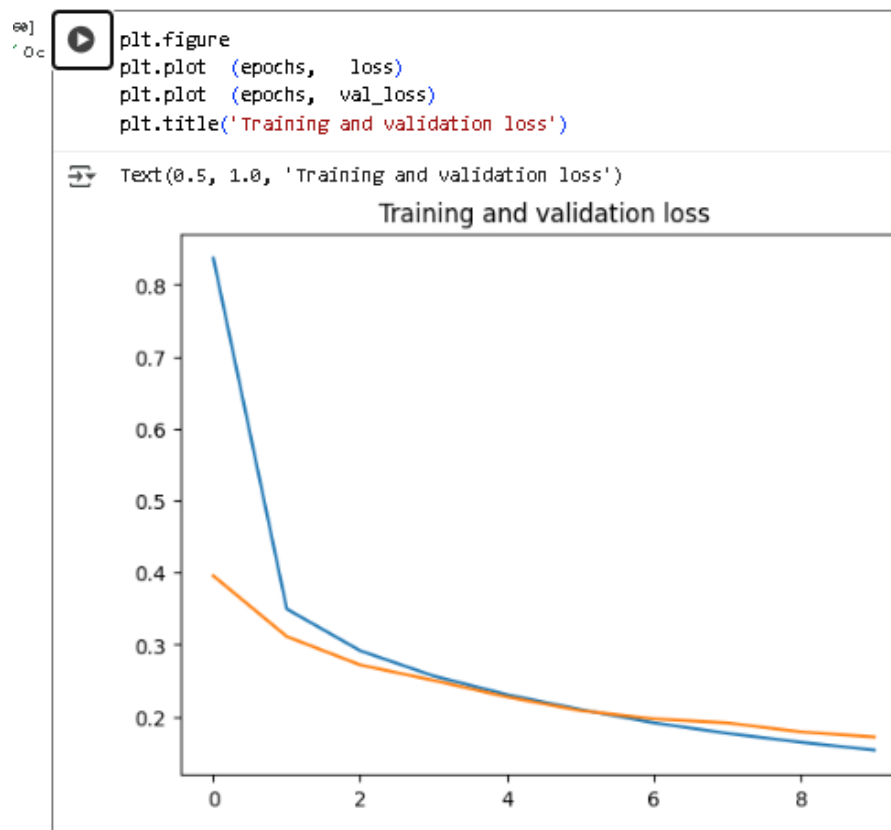
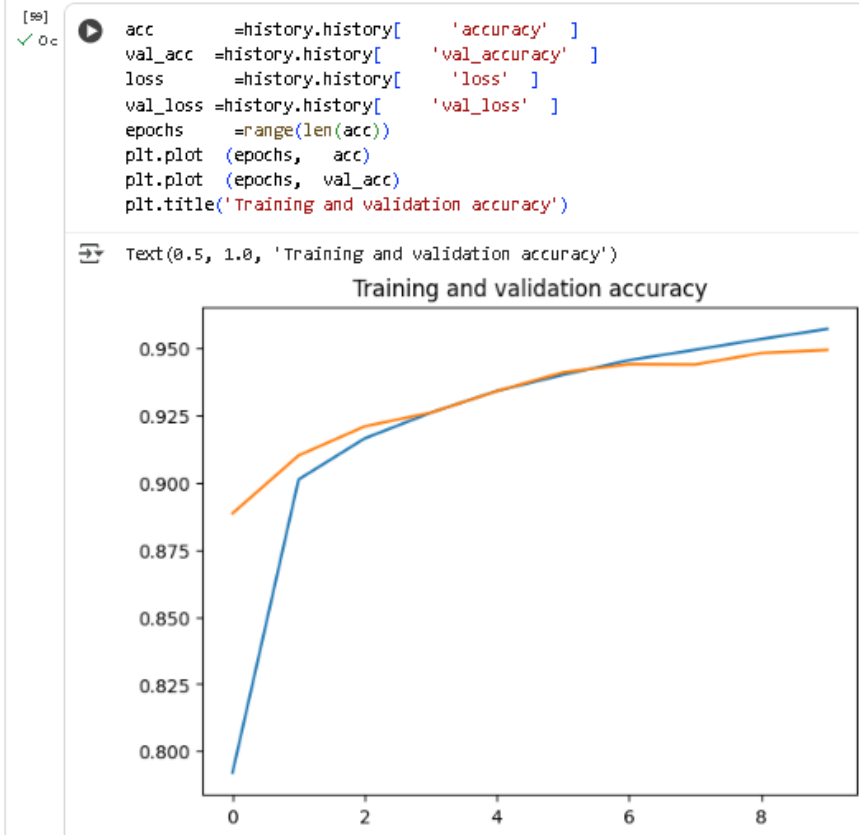
```
plt.imshow(X_train[0], cmap='gray')
plt.show()
```



