

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

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

Кваліфікаційна робота

**ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ У КУРСІ ВИВЧЕННЯ ІНФОРМАТИКИ В
ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ ТА В ПОЗАУРОЧНІЙ
ДІЯЛЬНОСТІ**

Спеціальність 014 Середня освіта

Освітня програма

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

Здобувача другого (магістерського)
рівня вищої освіти
Сокотова Дениса Юрійовича

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
кандидат фіз.-мат. наук, доцент
Мартинюк Сергій Володимирович

РЕЦЕНЗЕНТ:
доктор пед. наук, доцент кафедри
комп'ютерної та програмної інженерії
Українського державного університету
імені Михайла Драгоманова
Малежик Петро Михайлович

Тернопіль — 2025

АНОТАЦІЯ

Сокотов Д. Ю. Візуалізація даних у курсі вивчення інформатики в закладах загальної середньої освіти та в позаурочній діяльності. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 014 Середня освіта. Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. Тернопіль, 2025. 61 с.

У магістерській роботі розкрито теоретичні основи візуалізації даних як педагогічного інструменту в навчанні інформатики. Проаналізовано класифікацію методів та засобів візуалізації, розглянуто програмні засоби від Microsoft Excel до Tableau. У другому розділі розроблено навчальний курс «Основи візуалізації даних» на платформі Udemu з повним матеріалом, завданнями та практичними проєктами. Проведено педагогічний експеримент з порівнянням експериментальної та контрольної груп. Розроблений курс має 5 модулів, 14 відеолекцій, практичні завдання та інтерактивні проєкти, які доступні в відкритому доступі для учителів та учнів.

Ключові слова: візуалізація даних, інформатика, онлайн-курс Udemu, критичне мислення, педагогічний експеримент, методика навчання.

ABSTRACT

Sokotov D. Y. Data visualization in Computer Science courses in secondary schools and extracurricular activities. Qualification work for obtaining the educational degree "Master" in the specialty 014 Secondary education. Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Ternopil, 2025. 61 p.

The Master's thesis reveals the theoretical foundations of data visualization as a pedagogical tool in teaching computer science. The classification of visualization methods and tools is analyzed, software tools from Microsoft Excel to Tableau are examined. In the second section, the educational course "Fundamentals of Data Visualization" on the Udemu platform is developed with complete educational materials, tasks and practical projects. A pedagogical experiment was conducted comparing experimental and control groups. The developed course includes 5 modules, 14 video lectures, practical assignments and interactive projects that are available in open access for teachers and students.

Keywords: data visualization, computer science, online course Udemu, critical thinking, pedagogical experiment, teaching methodology.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	6
1.1. Візуалізація даних як педагогічний інструмент у навчанні інформатики....	6
1.2. Класифікація методів та засобів візуалізації даних для освітніх цілей.....	10
1.3. Програмні засоби візуалізації даних в контексті шкільної освіти: порівняльний аналіз.....	14
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ КУРСУ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ЗЗСО.....	20
2.1. Аналіз нормативно-правової бази та навчальних програм з інформатики в контексті вивчення візуалізації даних	20
2.2. Розробка навчального курсу «Основи візуалізації даних» на платформі Udemy	26
2.3. Структура та зміст позаурочної діяльності з візуалізації даних.....	34
Висновки до другого розділу.....	38
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ.....	39
3.1. Організація та методика проведення педагогічного експерименту	39
3.2. Результати констатувального етапу експерименту	44
3.3. Результати формувального етапу експерименту та їх аналіз	48
Висновки до третього розділу	53
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сучасна освітня система України перебуває в стані активної трансформації, зокрема через впровадження концепції «Нової української школи» та іншими процесами цифрової модернізації освіти. Одним із пріоритетних напрямків реформування є розвиток інформаційно-цифрової компетентності учнів, що закріплено в Державному стандарті базової середньої освіти. У цьому контексті особливої актуальності набуває проблема ефективного навчання візуалізації даних як важливого компонента сучасної інформаційної грамотності.

Глобалізація інформаційного простору, високий рівень технологій, вимагають від кожної людини наявності критичного мислення як у професійній сфері, так і у повсякденному житті. Візуалізація даних як педагогічний інструмент набула значного поширення в освітній практиці розвинених країн світу, оскільки сприяє розвитку тих компетентностей, які є найбільш затребуваними в сучасному суспільстві.

Візуально грамотні учні мають практичні знання зі створення та відтворення візуальної інформації в сучасному світі. Особливої важливості це набуває в умовах домінування візуального способу сприйняття інформації серед сучасного покоління учнів. Водночас аналіз стану викладання інформатики в закладах загальної середньої освіти України свідчить про недостатню увагу до формування навичок візуалізації даних в учнів. Традиційні підходи до навчання інформатики зосереджені переважно на технічних аспектах роботи з комп'ютером, не приділяючи належної уваги розвитку аналітичного мислення та навичок перетворення інформації в зрозумілі візуальні форми.

Розвиток data literacy (грамотності роботи з даними) став одним із пріоритетних напрямків сучасної освіти у світі. Вміння працювати з даними, аналізувати їх та візуалізувати сиру інформацію у стратегічні інсайти, дозволяє приймати обґрунтовані рішення та забезпечує конкурентні переваги в майбутній професійній діяльності.

Мета дослідження є теоретично обґрунтувати, розробити й експериментально перевірити ефективність методики навчання візуалізації даних у курсі інформатики в закладах загальної середньої освіти та позаурочній діяльності, яка поєднує теоретичні знання та практичні уміння.

Об'єктом дослідження є процес навчання інформатики в закладах загальної середньої освіти.

Предметом дослідження є методика навчання візуалізації даних у курсі вивчення інформатики в ЗЗСО та в позаурочній діяльності.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати психолого-педагогічні та дидактичні засади використання візуалізації як педагогічного інструменту під час навчання інформатики та розкрити теоретичні основи цього процесу.
2. Охарактеризувати стан викладання візуалізації даних у шкільній практиці, визначити труднощі засвоєння навичок та обґрунтувати потребу у розробці комплексної методики навчання.
3. Розробити структуру й зміст онлайн-курсу з основ візуалізації даних, підготувати відповідні методичні матеріали.
4. Організувати та провести педагогічний експеримент, здійснити аналіз отриманих результатів і визначити ефективність розробленої методики.

Практичне значення роботи полягає у розробленні й апробації методики навчання візуалізації даних. Розроблено онлайн-курс «Основи візуалізації даних» на платформі UdeMy з повним комплексом навчальних матеріалів (5 модулів, 14 відеолекцій, практичні завдання й інтерактивні проєкти), що доступні в відкритому доступі для вчителів та учнів. Запропоновані матеріали можуть використовуватися в освітній практиці закладів загальної середньої освіти, адаптовуватися під різні форми організації навчання й інтегруватися в інші предмети.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1.1. Візуалізація даних як педагогічний інструмент у навчанні інформатики

Сучасний етап розвитку освіти, що відбувається в умовах становлення інформаційного суспільства висуває нові вимоги до когнітивних навичок учнів. У працях провідних українських дослідників у галузі інформатизації освіти, зокрема В.Ю. Бикова, М.І. Жалдака, О.М. Співаковського, наголошується, що традиційна модель передачі знань стає неефективною, а на перший план виходить здатність учня самостійно опрацьовувати, аналізувати та критично оцінювати інформацію [1]. Глобальні освітні тренди, відображені у звітах міжнародних організацій (OECD, The World Bank), визначають грамотність у роботі з даними (data literacy) як одну з ключових компетентностей XXI століття [33]. Це поняття охоплює вміння не лише споживати, а й створювати та презентувати інформацію, відображену у візуальній формі. У цьому контексті візуалізація даних трансформується з вузькоспеціалізованого технічного прийому на фундаментальний педагогічний інструмент, спрямований на розвиток критичного мислення.

Термін «візуалізація» (від лат. visualis — зоровий, наочний) у науковому дискурсі має багатогранне тлумачення. У комп'ютерних науках під ним часто розуміють технічний процес перетворення масивів даних у графічне представлення. Однак для педагогіки значно більшу цінність має когнітивний підхід. Джером Брунер, згідно з своєю теорією когнітивного розвитку, виділяв три способи представлення знань: дієвий (через дію), іконічний (через образи) та символічний (через мову та знаки). Брунер доводив, що ефективне навчання, особливо при засвоєнні абстрактних понять, потребує побудови «іконічного мосту» між конкретним досвідом та абстрактним символом [22]. Для курсу інформатики, що оперує такими абстракціями, як «структура даних», «алгоритм» чи «мережа», візуалізація і виконує роль цього критично важливого «іконічного мосту».

Ефективність візуалізації як педагогічного інструменту знаходить своє обґрунтування в низці фундаментальних психолого-педагогічних теорій, аналіз яких дозволяє виявити глибинні механізми її впливу на процес навчання:

1. Теорія подвійного кодування (Dual Coding Theory), розроблена канадським психологом Алланом Пайвіо. Згідно з цією теорією, когнітивна система людини оперує двома відносно незалежними, але взаємопов'язаними підсистемами: вербальною (для обробки мовної інформації) та образною (для обробки візуальної інформації). Пайвіо експериментально довів, що навчальний матеріал, поданий одночасно через обидва канали (наприклад, діаграма з голосовим поясненням), створює міцніші асоціативні зв'язки в пам'яті та засвоюється значно краще, ніж інформація, подана лише в одній модальності [34].
2. Когнітивна теорія мультимедійного навчання (Cognitive Theory of Multimedia Learning, CTML), автором якої є Річард Мейєр. Розвиваючи ідеї Пайвіо, Мейєр наголошує на обмеженості робочої пам'яті людини. Його ключовий висновок полягає в тому, що ефективний навчальний дизайн повинен не «прикрашати» матеріал, а керувати когнітивним навантаженням. Наприклад, принцип мультимедіа стверджує, що навчання ефективніше, коли використовуються і слова, і зображення, а принцип модальності доводить, що для пояснення складної графіки краще використовувати усне мовлення, аніж друкований текст, щоб не перевантажувати зоровий канал [31].
3. Теорія когнітивного навантаження (Cognitive Load Theory, CLT) австралійського дослідника Джона Свеллера. Ця теорія пояснює, чому неякісна візуалізація може бути шкідливою. Свеллер виділяє три типи навантаження: внутрішнє (складність самого матеріалу), зовнішнє (створене поганим дизайном) та доцільне (пов'язане із процесами розуміння). Мета якісної візуалізації — мінімізувати зовнішнє навантаження (наприклад, прибрати зайві декоративні елементи,

спростити легенду), щоб звільнити когнітивні ресурси учня для доцільного навантаження, тобто для глибокого осмислення даних [38].

Ці теоретичні положення знаходять підтвердження у нейрофізіологічних дослідженнях, які показують, що візуальна інформація обробляється мозком у префронтальній корі значно швидше й ефективніше за текстову. Це особливо важливо для сучасного покоління учнів, чий когнітивний стиль часто описують як «кліпове мислення» [2]. Для таких учнів властиве швидке перемикавання уваги, потреба в інтерактивності та домінування візуального каналу сприйняття, що робить традиційні методики викладання менш ефективними

У дидактиці прийнято розрізняти дві ключові функції візуалізації. Ілюстративна функція спрямована на спрощення сприйняття складного матеріалу. Проте значно важливішою є когнітивна функція, яка перетворює візуалізацію на інструмент мислення. Класик інформаційного дизайну Едвард Тафті (Edward Tufte) сформулював фундаментальний принцип: «Графічні зображення мають спонукати до мислення про сутність, а не про методологію, графічний дизайн чи щось інше». Його концепції «data-ink ratio» (мінімізація елементів, що не несуть даних) та «chartjunk» («візуальне сміття») є важливими дидактичними орієнтирами для створення якісних навчальних візуалізацій. Інший науковець у галузі взаємодії «людина-комп'ютер», Бен Шнейдерман (Ben Shneiderman), запропонував мантру для інтерактивних візуалізацій: «Overview first, zoom and filter, then details-on-demand» (Спочатку загальний огляд, потім масштабування і фільтрація, і лише потім деталі за вимогою) [37]. Цей підхід є основою для методики навчання роботи з сучасними аналітичними дашбордами.

Сучасні дослідження дедалі більше фокусуються на ролі візуалізації у розвитку критичного мислення. Науковці доводять, що процес створення візуалізації змушує учня проходити всі рівні мислення за таксономією Блума: від розуміння даних до аналізу (вибір релевантних змінних), синтезу (побудова графічної моделі) та оцінювання (інтерпретація отриманого результату та перевірка його на достовірність) [29]. Окрім того, робота з візуалізацією вчить розпізнавати поширені маніпуляції, такі як спотворення шкали (truncated axis)

або використання невдалого типу діаграми, що є важливою складовою медіаграмотності в епоху фейкових новин.