НАВЧАННЯ МОДЕЛІ З РІЗНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

[90] ✓ 0 c	<pre>model_1 = tf.keras.Sequential([tf.keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)), tf.keras.layers.Dense(128, activation='relu'), tf.keras.layers.Dense(512, activation='relu'), tf.keras.layers.Dense(10)])</pre> /usr/local/lib/python3.12/dist-packages/keras/src/layers/reshaping/flatten.py:37: UserWarning: Do not pass an `input_shape` super().__init__(**kwargs)
[91] ✓ 0 c	<pre>model_1.compile(optimizer=tf.keras.optimizers.SGD(learning_rate=0.01, momentum=0.0, nesterov=False, name='SGD'), loss=tf.keras.losses.SparseCategoricalCrossentropy(from_logits=True), metrics=['accuracy'])</pre>
[92] ✓ 1 x	<pre>history = model_1.fit(X_train,y_train, validation_split=0.2, epochs=10)</pre> Epoch 1/10 1200/1200 — 6s 5ms/step - accuracy: 0.6222 - loss: 1.3765 - val_accuracy: 0.8893 - val_loss: 0.4002 Epoch 2/10 1200/1200 — 8s 6ms/step - accuracy: 0.8985 - loss: 0.3698 - val_accuracy: 0.9094 - val_loss: 0.3146 Epoch 3/10 1200/1200 — 6s 5ms/step - accuracy: 0.9147 - loss: 0.3081 - val_accuracy: 0.9182 - val_loss: 0.2776 Epoch 4/10 1200/1200 — 8s 6ms/step - accuracy: 0.9238 - loss: 0.2665 - val_accuracy: 0.9249 - val_loss: 0.2513 Epoch 5/10 1200/1200 — 6s 5ms/step - accuracy: 0.9324 - loss: 0.2382 - val_accuracy: 0.9358 - val_loss: 0.2287 Epoch 6/10 1200/1200 — 7s 6ms/step - accuracy: 0.9391 - loss: 0.2167 - val_accuracy: 0.9402 - val_loss: 0.2101 Epoch 7/10 1200/1200 — 5s 5ms/step - accuracy: 0.9443 - loss: 0.1938 - val_accuracy: 0.9438 - val_loss: 0.1988 Epoch 8/10 1200/1200 — 7s 6ms/step - accuracy: 0.9483 - loss: 0.1808 - val_accuracy: 0.9448 - val_loss: 0.1880 Epoch 9/10 1200/1200 — 9s 5ms/step - accuracy: 0.9521 - loss: 0.1692 - val_accuracy: 0.9478 - val_loss: 0.1821 Epoch 10/10 1200/1200 — 6s 5ms/step - accuracy: 0.9565 - loss: 0.1614 - val_accuracy: 0.9528 - val_loss: 0.1657
[94] ✓ 1 c	<pre>test_loss, test_acc = model_1.evaluate(X_test, y_test, verbose=2)</pre> print('\nTest accuracy:', test_acc) 313/313 - 1s - 3ms/step - accuracy: 0.9545 - loss: 0.1579 Test accuracy: 0.9545000195503235
	<pre>model = tf.keras.Sequential([tf.keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)), tf.keras.layers.Dense(128, activation='relu'), tf.keras.layers.Dense(10)])</pre> /usr/local/lib/python3.12/dist-packages/keras/src/layers/reshaping/flatten.py:37: UserWarning: Do not pass an `input_shape`/ super().__init__(**kwargs)
	<pre>model.compile(optimizer='adam', loss=tf.keras.losses.SparseCategoricalCrossentropy(from_logits=True), metrics=['accuracy'])</pre>
	<pre>history = model.fit(X_train,y_train, validation_split=0.2, epochs=10)</pre> Epoch 1/10 1200/1200 — 5s 4ms/step - accuracy: 0.9726 - loss: 0.0962 - val_accuracy: 0.9624 - val_loss: 0.1235 Epoch 2/10 1200/1200 — 7s 5ms/step - accuracy: 0.9802 - loss: 0.0699 - val_accuracy: 0.9668 - val_loss: 0.1124 Epoch 3/10 1200/1200 — 5s 4ms/step - accuracy: 0.9839 - loss: 0.0550 - val_accuracy: 0.9711 - val_loss: 0.0953 Epoch 4/10 1200/1200 — 5s 4ms/step - accuracy: 0.9890 - loss: 0.0404 - val_accuracy: 0.9715 - val_loss: 0.0931 Epoch 5/10 1200/1200 — 10s 4ms/step - accuracy: 0.9914 - loss: 0.0310 - val_accuracy: 0.9720 - val_loss: 0.0934 Epoch 6/10 1200/1200 — 7s 6ms/step - accuracy: 0.9923 - loss: 0.0269 - val_accuracy: 0.9729 - val_loss: 0.0928 Epoch 7/10 1200/1200 — 5s 4ms/step - accuracy: 0.9947 - loss: 0.0203 - val_accuracy: 0.9725 - val_loss: 0.0938 Epoch 8/10 1200/1200 — 7s 6ms/step - accuracy: 0.9968 - loss: 0.0142 - val_accuracy: 0.9711 - val_loss: 0.1026 Epoch 9/10 1200/1200 — 5s 4ms/step - accuracy: 0.9962 - loss: 0.0151 - val_accuracy: 0.9708 - val_loss: 0.1104 Epoch 10/10 1200/1200 — 5s 4ms/step - accuracy: 0.9972 - loss: 0.0108 - val_accuracy: 0.9719 - val_loss: 0.1109
	<pre>test_loss, test_acc = model.evaluate(X_test, y_test, verbose=2)</pre> print('\nTest accuracy:', test_acc) 313/313 - 1s - 2ms/step - accuracy: 0.9721 - loss: 0.1065 Test accuracy: 0.972100019454956

ГРАФІЧНА ПРЕДСТАВЛЕННЯ ОЦІНОК ЯКОСТІ НЕЙРОМЕРЕЖІ



КОНСПЕКТИ ЗАНЯТЬ ГУРТКА (продовження)

Заняття 6. Згорткові нейромережі (CNN)

Мета заняття: ознайомити учнів із згортковими нейромережами, їх основними компонентами (згортка, пулінг) та навчити створювати просту CNN для класифікації зображень.

Клас: 10–11 класи.

Тривалість: 45 хвилин.

Обладнання: комп'ютери з Python (Jupyter Notebook), бібліотеки TensorFlow / Keras, набір даних (наприклад, Cats vs Dogs).

Структура заняття

1. Організаційний момент (3 хв.).

Привітання, перевірка присутності. Оголошення теми та мети заняття: «Сьогодні ми дізнаємося, як працюють згорткові нейромережі та створимо модель для розпізнавання котів і собак на зображеннях.»

2. Лекційна частина. Основи згорткових нейромереж (15 хв.).

Вступ (3 хв.). Що таке CNN? Їх роль у обробці зображень. Порівняння зі звичайними нейромережами: чому CNN ефективніші для зображень.

Основні компоненти CNN (10 хв.) (Додаток 8):

Згортка (Convolution): пояснення фільтрів, їх роль у виявленні ознак (край, текстура). Демонстрація на прикладі простого фільтра (слайд/графіка).

Пулінг (Pooling): зменшення розмірності, максимальний і середній пулінг. Переваги для зменшення обчислень.

Повнозв'язні шари: як вони використовуються для класифікації.

Приклад архітектури CNN (2 хв.):

Схема простої CNN (згортка → пулінг → повнозв'язний шар).

3. Практична частина: лабораторна робота (25 хв.).

Завдання: створити просту CNN для класифікації зображень котів і собак.

Етапи роботи.

Підготовка (5 хв.): завантаження набору даних (Cats vs Dogs, доступний у

TensorFlow).

Огляд структури даних і підготовка (нормалізація, розбиття на тренувальну/тестову вибірки).

Побудова моделі (10 хв.): використання Keras для створення моделі.

Додавання згорткових шарів (Conv2D).

Додавання шарів пулінгу (MaxPooling2D).

Додавання повнозв'язних шарів (Dense).

Налаштування параметрів (активатор ReLU, softmax для класифікації).

Навчання та оцінка (10 хв.).

Компіляція моделі (оптимізатор Adam, функція втрат `binary_crossentropy`).

Навчання моделі на тренувальних даних (3–5 епох).

Оцінка точності на тестових даних.

Демонстрація (вчитель): показ роботи навченої моделі на кількох зображеннях.