У шкільному курсі інформатики візуалізація даних відіграє унікальну подвійну роль: вона є і об'єктом вивчення (учні опановують технології створення діаграм, інфографіки в Excel, Power BI чи Python), і засобом навчання (візуальні моделі використовуються для пояснення абстрактних понять, як-от рекурсія, архітектура комп'ютера чи робота мережових протоколів). Проте, як свідчить аналіз методичної літератури та навчальних програм, на практиці часто домінує інструментальний підхід, що фокусується на питанні «як зробити», ігноруючи значно важливіше питання «чому саме так і що це означає».

Ефективність впровадження візуалізації даних в освітній процес значною мірою залежить від готовності вчителя до використання цих технологій. У сучасних методичних дослідженнях роль вчителя трансформується з транслятора знань на фасилітатора, який організовує дослідницьку діяльність учнів. Для цього педагог повинен володіти не лише інструментальними навичками (знання Excel, Tableau, Python), але й розумінням принципів візуального сприйняття та дизайну. Учитель має навчити учнів ставити правильні питання до даних, обирати адекватні візуальні метафори та уникати типових помилок інтерпретації. Відсутність такої підготовки у вчителів часто призводить до формального використання візуалізації, коли вона слугує лише «прикрасою» уроку, не виконуючи своєї основної когнітивної функції.

Особливого значення набуває міжпредметний потенціал візуалізації даних. Інформатика як дисципліна надає інструментарій (методи та засоби створення візуалізацій), який може бути ефективно застосований для розв'язання задач з інших предметів: побудови демографічних пірамід на географії, аналізу історичних часових рядів, візуалізації результатів фізичних експериментів. Такий інтегрований підхід, відомий як STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, Mathematics), дозволяє зробити навчання більш осмисленим і практико-орієнтованим, демонструючи учням прикладну цінність інформаційних технологій [26].

1.2. Класифікація методів та засобів візуалізації даних для освітніх цілей

Різноманіття методів і засобів візуалізації даних, що використовуються в сучасній освітній практиці, вимагає обґрунтованої систематизації. Це необхідно для того, щоб учитель міг свідомо обирати найбільш ефективні інструменти залежно від дидактичної мети, типу даних та вікових особливостей учнів. Аналіз наукової літератури засвідчує існування кількох підходів до класифікації візуалізацій, кожен з яких акцентує увагу на різних аспектах: від семантики даних до когнітивної функції зображення.

У сучасній зарубіжній педагогіці, зокрема у працях Р. Ленглера та М. Епплера, найбільш комплексною вважається класифікація, що структурує візуалізацію за предметом відображення [30]. Дослідники виділяють категорію «візуалізація даних» (Data Visualization) як схематичну репрезентацію кількісної інформації, що відповідає на запитання «скільки» і реалізується через діаграми та графіки. Натомість «візуалізація інформації» (Information Visualization) розглядається як інструмент для перетворення нечислових даних у візуальну форму з метою розширення уявлень про структуру об'єкта, що включає семантичні мережі та діаграми зв'язків. Окремою категорією виступає «візуалізація концепцій» (Concept Visualization), яка спрямована на аналіз якісної інформації, ідей та планів через концептуальні карти. Для шкільної освіти найбільш актуальними є саме ці категорії, оскільки вони безпосередньо корелюють із завданнями формування предметних компетентностей та розвитку аналітичного мислення учнів.

Фундаментальне значення для педагогічного проєктування має таксономія, запропонована відомим експертом з інтерактивних систем Беном Шнейдерманом [37]. Він класифікував методи візуалізації залежно від типу даних, з якими працює користувач. Згідно з цим підходом, методи поділяються на такі, що працюють з лінійними даними (списки, тексти), площинними (географічні карти), об'ємними (3D-моделі), а також багатовимірними та мережевими даними. Ця класифікація є особливо цінною для вчителя

інформатики, оскільки дозволяє підібрати інструмент, що адекватно відображає природу досліджуваного явища, уникаючи когнітивних викривлень.

В освітній практиці найбільш поширеною залишається класифікація за функціональним призначенням, яка дозволяє співвіднести тип діаграми з навчальною метою. Основним інструментом для порівняння величин є стовпчасті діаграми. Їхня ефективність, як зазначає аналітик Стівен Ф'ю, базується на фізіології зору: людське око з високою точністю порівнює довжини об'єктів, вирівняних по одній базі [25]. Завдяки своїй інтуїтивній зрозумілості стовпчасті діаграми стають першим кроком у навчанні візуалізації, дозволяючи навіть молодшим школярам проводити порівняльний аналіз успішності чи статистичних показників.

Для аналізу динамічних процесів та часових рядів незамінним інструментом є лінійні графіки, що підтверджує у своїх працях Едвард Тафті [39]. Їхнє сприйняття пояснюється принципами гештальт-психології, зокрема законом «спільної долі», згідно з яким безперервна лінія інтерпретується мозком як єдиний цілісний процес [27]. Це дозволяє учням не просто фіксувати окремі значення, а миттєво бачити тренди, сезонність, циклічність або аномалії у даних, що є основою прогностичної діяльності.

Значну дискусію у науковому середовищі викликає використання кругових діаграм. Незважаючи на їхню популярність у підручниках, експерти з візуалізації, зокрема Едвард Тафті, критикують цей метод через складність точного порівняння площ секторів людським оком [39]. У навчальному контексті їх використання вважається доцільним лише для демонстрації простих пропорцій типу «частина від цілого» за умови обмеженої кількості категорій. Сучасні методики пропонують більш ефективні альтернативи для відображення ієрархічних структур, наприклад, деревоподібні карти які дозволяють компактно візуалізувати великі масиви вкладених даних.

Для аналізу взаємозв'язків та перевірки наукових гіпотез ключовим інструментом виступають точкові діаграми, які у своїй праці розглядає Френсіс Джон Анскомб [19]. Вони є втіленням наукового методу в шкільній практиці,

дозволяючи візуально оцінити наявність кореляції між двома змінними. Розвитком цього методу є бульбашкові діаграми, що додають третій вимір через розмір точки. Такі інструменти сприяють розвитку системного мислення, оскільки вимагають від учня аналізувати багатofакторні залежності.

Окремий клас складають географічні візуалізації, які детально досліджує Жак Бертен у своїй праці «*Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*» [20]. Вони відіграють ключову роль у реалізації міжпредметних зв'язків, поєднуючи інформатику з географією, історією та економікою. Використання кольорового кодування для відображення інтенсивності явищ спирається на здатність зорового аналізатора швидко розрізняти градієнти відтінків, що значно прискорює виявлення просторових закономірностей.

Особливе місце в системі засобів візуалізації займає інфографіка, яка інтегрує дані, графічний дизайн та наратив. Дослідники класифікують навчальну інфографіку на хронологічну, процесну, порівняльну та статистичну [32]. На відміну від «сирої» діаграми, призначеної для аналізу, інфографіка містить елемент авторської інтерпретації та веде учня за певним сюжетом. Це робить її високоефективним засобом пояснення нового матеріалу, проте обмежує можливості для самостійного дослідницького пошуку учнів.

Вибір конкретного методу візуалізації в освітньому процесі не може бути довільним, а повинен спиратися на психолого-дидактичні критерії, серед яких ключовим є відповідність теорії когнітивного навантаження (Cognitive Load Theory). Як зазначають дослідники (П. Чандлер, Дж. Свеллер), візуалізація має бути адаптована до рівня підготовки аудиторії [24]. Для учнів молодшого підліткового віку (5–7 класи), у яких абстрактне мислення ще формується, пріоритетними є конкретні, інтуїтивно зрозумілі образи — прості стовпчасті діаграми, піктограми, карти. Натомість для старшокласників (9–11 класи), які вже володіють основами наукового методу, доцільно вводити інструменти з високим рівнем абстракції, такі як діаграми розсіювання, гістограми розподілу частот або діаграми типу «ящик з вусами» (box plots), що дозволяють аналізувати статистичні характеристики вибірок.

Важливою тенденцією сучасної дидактики є перехід від статичних візуальних засобів до динамічних та інтерактивних. Згідно з дослідженнями у галузі візуальної аналітики, інтерактивність докорінно змінює роль учня: з пасивного спостерігача він перетворюється на активного дослідника. Реалізація принципу «Overview first, zoom and filter, then details-on-demand», сформульованого Б. Шнейдерманом, дозволяє учням самостійно керувати потоком інформації: приховувати зайве, деталізувати цікаві фрагменти, змінювати часові діапазони. Такий діяльнісний підхід не лише підвищує залученість, але й сприяє глибшому розумінню структури даних, оскільки учень власноруч «маніпулює» візуальною моделлю, перевіряючи різні сценарії.

Окрім вибору типу візуалізації, критично важливим аспектом є дотримання принципів ефективного графічного дизайну, які безпосередньо впливають на якість засвоєння матеріалу. Класик інформаційного дизайну Едвард Тафті у своїй фундаментальній праці «The Visual Display of Quantitative Information» ввів поняття «коефіцієнт даних-чорнила» (data-ink ratio). Згідно з цим принципом, значна частина чорнила на графіку має представляти саме дані, а не декоративні елементи, рамки чи зайві сітки. У педагогічному контексті це означає необхідність навчати учнів уникати «візуального шуму» — надмірного прикрашання діаграм (3D-ефекти, тіні, яскраві фони), які не несуть змістового навантаження, а лише відволікають увагу і збільшують зовнішнє когнітивне навантаження [39]. Це положення підтримує і сучасний експерт з візуалізації Альберто Каїро, який наголошує на тому, що візуалізація має бути насамперед функціональною та правдивою, а не просто естетично привабливою [23].

Окремим напрямком класифікації, важливим для формування критичного мислення, є типологія візуальних спотворень та маніпуляцій. У навчальному процесі необхідно розглядати не лише «правильні» візуалізації, а й приклади некоректного представлення даних, що часто зустрічаються в медіапросторі. До таких типів відносять: діаграми з усіченою віссю Y (truncated axis), що штучно перебільшують різницю між показниками; порушення пропорцій у кругових діаграмах; використання невідповідних масштабів; маніпуляції з перспективою

у 3D-діаграмах [28]. Аналіз таких помилок є важливою складовою формування візуальної грамотності (visual literacy), дозволяючи учням не просто пасивно споживати інфографіку, а критично оцінювати її достовірність та об'єктивність.

Також варто звернути увагу на роль кольору у класифікації засобів візуалізації. У науковій літературі виділяють три основні схеми кольорового кодування, що мають різне дидактичне призначення: категоріальні палітри (для розрізнення дискретних груп), послідовні (для відображення градієнту значень від меншого до більшого) та розбіжні (diverging) палітри (для акцентування відхилень від середнього значення) [21]. Розуміння цих принципів є необхідним для створення теплових карт та картограм, оскільки неправильний вибір кольорової схеми (наприклад, використання «райдужної» палітри для кількісних даних) може призвести до хибної інтерпретації інформації учнями.

1.3. Програмні засоби візуалізації даних в контексті шкільної освіти: порівняльний аналіз

Вибір відповідних програмних засобів для навчання візуалізації даних в закладах загальної середньої освіти є критично важливим для ефективності освітнього процесу. Сучасний ринок пропонує широкий спектр інструментів, що відрізняються функціональністю, складністю використання, вартістю та можливостями інтеграції в навчальний процес [3]. Порівняльний аналіз цих засобів дозволяє визначити найбільш придатні для шкільної практики та обґрунтувати їх вибір для різних освітніх завдань.

Програмні засоби візуалізації даних можна класифікувати за кількома ознаками. За складністю використання виділяють прості інструменти, які не потребують спеціальних знань і підходять для початкового навчання, інструменти середньої складності, що вимагають певного навчання, але надають значно ширші можливості, та складні професійні інструменти, які потребують глибоких технічних знань, але дозволяють створювати найбільш гнучкі та потужні візуалізації [15].

Microsoft Excel залишається одним з найпопулярніших інструментів для роботи з даними та їх візуалізації в освітньому середовищі. Значна частина фахівців досі продовжують використовувати Excel для аналізу та візуалізації даних. Це пояснюється кількома факторами: програма входить до стандартного пакету Microsoft Office, що робить її доступною практично в усіх навчальних закладах, має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який знайомий більшості користувачів, підтримує широкий спектр типів діаграм від простих стовпчастих до складніших точкових діаграм, забезпечує можливість швидкого створення базових візуалізацій без попереднього навчання. Однак Excel має суттєві обмеження при роботі з великими масивами даних, обмежені можливості створення інтерактивних візуалізацій, відсутність вбудованих засобів для складного аналізу даних [8]. Для шкільної освіти Excel є оптимальним вибором на початкових етапах навчання візуалізації даних, особливо для учнів середньої школи, які тільки починають знайомитися з поняттями діаграм і графіків.

Google Sheets є хмарною альтернативою Excel з додатковими можливостями для колаборації. Програма дозволяє кільком користувачам одночасно працювати над одним документом, що особливо важливо для проєктної діяльності учнів. Google Sheets інтегрується з іншими сервісами Google, включаючи Google Analytics і Google Ads, має безкоштовний доступ без обмежень за кількістю користувачів, підтримує створення базових візуалізацій та міні-діаграм. Основні обмеження полягають у меншій функціональності порівняно з Excel, потребі постійного інтернет-з'єднання для роботи, обмеженій кількості типів діаграм [35]. Для освітніх цілей Google Sheets є відмінним вибором для організації групової роботи учнів над проєктами, що передбачають збір, аналіз та візуалізацію даних.

Tableau вважається еталоном у галузі візуалізації даних і широко використовується в професійному середовищі, маючи тисячі активних користувачів. Програма пропонує виняткові можливості візуалізації, підтримує роботу з великими масивами даних, має потужні інструменти для створення інтерактивних дашбордів, інтегрується з численними джерелами даних. Tableau

Public забезпечує безкоштовний доступ для створення публічних візуалізацій, що робить його доступним для освітніх цілей. Однак повнофункціональні версії Tableau є дорогими (від 75 доларів на місяць на користувача), програма має складніший інтерфейс і вимагає тривалого навчання, безкоштовна версія не дозволяє зберігати приватні дані [9]. Tableau особливо сильний у створенні географічних візуалізацій, має потужніший механізм обробки даних порівняно з іншими інструментами, підтримує безшовну інтеграцію з R і Python для розширеного аналізу. Для шкільної освіти Tableau Public може використовуватися в старших класах для роботи над складними проєктами, особливо тими, що передбачають географічний аналіз даних або створення публічних дашбордів [40].

Microsoft Power BI є потужною платформою бізнес-аналітики, що надає широкі можливості для візуалізації даних. Програма має зручний інтерфейс з функціями drag-and-drop, тісно інтегрується з екосистемою Microsoft, має безкоштовну Desktop версію з широким функціоналом, підтримує природномовні запити для створення візуалізацій, забезпечує можливість створення інтерактивних звітів і дашбордів [36]. Power BI Desktop є безкоштовним і підходить для освітніх цілей, має нижчу вартість платних версій порівняно з Tableau, краще інтегрується з іншими продуктами Microsoft, що широко використовуються в школах. Однак програма має дещо обмеженіші можливості візуалізації порівняно з Tableau, менш гнучка в налаштуванні складних візуалізацій, має обмеження при роботі з дуже великими масивами даних [10]. Power BI є оптимальним вибором для шкільної освіти, особливо в закладах, що використовують інфраструктуру Microsoft. Він поєднує достатню потужність для освітніх проєктів з відносною простотою використання.

Порівняльний аналіз Tableau і Power BI показує, що ці два інструменти мають різні сильні сторони. Tableau переважає в якості візуалізації, гнучкості налаштувань, роботі з великими даними, географічному аналізі. Power BI краще інтегрується з Microsoft-екосистемою, має нижчу вартість, простіший в освоєнні, має кращі можливості моделювання даних [16]. Для шкільної освіти Power BI є

більш прийнятним вибором через безкоштовність Desktop версії, легшу криву навчання, кращу інтеграцію зі шкільною інфраструктурою.

Looker Studio (раніше Google Data Studio) є безкоштовним інструментом від Google для створення інтерактивних дашбордів і звітів. Програма має повністю безкоштовний доступ без обмежень, працює у хмарі, відповідно не вимагає встановлення, має інтеграцію з сервісами Google та простий інтерфейс для створення базових візуалізацій [18]. Однак Looker Studio має обмежені можливості порівняно з Tableau або Power BI, менше типів візуалізацій, складнощі при роботі зі складними джерелами даних. Для освітніх цілей Looker Studio підходить для створення простих інтерактивних звітів і дашбордів, особливо коли дані зберігаються в екосистемі Google.

Окрему категорію складають інструменти для створення інфографіки. Canva є популярним онлайн-сервісом для графічного дизайну, який включає шаблони для створення інфографіки. Програма має інтуїтивний інтерфейс drag-and-drop, велику бібліотеку шаблонів, безкоштовну версію з базовим функціоналом, можливість створення привабливих візуальних презентацій даних. Однак Canva має обмежені можливості для роботи з реальними даними, орієнтована більше на дизайн, ніж на аналіз, потребує інтернет-з'єднання для роботи. Для шкільної освіти Canva є відмінним інструментом для створення презентаційних матеріалів, інфографіки для шкільних проєктів, візуальних постерів з даними.

Piktochart і Infogram є спеціалізованими інструментами для створення інфографіки. Вони мають багато шаблонів для різних типів інфографіки, можливість імпорту даних для автоматичного створення діаграм, зручний інтерфейс для користувачів без досвіду. Infogram особливо підходить для створення інтерактивної інфографіки. Для освітніх проєктів, де акцент робиться на візуальній презентації інформації, ці інструменти є оптимальним вибором.

Для старшокласників і профільних класів доцільним є знайомство з мовами програмування для візуалізації даних. Python з бібліотеками Matplotlib, Seaborn, Plotly надає повну гнучкість у створенні візуалізацій, можливість

автоматизації процесу аналізу і візуалізації, підготовку до подальшого навчання в технічних спеціальностях [11]. R з бібліотекою ggplot особливо популярний у статистичному аналізі та науковому середовищі. JavaScript з бібліотекою D.js дозволяє створювати складні інтерактивні візуалізації для веб. Однак ці інструменти вимагають знання програмування, важчі у навчанні, потребують значно більше часу на створення візуалізацій. Проте для профільних класів інформатики знайомство з програмними бібліотеками для візуалізації є важливим етапом підготовки до професійної діяльності.

Важливим аспектом вибору програмних засобів для шкільної освіти є наявність освітніх ліцензій та ресурсів для навчання. Tableau пропонує Tableau for Students — безкоштовну версію для студентів та школярів, має велику спільноту користувачів і численні навчальні матеріали, підтримує освітні програми. Power BI надає безкоштовну ліцензію для студентів і освітніх закладів, має офіційні навчальні курси від Microsoft, активну спільноту користувачів. Google Sheets і Looker Studio є повністю безкоштовними для освітнього використання, мають детальну документацію і туторіали від Google. Qlik Sense пропонує безкоштовний доступ для освітніх цілей, має інтерактивні тури та навчальні матеріали.

Аналіз досліджень показує, що вибір програмних засобів для навчання візуалізації даних має враховувати кілька факторів: вік учнів та їхній попередній досвід, матеріально-технічну базу навчального закладу, мету навчання (базові навички чи професійна підготовка), доступність технічної підтримки та навчальних матеріалів, можливості інтеграції з іншими навчальними інструментами. Існує необхідність поетапного впровадження різних інструментів: початковий етап (5–7 класи) передбачає роботу з Excel або Google Sheets для створення простих діаграм, основний етап (8–9 класи) включає знайомство з інструментами інфографіки (Canva, Piktochart), створення простих візуалізацій у Power BI або Looker Studio, профільний етап (10–11 класи) охоплює поглиблену роботу з Power BI або Tableau Public, знайомство з програмними бібліотеками (Python/Matplotlib для профільних класів).

Таким чином, порівняльний аналіз програмних засобів візуалізації даних показує, що для шкільної освіти оптимальним є комбінований підхід, який передбачає поступовий перехід від простих інструментів до більш складних відповідно до віку учнів та їхньої підготовки. Для базового рівня найбільш підходящими є Excel/Google Sheets, для середнього рівня — Power BI/Looker Studio та інструменти інфографіки, для профільного рівня — Tableau Public та мови програмування із бібліотеками.

Висновки до першого розділу

У першому розділі здійснено аналіз психолого-педагогічних і дидактичних основ використання візуалізації даних як педагогічного інструменту під час навчання інформатики, що дозволило повністю реалізувати перше завдання дослідження. На основі опрацювання наукових праць вітчизняних і зарубіжних авторів встановлено, що візуалізація даних є ефективним засобом підтримки пізнавальної діяльності учнів, оскільки забезпечує поєднання вербальної та візуальної інформації, сприяє формуванню цілісних уявлень про процеси аналізу даних і знижує когнітивне навантаження.

Проаналізовано психолого-педагогічні теорії, що обґрунтовують ефективність візуалізації як педагогічного інструменту. Встановлено, що візуалізація даних виконує подвійну роль у курсі інформатики: по-перше, як зміст навчання (формування навичок створення різних типів візуалізацій та роботи з програмними засобами), по-друге, як засіб навчання (використання для пояснення складних понять, алгоритмів, структур даних). Узагальнено дидактичні умови використання візуалізації: дотримання принципів лаконічності, точності, доцільності, акцентування та доступності. Виявлено, що для сучасних учнів, які характеризуються кліповим мисленням і високою потребою у візуальній підтримці, візуалізація даних виступає природним і ефективним інструментом навчання, сприяючи розвитку критичного мислення та аналітичних здібностей.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ КУРСУ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ЗЗСО

2.1. Аналіз нормативно-правової бази та навчальних програм з інформатики в контексті вивчення візуалізації даних

Впровадження навчання візуалізації даних у курс інформатики ЗЗСО має спиратися на нормативно-правові документи, які визначають цілі, результати та зміст навчання. Тому на цьому етапі розглянемо, як саме візуалізація даних «присутня» у ключових освітніх документах і модельних програмах, та наскільки системно вона там представлена. Для цього послідовно проаналізуємо концептуальні засади НУШ, положення Державного стандарту базової середньої освіти і конкретизацію змісту в модельних навчальних програмах для 5–6, 7–9 та 10–11 класів.

Концептуальні засади реформування шкільної освіти викладені в документі «Нова українська школа», схваленому Міністерством освіти і науки України. Концепція визначає компетентнісний підхід як основу сучасної освіти, де інформаційно-цифрова компетентність посідає одне з ключових місць серед дев'яти ключових компетентностей. Ця компетентність передбачає впевнене, критичне і відповідальне використання цифрових технологій для власного розвитку, здатність безпечно застосовувати інформаційно-комунікаційні засоби в навчанні та інших життєвих ситуаціях [14].

Державний стандарт базової середньої освіти, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 року № 898, визначає вимоги до обов'язкових результатів навчання учнів, зокрема в інформатичній освітній галузі. Стандарт встановлює, що метою інформатичної освітньої галузі є розвиток особистості учня, здатного використовувати цифрові інструменти і технології для розв'язання проблем, розвитку, творчого самовираження, забезпечення власного і суспільного добробуту, критично мислити, безпечно та відповідально діяти в інформаційному суспільстві [4].

Компетентнісний потенціал інформатичної освітньої галузі, визначений у тому ж Державному стандарті, включає конкретні уміння та ставлення за

кожною ключовою компетентністю. Зокрема, для інформаційно-цифрової компетентності визначено такі уміння: структурувати дані; діяти за алгоритмом та складати алгоритми; визначати достатність даних для розв'язання задачі; використовувати різні знакові системи; знаходити інформацію та оцінювати її достовірність; доводити істинність тверджень. Серед навчальних ресурсів для формування цієї компетентності прямо зазначено «візуалізацію даних, побудову графіків та діаграм за допомогою програмних засобів» [4].

Вимоги до обов'язкових результатів навчання учнів з інформатичної освітньої галузі, зазначені в додатку 14 Державного стандарту, передбачають, що учень знаходить, аналізує, перетворює, узагальнює, систематизує та подає дані, критично оцінює інформацію для розв'язання життєвих проблем; створює інформаційні продукти і програми для ефективного розв'язання задач/проблем, творчого самовираження індивідуально та у співпраці з іншими особами за допомогою цифрових пристроїв чи без них [4]. Ці формулювання безпосередньо пов'язані з умінням візуалізувати дані як форми їх представлення та аналізу.