4. Заключна частина (2 хв.).

Обговорення: які труднощі виникли? Чому CNN ефективні для зображень?

Домашнє завдання: прочитати статтю про застосування CNN у реальному світі (наприклад, розпізнавання облич). Спробувати змінити параметри моделі (кількість шарів, розмір фільтрів) і оцінити вплив на точність.

Заняття 7. Рекурентні нейромережі (RNN)

Мета заняття: ознайомити учнів із рекурентними нейромережами, їх особливостями та застосуванням для обробки послідовностей; навчити створювати просту RNN для прогнозування наступного слова в реченні.

Клас: 10–11 класи.

Тривалість: 45 хвилин.

Обладнання: ноутбуки/комп'ютери з встановленим Python, TensorFlow / Keras (або PyTorch); набір даних із короткими реченнями (наприклад, у файлі .txt); слайди з теоретичною частиною та схемами роботи RNN.

Структура заняття

Організаційний момент (2 хв.).

Привітання, перевірка присутності. Оголошення теми та мети заняття: «Сьогодні ми дізнаємося, що таке рекурентні нейромережі (RNN) і створимо просту модель для прогнозування наступного слова в реченні».

2. Теоретичний вступ (10 хв.).

Метод: лекція з демонстрацією слайдів.

Зміст: визначення RNN: нейромережі для обробки послідовних даних (текст, часові ряди тощо). Відмінність RNN від згорткових і повнозв'язних нейромереж: пам'ять про попередні елементи послідовності. Основні принципи роботи: рекурентний цикл, прихований стан (hidden state). Застосування: прогнозування тексту, обробка мовлення, аналіз часових рядів. Обмеження: проблема зникнення градієнта, складність із довгими послідовностями. Короткий огляд бібліотеки для роботи (наприклад, TensorFlow/Keras або PyTorch).

Візуалізація: схема роботи RNN (розгортання в часі).

3. Практична частина: лабораторна робота (30 хв.).

Завдання: створити просту RNN для прогнозування наступного слова в реченні.

Етапи виконання.

Підготовка даних (5 хв.): надати учням набір даних із короткими реченнями (наприклад, 5–10 простих фраз). Пояснити процес токенизації (перетворення слів у числові ідентифікатори).

Побудова моделі (15 хв.): використання Python та бібліотеки Keras (або PyTorch). Код для створення RNN:

```
python
```

```
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import SimpleRNN, Dense,
Embedding
```

```

model = Sequential([
    Embedding(input_dim=vocab_size,      output_dim=10,
input_length=max_len),
    SimpleRNN(50, return_sequences=False),
    Dense(vocab_size, activation='softmax')
])
model.compile(optimizer='adam',
loss='categorical_crossentropy')

```

Пояснення структури моделі: шар Embedding, SimpleRNN, Dense.

Навчання моделі (7 хв.): налаштування параметрів навчання (epochs, batch_size). Демонстрація навчання моделі на підготовлених даних.

Тестування (3 хв.): перевірка роботи моделі: введення початку речення, прогнозування наступного слова.

Обговорення результатів: точність прогнозування, можливі проблеми.

4. Підбиття підсумків і рефлексія (3 хв.).

Обговорення: що вдалося? Які труднощі виникли?

Питання до учнів: чим RNN відрізняються від інших нейромереж? Де можна застосувати RNN у реальному житті?

Завдання додому: дослідити, як LSTM (Long Short-Term Memory) вирішує проблему зникнення градієнта в RNN (короткий реферат або схема).

Заняття 8. Етика та обмеження нейромереж

Мета заняття: ознайомити учнів з етичними аспектами та обмеженнями використання нейромереж, розвивати критичне мислення через аналіз реальних прикладів.

Клас: 10–11 класи.

Тривалість: 45 хвилин.

Обладнання: презентація з ключовими поняттями; роздруковані описи кейсів для груп; дошка/фліпчарт для запису висновків дискусії.

Структура заняття

1. Організаційний момент (2 хв.).

Привітання, перевірка присутності. Оголошення теми та мети заняття: «Сьогодні ми розглянемо, як нейромережі впливають на наше життя, які етичні проблеми вони створюють і які мають обмеження».

2. Вступна частина: лекція (10 хв.).

Короткий огляд етичних питань.

Упередженість (bias) у нейромережах: як алгоритми можуть відтворювати стереотипи (наприклад, у розпізнаванні осіб чи підборі кандидатів на роботу).