Модельні навчальні програми з інформатики, розроблені на основі Державного стандарту, конкретизують зміст навчання для різних класів. Для адаптаційного циклу (5–6 класи) розроблено кілька модельних програм різними авторськими колективами. Аналіз модельних програм «Інформатика. 5–6 класи» (автори: С. Радченко, Є. Боровцова; Л. Козак, А. Ворожбит; Й. Ривкінд та ін.) показує, що в цих класах закладаються основи роботи з даними. Учні знайомляться з поняттям даних, їх збиранням, організацією та представленням у різних формах. Зокрема, передбачається робота з таблицями, створення простих діаграм у текстових редакторах та електронних таблицях [12].

Навчальна програма для 5–6 класів передбачає формування в учнів здатності знаходити, аналізувати, перетворювати, узагальнювати, систематизувати та подавати дані у різних формах. У рамках змістової лінії «Інформація і комп'ютер» та «Алгоритми і програми для роботи з даними» учні опановують базові навички структурування інформації, створення таблиць, простих графіків і діаграм.

Для основного циклу базової середньої освіти (7–9 класи) розроблено модельні навчальні програми «Інформатика. 7–9 класи» різними авторськими колективами (І. Завадський, О. Коршунова, І. Твердохліб; Н. Морзе, О. Барна; Г. Громко, П. Шевчук, В. Ковбаса та ін.). Ці програми структуровані за трьома змістовими лініями: «Робота в наявних та створення власних цифрових середовищ», «Моделювання та структури даних», «Алгоритми та програми».

Змістова лінія «Моделювання та структури даних» є ключовою для навчання візуалізації даних. У 7 класі вона реалізується через тему «Моделювання в електронних таблицях», де учні створюють математичні, фізичні та економічні моделі, працюють з даними, будують діаграми для візуалізації результатів моделювання. У 8 класі передбачається вивчення теми «Кодування та стиснення даних», де електронні таблиці використовуються як інструмент для роботи з даними. У 9 класі учні опановують роботу з базами даних, що також передбачає навички представлення та візуалізації інформації [13].

Модельна навчальна програма «Інформатика. 7–9 класи» (автори І. Завадський, О. Коршунова, І. Твердохліб) конкретизує очікувані результати навчання. Для 7 класу серед результатів навчання зазначено: «створює математичні, фізичні та економічні моделі в електронних таблицях», «моделює фізичні, біологічні та хімічні процеси; економічні явища». Ці результати безпосередньо пов'язані з візуалізацією даних, оскільки моделювання передбачає не лише створення моделі, але й візуальне представлення результатів [6].

Аналіз змісту навчального предмета показує, що візуалізація даних у 7 класі розглядається як інструмент моделювання та дослідження. Учні створюють таблиці за зразком, будують графіки та діаграми, використовують електронні таблиці для досліджень, змагаються у створенні найкращого бізнес-плану, оцінюють ефективність моделей. Такий підхід дозволяє інтегрувати візуалізацію даних у практичну діяльність учнів, робити її осмисленою та функціонально необхідною.

Модельна програма Н. Морзе, О. Барни для 7–9 класів також приділяє значну увагу роботі з даними та їх візуалізації. У 7 класі передбачається вивчення теми «Табличні процесори, їх призначення.», де учні опановують програмне забезпечення для опрацювання числових даних. Програма передбачає практичну спрямованість навчання: учні працюють з реальними даними, створюють моделі для розв’язання прикладних задач.

У 8 класі продовжується робота з даними через тему «Дані та їх структури. Класифікація. Візуальне представлення даних. Діаграми.», де учні не тільки створюють графіки та діаграми відповідно до запропонованих завдань, але й складають розповідь за діаграмою даних. У 9 класі розглядається аналіз даних засобами табличного процесора, де учні також.

Модельна програма Г. Громко, П. Шевчук, В. Ковбаса також включає роботу з візуалізацією даних у рамках вивчення електронних таблиць та моделювання. Програма акцентує увагу на формуванні вмінь аналізувати дані, виявляти закономірності, представляти результати аналізу у візуальній формі [5].

Важливо відзначити, що всі модельні програми побудовані на засадах компетентнісного підходу, передбаченого Державним стандартом. Це означає, що візуалізація даних розглядається не як окрема тема для вивчення, а як інструмент для формування ключових компетентностей. Зокрема, робота з візуалізацією даних сприяє формуванню математичної компетентності (моделювання процесів, побудова та аналіз графіків функцій), компетентності у галузі природничих наук (візуалізація результатів експериментів, побудова графіків залежностей), підприємливості та фінансової грамотності (аналіз економічних даних, створення бізнес-планів).

Для профільної середньої освіти (10–11 класи) діє Державний стандарт профільної середньої освіти та відповідні навчальні програми. Навчальна програма «Інформатика (рівень стандарту). 10–11 класи» передбачає поглиблення знань про роботу з даними. Учні вивчають методи збору, обробки та аналізу даних, опановують інструменти візуалізації для представлення результатів досліджень, проєктів.

Для профільного рівня навчання (природничо-математичний профіль, інформаційно-технологічний профіль) передбачається глибше вивчення візуалізації даних. Учні знайомляться з професійними інструментами візуалізації, опановують методи статистичного аналізу даних, створюють складні інтерактивні візуалізації.

Аналіз нормативно-правової бази показує, що візуалізація даних присутня в програмах з інформатики на всіх етапах шкільного навчання, проте ця присутність має переважно інструментальний характер. Візуалізація розглядається як засіб для представлення результатів роботи в електронних таблицях, як елемент оформлення документів та презентацій. Відсутній системний підхід до навчання візуалізації даних як окремої важливої компетентності.

У чинних модельних програмах недостатньо представлені питання вибору типу візуалізації залежно від типу даних та мети їх представлення, принципи ефективної візуалізації, критичний аналіз візуалізацій, виявлення маніпуляцій у візуальному представленні даних. Не передбачається систематичне знайомство з сучасними інструментами візуалізації, що широко використовуються у професійній діяльності.

Водночас Державний стандарт базової середньої освіти створює нормативну основу для розширення змісту навчання візуалізації даних. Серед обов'язкових результатів навчання зазначено уміння «знаходити, аналізувати, перетворювати, узагальнювати, систематизувати та подавати дані». Слово «подавати» включає в себе візуальне представлення, що відкриває можливості для систематичного навчання візуалізації.

Крім того, Стандарт передбачає формування критичного мислення, здатності оцінювати достовірність інформації, виявляти маніпуляції [4]. Ці вміння безпосередньо пов'язані з критичним аналізом візуалізацій, умінням розпізнавати спотворення даних у графіках та діаграмах.

Концепція «Нова українська школа» наголошує на необхідності формування в учнів навичок XXI століття, серед яких важливе місце посідає data

literacy . Візуалізація є невід'ємною частиною data literacy, оскільки сучасна людина повинна не лише вміти читати готові візуалізації, але й створювати власні для ефективного поширення ідей та результатів.

У контексті міжпредметної інтеграції, яка є одним із принципів НУШ, візуалізація даних має значний потенціал. Учні можуть використовувати навички візуалізації на уроках математики (графіки функцій, статистичні дані), фізики (графіки залежностей, результати експериментів), хімії (діаграми складу речовин), біології (діаграми екосистем, результати спостережень), географії (картограми, статистичні дані про країни та регіони), історії (таймлайни подій, статистика демографічних змін), економіки (графіки попиту та пропозиції, аналіз фінансових показників).

Важливим напрямком використання візуалізації даних є проєктна діяльність учнів. Державний стандарт передбачає впровадження проєктного навчання, де учні самостійно формують проблему, збирають дані, аналізують їх та представляють результати. Візуалізація даних є ефективним інструментом для презентації результатів проєктів, робить їх більш зрозумілими та переконливими.

Сучасні тенденції розвитку інформатичної освіти, відображені в оновлених модельних програмах - років, свідчать про посилення уваги до data-орієнтованого підходу. Програми акцентують увагу на роботі з реальними даними, їх аналізі та інтерпретації. Це створює сприятливі умови для розширення змісту навчання візуалізації даних, впровадження систематичного курсу або модуля з цієї теми.

Позаурочна діяльність надає додаткові можливості для навчання візуалізації даних. Чинне законодавство, зокрема Закон України «Про повну загальну середню освіту», передбачає організацію факультативів, курсів за вибором, гурткової роботи. У рамках позаурочної діяльності можна організувати курс «Основи візуалізації даних», який дозволить учням глибше опанувати цю тему, познайомитися з професійними інструментами, виконати практичні проєкти [7].

Таким чином, аналіз нормативно-правової бази та навчальних програм з інформатики свідчить, що візуалізація даних є важливою складовою інформатичної освіти, що знайшла відображення в Державному стандарті базової середньої освіти та модельних навчальних програмах. Водночас існує потреба в систематизації навчання візуалізації даних, розробці цілісного курсу або модуля, що охоплюватиме не лише технічні навички побудови діаграм, але й принципи ефективної візуалізації, критичний аналіз візуалізацій, знайомство з сучасними професійними інструментами. Реалізація такого підходу можлива через інтеграцію відповідного змісту в урочну діяльність і розробку спеціального курсу для позаурочної діяльності.

2.2. Розробка навчального курсу «Основи візуалізації даних» на платформі UdeMy

Розробка онлайн-курсу з візуалізації даних є важливою частиною дослідження, оскільки дозволяє практично апробувати розроблені методичні підходи та перевірити їх ефективність на реальній аудиторії учнів. Для реалізації цього завдання обрана платформа UdeMy, яка за останні роки активно використовується для створення і поширення освітніх курсів на різноманітні теми.

UdeMy є однією з найпопулярніших платформ для для онлайн-курсів. Платформа надає авторам можливість створювати та завантажувати власні навчальні матеріали, які можуть бути доступні глобальній аудиторії.

Вибір UdeMy обумовлений кількома чинниками. По-перше, платформа забезпечує відкритий доступ, що дозволяє апробувати курс на практиці будь-яким вчителем. По-друге, UdeMy надає інтегровані інструменти для створення курсів, включаючи редактор відео, конструктор тестів та систему управління учнями. По-третє, платформа дозволяє збирати детальні дані про взаємодію учнів з матеріалом, що важливо для оцінювання якості курсу та його поліпшення [17].

Процес розробки курсу «Основи візуалізації даних» був поєднав методичне планування, створення мультимедійного контенту та підготовку практичного інструментарію для самостійної роботи учнів. На підготовчому етапі було сформовано загальну концепцію курсу визначено очікувані результати навчання для кожного модуля та спроектовано логіку поступового ускладнення: від базових понять (дані, інформація, типи діаграм) до самостійного створення комплексних візуалізацій і виконання мініпроектів.

Важливим елементом підготовки стала розробка сценарної основи: для кожного відео визначалися дидактична мета, ключові поняття, приклади даних (для прикладних відео). Такий підхід дозволив уникнути «випадкової» подачі матеріалу і забезпечити узгодженість між теорією, демонстрацією та практикою, адже в курсі передбачено не лише відеолекції, але й завдання, лабораторні роботи та проєктні сценарії.

Практична частина контенту створювалася у форматі скрінкастів із покроковою демонстрацією дій у програмних середовищах Microsoft Excel, Google Sheets та Power BI. Для запису екрану використовувалося програмне забезпечення OBS Studio, яке дало змогу фіксувати робочий процес у реальному часі, демонструвати інтерфейс, меню, налаштування діаграм і типові помилки, а також забезпечити стабільну якість відео під час запису уроків. У записах практичних відео акцент робився не лише на «натисканні кнопок», а на поясненні причин вибору того чи іншого типу візуалізації, принципів налаштування осей, підписів, масштабів, легенд та форматування, щоб учень розумів логіку побудови, а не відтворював алгоритм механічно.

Окремо були підготовлені відеопрезентації з теоретичним матеріалом, які виконують роль «концептуального каркасу» курсу. Такі відео будувалися навколо коротких смислових блоків: визначення, приклади, типові помилки інтерпретації графіків і висновки. З метою зниження когнітивного навантаження теоретичний матеріал подавався невеликими фрагментами, де на слайдах одразу демонструвалося практичне застосування (приклади графіків).

Паралельно з відеоконтентом формувався комплект супровідних матеріалів: файли з даними, інструкції до практичних робіт, а також PDF-матеріали з короткими конспектами і «шпаргалками» (наприклад, коли обирати певний тип діаграми, як уникати перевантаження графіка, як перевіряти коректність масштабу). Такий підхід забезпечив можливість комбінованого навчання: учні, які краще сприймають відео, працюють через скрінкасти, а ті, кому потрібна швидка опора для повторення, використовують текстові матеріали.

Курс розроблено за модульним принципом, що забезпечує послідовне і логічно упорядковане засвоєння матеріалу. Загальна структура курсу складається з п'яти основних розділів.

Перший розділ присвячений теоретичним основам. У цьому розділі розглядаються такі питання: що таке дані, інформація та їх відмінності; як людина сприймає та обробляє візуальну інформацію; які функції виконує візуалізація в навчанні та професійній діяльності. Розділ включає та ввідне відео, у якому описується назва та мета курсу, а також представляються очікувані результати навчання.



Рис. 2.1. Вступне відео з 1 розділу

Другий розділ охоплює класифікацію та характеристики основних типів діаграм та графіків. Матеріал організований так, щоб учні послідовно вивчали кожен тип візуалізації: стовпчасті діаграми, лінійні графіки, кругові діаграми, точкові діаграми розсіювання та інші. Для кожного типу передбачено: відеолекція з поясненням особливостей та сфери застосування; практичні приклади з реальними даними; інтерактивні завдання для самоперевірки; практичні вправи, в яких учні самостійно створюють діаграми.

ДОДАТКОВІ МАТЕРІАЛИ

Розділ 2: Типи діаграм та графіків

Конспект з ключовими поняттями

ВСТУП

Цей конспект містить основні поняття, визначення та практичні рекомендації щодо різних типів діаграм, їх призначення, переваг і обмежень. Матеріал розроблений для закріплення знань, отриманих на лекціях та при виконанні лабораторних робіт.

1. ОСНОВНІ ТИПИ ДІАГРАМ

1.1 Стовпчаста діаграма

Визначення: Діаграма, яка відображає дані у вигляді вертикальних стовпців, розташованих поруч. Висота кожного стовпця пропорційна значенню даної категорії.

Мета: Порівняння значень між різними категоріями

Коли використовувати:

- Порівняння продажів по регіонах
- Показ результатів опитувань
- Порівняння кількісних показників між групами

Переваги:

Рис. 2.2. Уривок з додаткових матеріалів 2 розділу

Третій розділ присвячений принципам та правилам ефективної візуалізації. У цьому розділі розглядаються: принцип лаконічності (виключення зайвих елементів); принцип точності (правильність масштабування та одиниць виміру); принцип доцільності (вибір відповідного типу діаграми); принцип акцентування (виділення важливої інформації); принцип доступності (зрозумілість для цільової аудиторії). Матеріал супроводжується прикладами як правильно, так і

неправильно виконаних візуалізацій, що допомагає учням розвинути критичне мислення.

- доцільності кольорів.

Діаграма 2 — «Обманливий ріст»



Завдання 1.2:

Поясніть, чому така побудова вводять глядача в оману.

Запропонуйте 2 варіанти, як можна візуально показати невелике, але реальне зростання, не спотворюючи сприйняття.

Діаграма 3 — «Кругова діаграма всього»

Рис. 2.3. Уривок з лабораторної роботи 3 розділу

Четвертий розділ присвячений знайомству з програмними засобами для створення візуалізацій. У цьому розділі розглядаються найпоширеніші інструменти, такі як Microsoft Excel, Google Sheets та вступ до більш складних програм (Power BI, Tableau Public). Для кожного інструменту передбачено: вступне відео з описом можливостей; серія практичних уроків, які демонструють основні функції; готові файли з даними для практики; завдання для самостійної роботи.

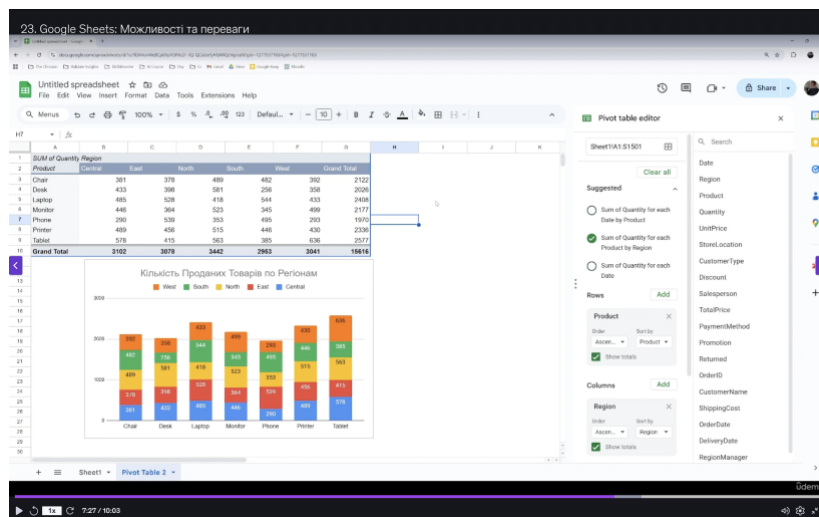


Рис. 2.4. Відеоурок з 4 розділу

П'ятий розділ охоплює практичні проєктні роботи. Учні отримують реальні набори даних (економічні показники, статистичні дані, результати соціальних досліджень) та мають виконати комплексну задачу: проаналізувати дані, визначити найбільш інформативні типи візуалізацій, створити набір діаграм у обраних програмних засобах, оформити результати як презентацію або звіт.

Введення в проєктну роботу

Самостійна лекція для учнів (7–10 хвилин читання)

ВСТУП

Привіт! Якщо ти читаєш цей текст, це означає, що ти вже навчився розробляти діаграми в Excel, будувати інтерактивні дашборди в Google Sheets, та розумієш, як працюють професійні інструменти наприклад Power BI. Але найціннішу частину ти розпочнеш зараз.

Поки що ти робив окремі вправи. Дашборд у одному проєкті, тест на іншому. Але справжня робота не працює так. У реальному світі аналітик або BI-розробник отримує не "побудуй 3 графіки", а "у нас є проблема з продажами. Потрібно розуміти, що відбувається. Нам потрібен дашборд за тиждень."

Це проєктна робота. І саме зараз ми розіберемося, як це робиться.

1. ЩО ТАКЕ ПРОЄКТНА РОБОТА?

Спробую дати просте визначення:

проєктна робота — це завдання, яка має:

- Чітку мету ("Що ми маємо зробити?" та "Як ми дізнаємось, що це готово?")
- План дій ("Як ми це робитимемо? В якому порядку? Хто за що відповідає?")
- Обмеження ("Скільки часу у нас є? Які ресурси? Хто користувач?")

Рис. 2.5. Початок 5 розділу

Основним типом навчального матеріалу в курсі є відеоматеріали. Вони розроблені з урахуванням рекомендацій щодо ефективного дистанційного навчання. Кожна лекція має чіткий заголовок, який позначає основну тему; структурований контент, організований логічною послідовністю.

До деяких лекції додаються текстові матеріали у форматі PDF, які містять стислий конспект з ключовими концепціями, важливими формулюваннями та посиланнями на додаткові джерела. Текстові матеріали служать опорою для учнів, які віддають перевагу читанню замість перегляду відео, а також дозволяють швидко знайти потрібну інформацію при повторенні матеріалу.

Практичні файли, необхідні для виконання завдань, завантажуються як архіви та містять готові таблиці з даними, шаблони діаграм та інші ресурси, які учні використовують при виконанні практичних вправ.

Також курс включає різноманітні типи завдань для закріплення матеріалу та перевірки розуміння:

- тести для самоперевірки розміщуються в кінці кожного розділу і дозволяють учням оцінити рівень засвоєння матеріалу. Ці тести не впливають на загальну оцінку курсу, а служать для зворотного зв'язку. Тести містять запитання різного рівня складності: від простих запитань на відтворення фактів до складних завдань, які вимагають аналізу і синтезу інформації;
- практичні завдання вимагають від учнів самостійного створення візуалізацій на основі наданих даних або даних, які учні знаходять самостійно. Учні завантажують свої роботи (скріншоти, файли), які можуть бути переглянуті вчителем. Для кожного завдання надаються чіткі інструкції, приклади відповідей та критерії оцінювання;
- проєктні роботи є найбільш складними завданнями курсу і передбачають виконання кількоступневих проєктів. Учні отримують сценарій (наприклад, «Як аналітик, вам потрібно проаналізувати дані продажів за останній рік та представити результати керівництву»), дані

для аналізу, та мають самостійно: відібрати релевантні дані; визначити найбільш інформативні типи візуалізацій; створити набір діаграм; підготувати висновки та рекомендації.

Система оцінювання включає автоматичне оцінювання для тестів та ручне оцінювання для практичних та проєктних робіт. На кінець курсу учні, які завершили всі завдання, отримують сертифікат про успішне завершення курсу.

При розробці курсу застосовано кілька ключових методичних принципів:

- принцип активного навчання реалізується через значну кількість практичних завдань, які вимагають від учнів активної участі та самостійного застосування знань;
- принцип поступового ускладнення передбачає, що матеріал організований від простого до складного: спочатку учні вивчають базові концепції та прості типи діаграм, а потім переходять до складніших типів візуалізацій та інструментів;
- принцип мультимодальності реалізується через використання різноманітних форматів контенту: відеолекцій, текстових матеріалів, інтерактивних тестів, практичних завдань. Це дозволяє задовольнити потреби учнів з різними стилями навчання та забезпечує більш ефективне засвоєння матеріалу;
- принцип зворотного зв'язку впроваджується через систему автоматичного оцінювання тестів та коментарів вчителя до практичних робіт. Своєчасний і конструктивний зворотний зв'язок допомагає учням усвідомити свої помилки та поліпшити свою роботу.

Розроблений курс був перевірений відповідно до стандартів платформи Udemu. Платформа встановлює вимоги щодо мінімальної тривалості курсу, якості відео, структурованості курсу та унікальності контенту.

Підготовлена до публікації версія курсу розміщена на платформі Udemu у безкоштовному доступі. Покликання: <https://www.udemy.com/course/data-visualization-for-school-students/?referralCode=B9FB5DE37602267856BD>

Таким чином, розробка курсу «Основи візуалізації даних» на платформі Udeyу дозволила втілити теоретичні та методичні розробки в практичний освітній продукт, який став доступним широкій аудиторії та забезпечив апробацію запропонованих підходів до навчання візуалізації даних в умовах сучасного навчання.

2.3. Структура та зміст позаурочної діяльності з візуалізації даних

Позаурочна діяльність займає важливе місце в системі освіти, дозволяючи розширювати й поглиблювати знання учнів в певних навчальних предметах та сприяти розвитку їхніх здібностей і інтересів. У контексті інформатики позаурочна робота має особливе значення, оскільки дозволяє учням глибше опанувати складні теми, здійснити практичні дослідження, розвинути навички, які виходять за межі обов'язкової програми. Залучення учнів до позаурочної діяльності з візуалізації даних сприяє формуванню компетентностей, необхідних для успішної професійної діяльності в умовах сучасного суспільства.

Позаурочна діяльність з візуалізації даних переслідує кілька основних цілей. По-перше, розширення й поглиблення знань учнів у галузі роботи з даними, що не повністю охоплені обов'язковою шкільною програмою. По-друге, розвиток стійкого інтересу до теми візуалізації даних та інформатики загалом. По-третє, формування практичних умінь та навичок, необхідних для використання сучасних інструментів аналізу та представлення даних. По-четверте, розвиток критичного мислення та навичок аналізу інформації.

До основних завдань позаурочної діяльності з візуалізації даних належать:

- сприяння розвитку творчих здібностей учнів;
- організація самостійної дослідницької діяльності;
- створення комфортної, творчої атмосфери для навчання;
- розвиток навичок командної роботи та комунікації.

Позаурочна діяльність з візуалізації даних може організовуватися у різних формах, кожна з яких має власні переваги та відповідає різним потребам учнів та можливостям закладу освіти

Факультативні курси є найбільш структурованою формою позаурочної діяльності, пов'язаною з навчанням певного курсу протягом визначеного часу за розробленою програмою. Факультативний курс «Основи візуалізації даних» розраховується на проведення протягом одного або двох навчальних років, зазвичай по одній-двом годинам на тиждень. Факультатив дозволяє системно й послідовно викладати матеріал, розробити перевірені критерії оцінювання, побудувати логічний потік навчання з поступовим ускладненням завдань.

Гуртки є формою позаурочної діяльності, організованої на основі добровільної участі учнів з метою розширення й поглиблення їхніх знань та навичок у певній галузі. Гурток з візуалізації даних може функціонувати як протягом навчального року, так і як короткотривалий проєкт. На відміну від факультативу, гурток надає більшу гнучкість у виборі змісту, методів навчання та форм роботи. Гурток спирається на добровільність участі, що створює особливо сприятливу атмосферу для виховання захопленості предметом і ентузіазму.