Приватність даних: проблеми збору, зберігання та використання особистих даних.

Відповідальність: хто відповідає за помилки нейромереж (розробники, користувачі, компанії)?

Обмеження нейромереж.

Технічні: потреба у великій кількості даних, обчислювальних ресурсів.

Інтерпретація: «чорна скринька» — складність пояснення рішень нейромереж.

Етичні: потенційна шкода через неправильне використання (наприклад, deepfakes).

Використання слайдів або інфографіки для ілюстрації.

3. Основна частина: кейс-аналіз (20 хв.).

Поділ на групи (4–5 учнів у кожній): учням роздаються описи реальних прикладів (2–3 кейси).

Упередженість у системі розпізнавання осіб (наприклад, низька точність розпізнавання для певних етнічних груп).

Витік даних у чат-ботах через недостатній захист інформації.

Використання нейромереж для створення deepfake-відео.

Завдання для груп: проаналізувати кейс: які етичні проблеми виникають? Які наслідки? Запропонувати можливі рішення для зменшення шкоди чи уникнення проблеми. Кожна група записує короткі висновки (2–3 речення).

4. Групова дискусія (10 хв.).

Представники груп презентують свої висновки (по 1–2 хв на групу).

Обговорення з класом: чи можна повністю уникнути упередженості в нейромережах? Як захистити приватність даних користувачів? Які обмеження нейромереж є найсерйознішими? Учитель модерує дискусію, спрямовує на критичне мислення.

5. Підсумок (3 хв.).

УВчитель узагальнює ключові ідеї: етичне використання нейромереж потребує відповідальності, прозорості та захисту даних.

Рефлексія: учні відповідають на питання «Що вас найбільше вразило в темі?».

Домашнє завдання: написати есе (150–200 слів) на тему «Як етичні принципи можуть вплинути на розвиток нейромереж у майбутньому?».

Заняття 9. Проєктна робота: створення власної нейромережі

Мета заняття: закріпити знання учнів про принципи роботи нейромереж; розвинути навички самостійного створення та налаштування нейромережі для розв’язання практичної задачі; сформувати вміння аналізувати дані та інтерпретувати результати роботи моделі.

Клас: 10–11 класи.

Тривалість: 45 хвилин.

Обладнання: комп’ютери з Python (Jupyter Notebook, Google Colab), бібліотеки TensorFlow/Keras або PyTorch, набори даних (наприклад, MNIST, CIFAR-10 або власні).

Структура заняття

Організаційний момент (3 хв.).

Привітання, перевірка присутності. Коротке нагадування теми заняття та його мети: створення власної нейромережі для розв’язання обраної задачі. Огляд структури заняття: постановка задачі, робота над проєктом, консультація, презентація плану проєкту.

2. Актуалізація знань (5 хв.).

Короткий огляд: що таке нейромережа? (Принципи роботи, шари, активаційні функції). Основні етапи створення нейромережі: вибір даних,

підготовка даних, вибір архітектури, навчання, оцінка результатів.

Питання до учнів: які задачі можна розв'язувати за допомогою неймереж? (Класифікація, регресія, обробка тексту тощо). Які інструменти та бібліотеки ви використовували раніше?

3. Основна частина. Проектна робота (30 хв.).

Крок 1: вибір задачі та даних (5 хв.).

Учні обирають задачу для проекту (наприклад, класифікація зображень котів і собак, видів одягу, прогнозування цін, розпізнавання рукописних цифр). Викладач пропонує готові набори даних (MNIST, FASHIN_MNIST, CIFAR-10) або допомагає знайти власні дані (наприклад, через Kaggle). Консультація: викладач перевіряє, чи відповідає обсяг і якість даних поставленій задачі.

Крок 2: Створення та налаштування неймережі (20 хв.).

Учні самостійно: завантажують та підготовлюють дані (нормалізація, поділ на тренувальну та тестову вибірки). Вибирають архітектуру моделі (наприклад, згорткова неймережа для зображень або повнозв'язна для числових даних). Налаштовують параметри моделі (кількість шарів, функція активації, оптимізатор). Запускають навчання моделі. Викладач консультує: допомагає виправляти помилки в коді (наприклад, невідповідність розмірностей даних). Пояснює, як уникнути перенавчання (регуляризація, Dropout). Рекомендує інструменти для оцінки результатів (графіки втрат, метрики точності). Додаток 7.

Крок 3: планування презентації результатів (5 хв.).

Учні записують короткий план презентації проекту.

Опис задачі.