Конкурси та змагання є формою позаурочної діяльності, спрямованою на розвиток компетентнісних навичок і мотивації учнів. Можуть організовуватися шкільні конкурси на найкращу візуалізацію набору даних, районні чи обласні олімпіади, присвячені роботі з даними та інформаційним технологіям. Такі змагання не лише мотивують учнів, але й дозволяють виявити найбільш здібних та зацікавлених учнів.

Проєкти та дослідження передбачають самостійну роботу учнів над невеликими науково-дослідними завданнями, пов'язаними з аналізом та візуалізацією реальних наборів даних. Учні можуть, наприклад, дослідити тенденції розвитку освіти в своєму регіоні, проаналізувати дані про екологічну ситуацію, вивчити результати соціальних опитувань та подати результати у формі набору інформативних діаграм та інфографіки. Такі проєкти розвивають навички самостійної дослідницької роботи та критичного аналізу інформації.

Майстер-класи та семінари представляють собою короткотривалі заняття, присвячені вивченню конкретного інструменту або методи візуалізації

даних. Майстер-клас може бути проведений як вчителем інформатики, так і запрошеним фахівцем з галузі аналізу даних. Така форма дозволяє познайомити учнів з найновішими інструментами та прийомами, поповнити знання та навички.

Зміст позаурочної діяльності мав інтегрувати та розширювати матеріал основного курсу інформатики, а також охоплювати теми, що не потрапили до обов'язкової програми. У позаурочній діяльності можуть розглядатися такі теми:

- розширена класифікація методів візуалізації — детальне вивчення спеціалізованих типів діаграм (теплові карти, Санкі чарт, діаграми «ящик з вусами», карти складу), їхніх властивостей та сфери застосування;
- принципи композиції та дизайну — вивчення правил композиції, кольороведення, типографії в контексті візуалізації даних; розгляд прикладів хорошого та поганого дизайну;
- робота з великими масивами даних — знайомство з методами обробки і аналізу великих обсягів даних, використання спеціалізованих інструментів та програмних бібліотек;
- критичний аналіз візуалізацій — розвиток навичок розпізнавання маніпуляцій у графіках, виявлення помилок та спотворень у представленні даних, оцінювання якості та достовірності візуалізацій;
- інтерактивні та динамічні візуалізації — вивчення методів створення інтерактивних дашбордів, анімованих графіків, що дозволяють учневі досліджувати дані та робити власні висновки;
- географічні та картографічні візуалізації — розгляд методів представлення просторово розподілених даних, створення різних типів географічних карт;
- практичні дослідницькі проекти — виконання учнями власних дослідженнях проектів з аналізу реальних наборів даних, що дозволяє навчити розв'язувати реальні задачі.

Оцінювання в позаурочній діяльності має відрізнятися від традиційного шкільного оцінювання. Замість суворого контролю та виставлення оцінок у журнал, акцент мав бути на формуючому оцінюванні, яке допомагає учням розуміти свої сильні й слабкі сторони та робити прогрес. Воно передбачає регулярний зворотний зв'язок від вчителя щодо якості роботи учня, надання рекомендацій щодо поліпшення, стимулювання розвитку. Вчитель може дати коментар: «Твоя діаграма містить важливу інформацію, але було б краще змінити масштаб осей, щоб тенденція була більш очевидною», або «Ти класно обрав кольори, але краї смуг могли б бути менш контрастні».

При організації позаурочної діяльності з візуалізації даних варто враховувати кілька важливих аспектів.

По-перше, учасники позаурочної діяльності мають бути мотивовані та зацікавлені цією темою. Тому під час набору учнів варто ясно викладати цілі й завдання, розповідати про практичне застосування навичок, запрошувати гостей з професійних сфер, що пов'язані з аналізом даних.

По-друге, організація позаурочної діяльності має враховувати різні рівні підготовки учнів. Рекомендується диференціювати завдання, надавати додаткову допомогу менш підготовленим учням, пропонувати складніші виклики для найбільш здібних.

По-третє, позаурочна діяльність має мати чітку структуру та план, але бути також гнучкою до змін, залежно від інтересів та потреб учнів.

По-четверте, важливо створити сприятливу творчу атмосферу, де учні почувують себе комфортно, не боятися ризикувати, пробувати нові ідеї.

Таким чином, позаурочна діяльність з візуалізації даних є важливим доповненням до обов'язкового курсу інформатики, дозволяючи учням поглибити знання, розвинути практичні навички та творчі здібності. Різноманітні форми організації позаурочної діяльності дозволяють задовольнити інтереси та потреби учнів з різним рівнем підготовки та мотивації, створюючи умови для всебічного розвитку учня.

Висновки до другого розділу

У другому розділі здійснено аналіз нормативно-правової бази та модельних навчальних програм з інформатики в контексті вивчення візуалізації даних у ЗЗСО, що дозволило окреслити реальне місце цієї тематики в чинному змісті шкільної інформатики. Установлено, що візуалізація даних на різних етапах навчання представлена переважно інструментально (як побудова діаграм у табличних процесорах, оформлення документів/презентацій, подання результатів моделювання чи запитів), тоді як системний підхід до формування компетентності візуалізації даних (вибір типу візуалізації під мету й тип даних, принципи якості, критичний аналіз і виявлення маніпуляцій) відображений недостатньо. Така ситуація ускладнює формування цілісних навичок роботи з даними: учні частіше відпрацьовують окремі «прийоми побудови діаграм», ніж опановують логіку аналізу та аргументації на основі даних. Отже, в межах розділу було виконано друге завдання дослідження.

Крім того, у розділі розроблено структуру та зміст онлайн-курсу «Основи візуалізації даних» на платформі UdeMy як практичну форму апробації запропонованих підходів. Описано логіку модульної побудови курсу (теоретичний блок, класифікація діаграм, принципи ефективної візуалізації, інструменти Excel/Google Sheets/Power BI, проєктні роботи), а також систему матеріалів і видів діяльності учнів (відео, PDF-конспекти, практичні файли, тести, практичні та проєктні завдання). Уточнено процес створення контенту: запис практичних уроків і демонстрацій роботи в Excel, Google Sheets та Power BI, підготовка відеопрезентацій із теоретичним матеріалом, формування датасету і інструкцій для самостійного виконання завдань. Таким чином, у другому розділі було реалізовано третє завдання дослідження.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ

3.1. Організація та методика проведення педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент є однією з найважливіших і найбільш надійних форм емпіричного дослідження в педагогіці, що дозволяє перевірити дієвість теоретичних гіпотез та оцінити ефективність розроблених методичних підходів. Експеримент, проведений у контексті даного дослідження, спрямований на апробацію розробленої методики навчання візуалізації даних та оцінювання її впливу на формування відповідних компетентностей у учнів.

Основна гіпотеза дослідження полягає в тому, що систематичне й послідовне формування в учнів умінь візуалізації даних у поєднанні з опрацюванням навчального змісту з інформатики сприятиме розвитку компетентностей у галузі роботи з даними, розширенню уявлень про способи подання інформації, а також навичок аналізу візуальної інформації.

На основі основної гіпотези були сформульовані робочі гіпотези:

- передбачається, що розроблений навчальний курс на платформі UdeMy забезпечує ефективне формування теоретичних знань та практичних умінь у галузі візуалізації даних;
- очікується, що виконання проєктів із прикладними даними підвищує навчальну мотивацію та інтерес до теми роботи з даними;
- передбачається, що систематичний аналіз прикладів “коректних/некоректних” візуалізацій і виконання завдань на виявлення помилок у графіках у межах розробленого курсу сприятиме значному розвитку навичок критичного аналізу візуальної інформації.

Метою педагогічного експерименту є перевірка сформульованих гіпотез і оцінювання результативності запропонованого підходу до навчання візуалізації даних та його впливу на навчальні результати учнів.

Досягнення цієї мети передбачає розв'язання кількох завдань:

- 1) визначення вихідного рівня знань та умінь учнів у галузі візуалізації даних;
- 2) реалізація розробленого навчального курсу та різноманітних форм позаурочної діяльності;
- 3) оцінювання якості засвоєння теоретичного матеріалу та сформованості практичних умінь в учнів;
- 4) порівняти результати експериментальної та контрольної груп з метою встановлення наявності відмінностей;
- 5) визначити сильні та проблемні аспекти реалізації підходу й підготувати рекомендації щодо його подальшого вдосконалення.

Експеримент будувався як квазіекспериментальне дослідження з контрольною та експериментальною групами. Він був проведений у 2024–2025 навчальному році на базі Тернопільського академічного ліцею «Генезис». За структурою він передбачав три основні етапи, кожен з яких мав специфічні цілі та методи.

Констатувальний етап експерименту проводився на початку дослідження з метою з'ясування вихідного стану знань та умінь учнів у галузі візуалізації даних. Цей етап включав проведення анкетування учнів для виявлення їхнього досвіду роботи з даними та програмними засобами для їх обробки. Крім того, здійснювалось тестування учнів на предмет знання основних типів діаграм, їхніх характеристик та принципів їх застосування. Важливою частиною констатувального етапу було аналізування творчих робіт учнів (спроб самостійно створити прості діаграми) для оцінювання рівня їхніх практичних умінь. На основі отриманих даних було здійснено формування експериментальної та контрольної груп із забезпеченням їх порівнюваності за рівнем знань та вмінь.

Формувальний етап експерименту включав саму реалізацію. Учні експериментальної групи залучалися до проходження курсу «Основи візуалізації даних» на платформі Udey. Крім того, вони залучалися до участі у позаурочній

діяльності, яка організовувалась у формі консультацій. На цьому етапі учні вели активну роботу з виконання практичних завдань та проєктних робіт, пов'язаних з аналізом реальних наборів даних та створенням відповідних візуалізацій.

Учні контрольної групи продовжували навчатися за традиційною програмою інформатики без спеціалізованого вивчення візуалізації даних. Однак вони мали доступ до матеріалів з табличних процесорів, які передбачені стандартною програмою з інформатики, що забезпечило певний базовий рівень знань у цій галузі.

Контрольний етап експерименту проводився наприкінці формувального етапу для оцінювання результатів. На цьому етапі було здійснено повторне тестування учнів за схожими тестами, що використовувалися на констатувальному етапі, для оцінювання засвоєння теоретичного матеріалу. Проводився аналіз проєктів учнів для оцінювання якості практичних умінь. Крім того, з учнями проводилось опитування щодо їхнього задоволення курсом, його користі та впливу на розуміння матеріалу. На контрольному етапі здійснювалось порівняння показників експериментальної та контрольної груп з метою виявлення різниць. Також проводилась обробка всіх зібраних даних для встановлення динаміки змін та порівняння результатів груп.

Експеримент проводився за участю учнів 9 класів. Загальна кількість учасників становила 25 осіб, які були розділені на експериментальну групу (13 осіб) та контрольну групу (12 осіб).

Експериментальна група складалася з учнів, які відповідали визначеним критеріям. По-перше, вони мали достатній рівень комп'ютерної грамотності для успішного опанування матеріалу курсу. По-друге, вони були готові використовувати розроблений онлайн-курс.

Контрольна група була укомплектована таким чином, щоб бути максимально подібною до експериментальної групи за своєю структурою та ключовими характеристиками. Це забезпечило можливість достовірного порівняння результатів та мінімізувало вплив зовнішніх факторів на результати експерименту.

Для комплексного оцінювання ефективності було використано комбінацію якісних та кількісних методів дослідження, що забезпечило всебічне вивчення впливу методики на учнів.

Тестування застосовувалось для оцінювання засвоєння теоретичного матеріалу, пов'язаного з основами візуалізації даних. Тести включали як запитання на вибір однієї або кількох правильних відповідей, так і відкриті запитання, які перевіряли глибину розуміння матеріалу. Тестові завдання перевіряли знання типів діаграм та їхніх характеристик, принципів ефективної візуалізації, критеріїв вибору методу представлення даних залежно від типу інформації та цільової аудиторії. Тестування проводилось двічі: на констатувальному етапі експерименту (до впровадження методики) та на контрольному етапі (після завершення навчання) для встановлення динаміки змін у знаннях учнів.

Аналіз проєктів передбачав детальне оцінювання якості діаграм, графіків та інших форм візуалізацій, самостійно створених учнями. Роботи оцінювались за встановленими критеріями, включаючи коректність представлення даних (чи були дані правильно перенесені з таблиці до діаграми, чи не допущено помилок у масштабуванні та інтерпретації), дотримання принципів композиції та дизайну (гармонія, баланс, ієрархія елементів), зрозумілості для цільової аудиторії (чи розуміє користувач, що намагається донести автор) та відповідності обраного типу діаграми. Аналіз проводився як на констатувальному етапі (роботи, створені учнями за власною ініціативою), так і на контрольному етапі (проєктні роботи, створені під час завершення курсу).

Опитування учнів (анкетування) проводилось з метою виявлення їхніх суб'єктивних оцінок та думок щодо якості курсу, його корисності для формування практичних умінь, впливу на розуміння матеріалу та загальної задоволеності результатами навчання. Анкета включала як запитання з фіксованими варіантами відповідей, так і відкриті запитання для збирання якісної інформації, що дозволило учням виразити свої думки власними словами.

Оцінювання ефективності експерименту здійснювалось за кількома взаємопов'язаними критеріями, кожен з яких мав конкретні показники та методи вимірювання.

Першим критерієм виступав рівень теоретичних знань учнів. Показниками для цього критерію служили результати тестування на предмет знання типів діаграм, їхніх характеристик, принципів візуалізації та правил вибору методу представлення даних. Оцінювання проводилось за 100-балальною шкалою, що дозволило встановити кількісні показники та порівняти результати до та після навчання.

Другим критерієм була якість практичних умінь у створенні візуалізацій. Показниками служили оцінки проєктів учнів (діаграм, інфографіки, дашбордів) за спеціально розробленим переліком, який включав в себе оцінювання коректності представлення даних, естетичності дизайну, зрозумілості та доцільності обраного типу візуалізації.

Третім критерієм виступав розвиток критичного мислення та навичок аналізу. Показниками служили здатність виявляти помилки та спотворення у візуальній інформації, обґрунтованість суджень та конструктивність викладеної критики.

Четвертим критерієм був рівень задоволення учнів. Показниками служили результати опитування щодо користі курсу, впливу на розуміння матеріалу та намірів продовжити вивчення теми у майбутньому.

П'ятим критерієм виступала мотивація учнів до подальшого навчання та розвитку умінь. Показниками служили кількість самостійно виконаних проєктів не враховуючи обов'язкові завдання, визначення професійних інтересів та обговорення можливості майбутньої кар'єри у галузях, пов'язаних з аналізом та візуалізацією даних.

Для аналізу якісних даних (відповідей на відкриті запитання анкет) використовувався якісний аналіз з виділенням ключових тем, закономірностей та категорій, які повторюються у висловленнях та спостереженнях. Цей метод дозволив глибше зрозуміти суб'єктивні враження та досвід учнів..

Таким чином, проведений експеримент мав комплексний характер, поєднуючи кількісні та якісні методи оцінювання, що забезпечило всебічне та глибоке вивчення ефективності розробленого курсу у контексті навчання візуалізації даних в реальній освітній практиці.

3.2. Результати констатувального етапу експерименту

Констатувальний етап експерименту мав на меті з'ясування вихідного рівня знань та практичних умінь учнів у галузі візуалізації даних до впровадження розробленого курсу. Він включав комплексну оцінку компетентностей обох груп.

У дослідженні брали участь учні 9 класів з одного навчального закладу. Експериментальна група складалася з 13 учнів. Контрольна група складалася з 12 учнів. За віковим складом обидві групи були однорідними, переважну більшість становили учні 14-15 років.

Важливим показником для формування груп був попередній досвід роботи з програмними засобами. При анкетуванні з'ясовано, що більшість учнів обох груп мали досвід роботи з Microsoft Excel ($\approx 85\%$ експериментальної групи та $\approx 83\%$ контрольної групи), однак глибину знання цих інструментів можна охарактеризувати як поверхневу. Лише $\approx 15\%$ учнів експериментальної групи та $\approx 8\%$ контрольної групи раніше займалися створенням діаграм у електронних таблицях у межах шкільної програми з інформатики.

На констатувальному етапі було проведено тестування учнів для оцінювання вихідного рівня теоретичних знань у галузі візуалізації даних. Тест складався з 20 завдань, у яких перевірялись знання основних типів діаграм, їхніх характеристик, принципів вибору типу візуалізації та правил ефективного представлення інформації.

Результати тестування показали, що вихідний рівень знань у обох групах був приблизно однаковим. Середня кількість правильних відповідей в експериментальній групі становила 8,3 завдань з 20 ($\approx 42\%$), а в контрольній групі — 8,1 завдань ($\approx 40\%$). Розподіл результатів виявив, що найменше помилок

допускали учні при відповідях на запитання про основні типи діаграм (стовпчаста, лінійна, кругова), де правильно відповіли $\approx 62\%$ учнів в експериментальній групі та $\approx 66\%$ в контрольній групі.

Проте при розгляді більш складних запитань, пов'язаних з обґрунтуванням вибору типу діаграми за умовами задачі, результати були значно гірші. На запитання «Яку діаграму ви використали б для представлення змін показника протягом часу?» правильно відповіли лише $\approx 31\%$ учнів експериментальної групи та $\approx 33\%$ контрольної групи. Це свідчить про те, що учні мали базові знання про типи діаграм, але не розуміли глибоко принципів вибору відповідного типу візуалізації для конкретної задачі.

Практичні уміння учнів оцінювались через аналіз робіт, у яких їм пропонувалось самостійно створити діаграму на основі простого набору даних. Учнів попросили створити графічне представлення для набору даних, що показував кількість днів з осадями у кожному місяці року. Це завдання дозволило оцінити не лише технічні навички роботи з програмним забезпеченням, але й розуміння принципів вибору типу діаграми та естетичне оформлення роботи.

При аналізуванні робіт виявлено, що більшість учнів в обох групах здатні були відкрити електронну таблицю та побудувати діаграму, користуючись інструментами програми. Однак якість створених робіт була неоднорідною. Приблизно 62% робіт в експериментальній групі та 50% в контрольній групі отримали оцінку «задовільно» за такими параметрами як коректність представлення даних та загальна структурованість. У цих роботах дані були представлені без помилок, проте дизайн діаграм був простим, без урахування принципів естетичного оформлення.

Близько 23% робіт в експериментальній групі та 33% в контрольній групі отримали оцінку «недостатньо» через наявність помилок у представленні даних, неправильне масштабування осей або невідповідний вибір типу діаграми. Наприклад, деякі учні використали кругові діаграми для представлення часових рядів, що не забезпечило наочного представлення динаміки змін.

Лише близько 15 % робіт в експериментальній групі та близько 17 % робіт в контрольній групі отримали оцінку «добре» або «відмінно». Ці роботи вирізнялись не лише коректністю, але й думкою про оформлення: учні використали відповідні кольори, легенди, заголовки, що робило діаграми легкими для сприйняття.

Для більш детального вивчення розуміння учнями основних принципів ефективної візуалізації було проведено опитування. Учнів запросили оцінити, наскільки вони згодні з твердженнями щодо принципів представлення даних, використовуючи 5-бальну шкалу Лікерта (від 1 — «категорично не згодні» до 5 — «категорично згодні»).

Твердження «Добра діаграма має бути простою та зрозумілою» отримало високі оцінки у обох групах (середня оцінка 4,2 в експериментальній групі та 4,1 в контрольній групі), що свідчить про інтуїтивне розуміння важливості простоти. Проте оцінки на твердження «Вибір типу діаграми залежить від типу та кількості даних» були значно нижчими (середня оцінка 2,8 в експериментальній групі та 2,9 в контрольній групі), що вказує на недостатнє розуміння важливості узгодження форми представлення з характером інформації.

Твердження про роль кольорів та дизайну в сприйнятті інформації також отримало низькі оцінки (2,6 та 2,7 відповідно), що говорить про те, що учні мало замислюються над естетичними аспектами візуалізації.

На констатувальному етапі також було перевірено, чи мають учні навички критичного аналізу візуалізацій. Учнім було запропоновано три приклади діаграм, дві з яких містили помилки або спотворення (розривчаста шкала на осі, що перебільшує відмінності, та використання діаграм, що не відповідають типу даних). Їх попросили визначити, які діаграми є коректними, а які можуть вводити в оману.

Результати показали, що у обох групах критичні навички були розвинені слабо. Правильно визначили всі дві помилки лише ≈ 23 % учнів експериментальної групи та ≈ 25 % контрольної групи. Приблизно половина учнів (46 % в експериментальній та 50 % в контрольній групі) визначили

щонайменше одну помилку, але не змогли правильно проаналізувати всі приклади. Решта учнів не змогли виявити жодної помилки, що вказує на відсутність критичного мислення щодо візуальної інформації.

На констатувальному етапі було проведено також опитування щодо мотивації та інтересу учнів до вивчення візуалізації даних. На запитання «Наскільки вас цікавить тема візуалізації даних?» учні відповідали на 5-бальній шкалі. У експериментальній групі середня оцінка становила 3,4, а в контрольній групі — 3,2, що вказує на помірний інтерес до теми.

При опитуванні про причини зацікавленості (дозволялося обирати кілька варіантів) вибір вказав на практичну застосовуваність знань ($\approx 50\%$ учнів в обох групах), можливість творчого самовираження ($\approx 44\%$) та професійну значущість ($\approx 36\%$). Однак значна частина учнів (30%) зазначила, що не розуміють, чому їм потрібні навички візуалізації даних, та вважають цю тему малозначущою.

Результати констатувального етапу дозволили встановити, що експериментальна та контрольна групи були добре порівняні за усіма ключовими показниками на початку експерименту. Вихідний рівень теоретичних знань був низьким в обох групах, практичні уміння були розвинені на рівні базових навичок, а розуміння принципів ефективної візуалізації та критичного аналізу візуалізацій було недостатнім.

Особливо важливим висновком було те, що учні мали інтуїтивне розуміння деяких аспектів (як-то значення простоти діаграм), але не розуміли глибоко принципів вибору типу візуалізації та не були здатні критично аналізувати візуальну інформацію. Цей вихідний рівень підтвердив доцільність розроблення та впровадження спеціалізованої методики навчання візуалізації даних, яка би систематично розвивала ці компетентності.

Констатувальний етап встановив чітку базову лінію для подальшого порівняння результатів в експериментальній та контрольній групах після впровадження розробленої методики.

3.3. Результати формувального етапу експерименту та їх аналіз

Формувальний етап експерименту охоплював реалізацію розробленого курсу з навчання візуалізації даних в експериментальній групі. На завершення цього етапу було проведено контрольне тестування та аналіз результатів з метою встановлення ефективності.

На контрольному етапі експерименту експериментальна та контрольна групи пройшли повторне тестування за аналогічними завданнями, що дозволило встановити динаміку змін у знаннях учнів. Результати показали значні розбіжності між групами.

У експериментальній групі середня кількість правильних відповідей зросла з 8,3 завдань (42 %) на констатувальному етапі до 15,7 завдань (78,5 %) на контрольному етапі, що становить приріст на 36,5 відсоткових пункти. У контрольній групі, яка продовжувала навчатися за традиційною програмою, також спостерігалось певне поліпшення: з 8,1 завдань (40 %) до 9,8 завдань (49 %), що становить приріст лише на 9 відсоткових пунктів.

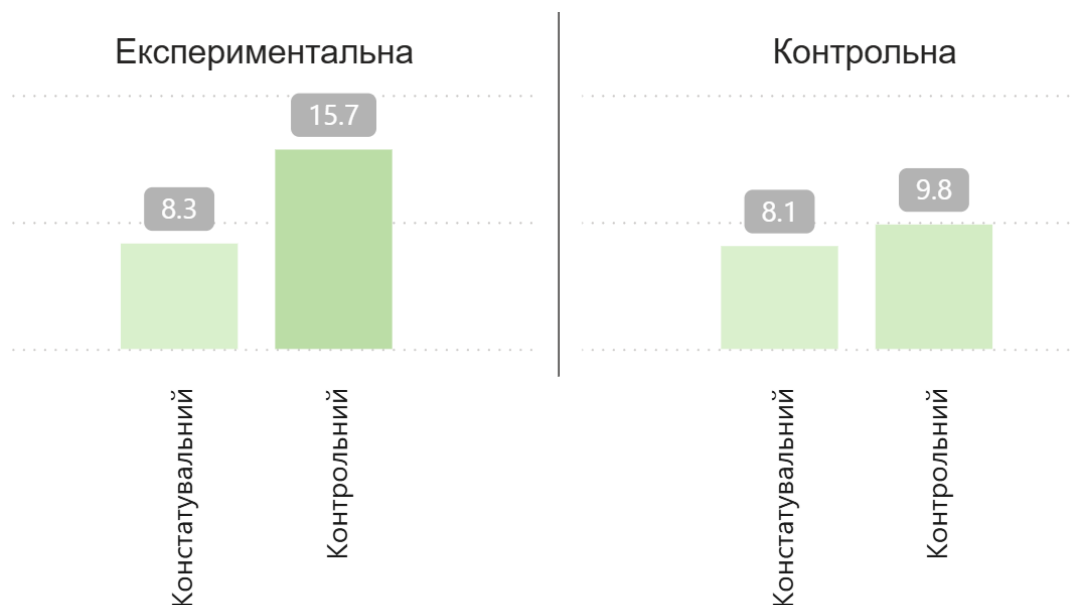


Рис. 3.1. Середня кількість правильних відповідей у тесті

Аналіз по окремих типах завдань показав, що найбільш значні зміни сталися у розумінні принципів вибору типу діаграми залежно від характеру даних. На констатувальному етапі на це завдання правильно відповіли $\approx 31\%$

учнів експериментальної групи, а на контрольному етапі правильно відповіли вже $\approx 69\%$ учнів. У контрольній групі цей показник змінився з $\approx 33\%$ до 50% , що демонструє позитивний, але набагато менш значний вплив традиційної програми.