Огляд використаних даних і моделі.

Результати (точність, приклади передбачень).

Висновки та можливі покращення.

4. Заключна частина (7 хв.).

Обговорення: учні коротко діляться прогресом (яку задачу обрали, які труднощі виникли).

Викладач відповідає на запитання та дає рекомендації щодо завершення проєктів до наступного заняття.

Домашнє завдання: завершити навчання моделі. Підготувати коротку презентацію результатів (3–5 слайдів).

5. Рефлексія (3 хв.).

Питання до учнів: що нового ви дізналися під час роботи над проєктом? Які труднощі виникли та як їх можна подолати?

Підбиття підсумків: викладач наголошує на важливості самостійної роботи та аналізу результатів.

Заняття 10. Презентація проєктів і підсумки

Мета заняття: продемонструвати учнями результати проєктів із застосуванням нейромереж, оцінити їхні досягнення, провести рефлексію та обговорити перспективи подальшого вивчення.

Цільова аудиторія: 10–11 класи.

Тривалість: 45 хвилин.

Обладнання: проєктор/екран для презентацій; комп'ютери чи планшети для демонстрації результатів проєктів; бланки для нотаток викладача (оцінювання, коментарі).

Структура заняття

1. Організаційний момент (3 хв.).

Привітання, перевірка присутності. Оголошення мети заняття: презентація проєктів, підведення підсумків курсу. Нагадування правил презентації (3–5 хв. на виступ, чітке пояснення ідеї, структури нейромережі та результатів).

2. Презентація учнівських проєктів (25 хв.).

Учні по черзі презентують свої проєкти.

Опис завдання, яке вирішувала нейромережа.

Пояснення принципів роботи використаної моделі (архітектура, алгоритми).

Демонстрація результатів (графіки, таблиці, приклади роботи).

Висновки та виклики, з якими зіткнулися.

Після кожної презентації — коротке обговорення (1–2 запитання від учнів чи викладача).

Викладач фіксує сильні сторони та дає рекомендації щодо вдосконалення.

3. Рефлексія (10 хв.).

Групова дискусія за запитаннями.

Що нового ви дізналися про нейромережі під час роботи над проєктом?

Які труднощі виникали і як ви їх подолали?

Як можна застосувати отримані знання в майбутньому?

Викладач підсумовує відповіді, наголошує на досягненнях учнів.

4. Підсумки курсу та перспективи (5 хв.).

Викладач підводить підсумки курсу, акцентуючи на ключових темах (основи нейромереж, їхнє практичне застосування). Обговорює перспективи вивчення нейромереж (галузі застосування, ресурси для самостійного навчання, наприклад, TensorFlow, PyTorch, онлайн-курси). Дякує учням за активність і мотивує до подальшого розвитку.

Відповіді на запитання учнів.

5. Завершення (2 хв.).

Оголошення оцінок за проєкти (за наявності). Рекомендації щодо додаткових матеріалів (книги, статті, платформи). Прощання, побажання успіхів.

РЕЗУЛЬТАТ ЗАСТОСУВАННЯ POOLING ШАРУ НА ПРИКЛАДІ MAX-POOLING

На відміну від щільних (fully connected) мереж, згорткові нейронні мережі (*Convolutional Neural Networks, CNN*) мають спеціалізовану архітектуру, що включає згорткові та пулінгові шари. Згорткові шари виконують роль детекторів локальних ознак у вхідних даних — зокрема, у зображеннях — за допомогою ядер згортки, які виявляють характерні елементи, такі як контури, текстури або форми. Пулінгові шари (pooling layers) використовуються для зменшення розмірності карт ознак, що дозволяє зберігати лише найважливішу інформацію, водночас знижуючи обчислювальні витрати. Така обробка сприяє узагальненню вхідних даних і підвищує стійкість моделі до незначних змін або шумів. Під час пулінгу зображення, отримане зі згорткового шару, поділяється на невеликі ділянки (наприклад, квадрати розміром 2×2), з яких обирається максимальне значення пікселя — процес, відомий як *max pooling*. Унаслідок цього кількість пікселів істотно скорочується, а наступні шари нейронної мережі здатні виділяти більш узагальнені та високорівневі ознаки. Завдяки такій ієрархічній структурі CNN ефективно застосовуються в завданнях обробки зображень, розпізнавання об'єктів, класифікації образів та комп'ютерного зору, оскільки здатні автоматично навчатися виявляти ознаки різного рівня складності — від елементарних деталей до цілісних об'єктів.