При розгляді завдань, спрямованих на розпізнавання маніпуляцій і помилок у графіках, результати експериментальної групи також істотно поліпшилися. На констатувальному етапі лише $\approx 23\%$ учнів експериментальної групи змогли правильно виявити всі помилки у трьох запропонованих візуалізаціях, тоді як на контрольному етапі цей показник зріс до 61% . Важливо зазначити, що наведений показник характеризує саме рівень ідентифікації помилок (розпізнавання некоректних елементів), тоді як поглиблений аналіз із поясненням наслідків і пропозиціями щодо виправлення оцінювався окремо. У контрольній групі зміни були менш вираженими: частка учнів, які правильно визначили всі помилки, зросла з $\approx 25\%$ до $\approx 33\%$.

Оцінювання практичних умінь показало ще більш яскравий приріст якості в експериментальній групі. На констатувальному етапі 62% робіт отримали оцінку «задовільно», 23% — «недостатньо» та 15% — «добре/відмінно». На контрольному етапі розподіл змінився на $\approx 15\%$ «недостатньо», $\approx 31\%$ «задовільно», $\approx 38\%$ «добре» та $\approx 16\%$ «відмінно».

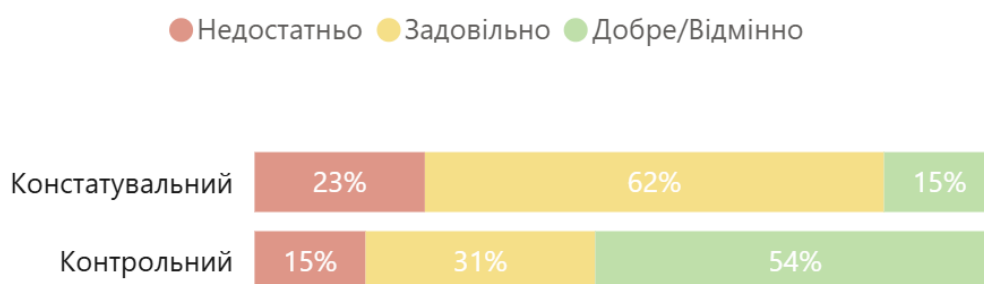


Рис. 3.2. Відсотковий розподіл оцінок якості практичних робіт в експериментальній групі

Особливо важливо, що на контрольному етапі учні демонстрували значно глибше розуміння відповідності типу діаграми характеру даних. Коли їм пропонувалось представити часовий ряд даних, вони переважно обирали лінійні

графіки замість кругових діаграм, що було неправильно на констатувальному етапі. Крім того, більшість робіт демонстрували увагу до естетичного оформлення: використання контрастних кольорів, легенд, інформативних заголовків.

У контрольній групі якість робіт також дещо покращилась, проте значно менше. На контрольному етапі розподіл оцінок становив $\approx 17\%$ «недостатньо», $\approx 58\%$ «задовільно», $\approx 17\%$ «добре» та $\approx 8\%$ «відмінно». Це свідчить про те, що традиційна програма з електронних таблиць сприяла певному розвитку практичних умінь, проте недостатньо ефективно розвивала розуміння принципів ефективної візуалізації.

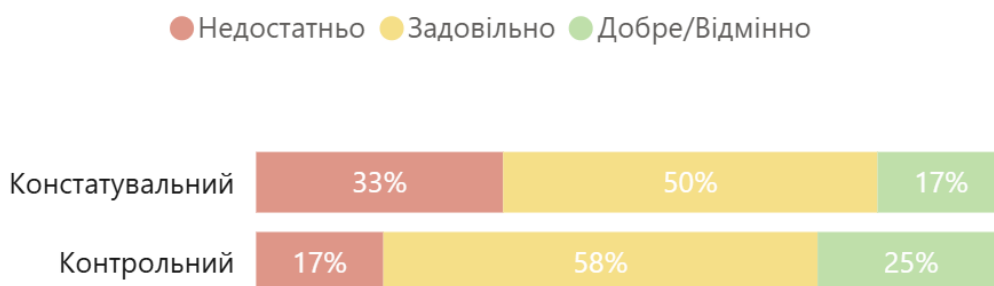


Рис. 3.3. Відсотковий розподіл оцінок якості практичних робіт в контрольній групі

Одним з найважливіших результатів експерименту був розвиток в учнів критичного мислення щодо візуальної інформації. На контрольному етапі було запропоновано завдання вищого рівня складності, ніж на констатувальному етапі. Учні попросили не лише виявити помилки у графіках, але й пояснити, як дані помилки могли би вплинути на висновки людини, яка аналізує графік, та як можна було б виправити ці помилки.

На констатувальному етапі виконання завдання такого рівня складності виявилось проблемним: переважна більшість учнів не змогла надати аргументований аналіз причин помилки та її впливу на інтерпретацію даних. На контрольному етапі $\approx 54\%$ учнів експериментальної групи продемонстрували вищий рівень сформованості критичного аналізу: вони не лише виявляли помилку у візуалізації, а й пояснювали її можливі наслідки для висновків та

пропонували коректний спосіб виправлення. У контрольній групі аналогічний результат продемонстрували лише $\approx 25\%$ учнів, що свідчить про суттєві відмінності в динаміці розвитку відповідних умінь.

По завершенню формувального етапу було проведено опитування учнів експериментальної групи щодо їхньої задоволеності курсом. На запитання «Наскільки корисним виявився курс для вас?» $\approx 77\%$ учнів дали оцінку 4 або 5 балів (по 5-бальній шкалі). При цьому учні вказували, що курс дозволив їм розуміти, як правильно представляти дані, та навіщо це потрібно робити.

Наскільки корисним виявився курс для вас?

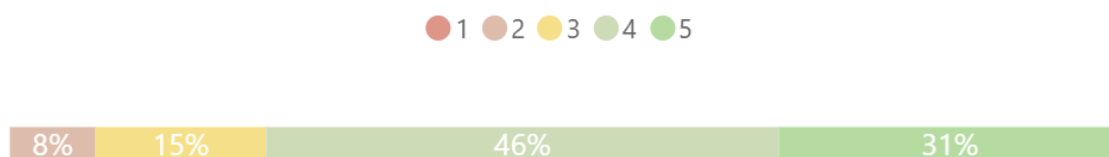


Рис. 3.4. Відсотковий розподіл оцінок задоволеності учнів експериментальної групи розробленим курсом

На запитання про конкретні аспекти курсу, що виявились найбільш корисними, учні часто згадували практичні проєкти та роботу з реальними даними (56 % відповідей).

Проте учні також вказали на деякі труднощі. 32 % учнів зазначили, що матеріал був складним для розуміння в окремих місцях, особливо при розгляді складних типів діаграм та принципів композиції. 28 % учнів відзначили нестачу часу на виконання всіх завдань курсу.

Важливим результатом експерименту був зростаючий інтерес учнів до теми. На констатувальному етапі середня оцінка інтересу до візуалізації даних у експериментальній групі становила 3,4 бала. На контрольному етапі вона зросла до 4,1 бала. При цьому $\approx 46\%$ учнів експериментальної групи зазначили, що розглядають можливість розвитку навичок в цій галузі та навіть цікавляться професійними можливостями, пов'язаними з аналізом та представленням даних.

Учні також виявили більше розуміння практичного застосування знань. На запитання «Де ви можете застосувати навички візуалізації даних?» на

констатувальному етапі більшість учнів не мала чітких відповідей. На контрольному етапі учні називали конкретні приклади: представлення результатів шкільних проєктів, аналіз даних у соціальних мережах, потенційне використання в майбутній кар'єрі.

При порівнянні показників тестування знань було встановлено, що різниця між експериментальною групою (15,7 завдань) та контрольною групою (9,8 завдань) становить 5,9 завдань. Цей результат демонструє, що розроблена методика суттєво ефективніша за традиційну програму в формуванні теоретичних знань.

При аналізі якості практичних робіт використовувалась середня оцінка. Експериментальна група отримала середню оцінку 3,7 бала (по 5-бальній шкалі), а контрольна група — 2,8 бала.

Розвиток критичного мислення також показав значущу різницю. Частка учнів, які змогли глибоко проаналізувати помилки у графіках, у експериментальній групі становила $\approx 61\%$, а в контрольній групі — $\approx 33\%$. Відношення становить 1,8, що свідчить про те, що учні експериментальної групи мають у 1,8 рази вищу ймовірність розвинути навички критичного аналізу.

Окрім кількісних результатів, було проведено якісний аналіз відповідей учнів на відкриті запитання анкет. Аналіз виявив кілька ключових тем у висловленнях учнів.

По-перше, учні підкреслювали, що систематичне вивчення принципів візуалізації дозволило їм усвідомити, що створення діаграм – це не просто механічна операція у програмі, а творча і обдумана діяльність. Один з учнів писав: «Раніше я просто натискав кнопку «діаграма» в Excel, бо так писало у завданні, а тепер розумію, чому я це роблю».

По-друге, учні підкреслювали практичну цінність супровідних матеріалів курсу. На їхню думку, наявність підготовлених файлів з даними та інструкцій до завдань спрощувала роботу.

По-третє, деякі учні висловлювали задоволення від того, що вивчені принципи стали для них інструментом для критичної оцінки інформації, яку вони

бачать у засобах масової інформації та соціальних мережах. Один з учнів зазначив: «Тепер я звертаю увагу на те, як подаються графіки в новинах, і часто виявляю спотворення».

Результати формувального етапу експерименту демонструють високу ефективність розробленої методики навчання візуалізації даних. Експериментальна група показала значні поліпшення у всіх оцінюваних показниках: теоретичні знання поліпилися на 36,5 відсоткові пункти, якість практичних робіт зросла зі значною різницею у розподілі оцінок, а розвиток критичного мислення виявився однією з найбільш вражаючих змін.

Порівняльний аналіз результатів підтвердив, що виявлені різниці між експериментальною та контрольною групами є значущими, що може свідчити про ефективність. При цьому якісний аналіз висловлень учнів показав, що розроблена методика не лише покращила їхні знання та уміння, але й сприяла розвитку критичного мислення, мотивації до подальшого навчання та розумінню практичної цінності набутих компетентностей.

Висновки до третього розділу

У третьому розділі було здійснено практичну частину дослідження, що передбачала організацію та проведення педагогічного експерименту для експериментальної перевірки ефективності розробленого курсу. У межах розділу описано організацію експерименту (квазіексперимент із контрольною та експериментальною групами), його етапи (констатувальний, формувальний і контрольний) та використані методи збору й оцінювання результатів (тестування, аналіз практичних робіт, анкетування).

Проведений педагогічний експеримент підтвердив ефективність розробленої методики навчання візуалізації даних учнів 9-х класів у межах вивчення інформатики. Загалом аналіз результатів експерименту дає підстави стверджувати, що впровадження спеціалізованого навчального курсу (із систематичним опрацюванням правил вибору діаграм, виконанням практичних завдань і роботою з прикладними даними) забезпечує помітно вищий рівень

теоретичної підготовки та сформованості практичних умінь, ніж лише навчання за традиційною програмою. Важливим наслідком стало й посилення здатності учнів критично аналізувати візуальну інформацію: вони краще розпізнавали помилки й маніпуляції у графіках, а також могли аргументувати їхній вплив на висновки та пропонувати коректні способи виправлення. Отримані результати порівняльного аналізу підтверджують висунуті гіпотези та свідчать про доцільність упровадження розробленої методики в освітню практику.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі здійснено теоретичне обґрунтування та експериментальну перевірку ефективності методики навчання візуалізації даних у курсі інформатики та в межах позаурочної діяльності учнів закладу загальної середньої освіти. Проведене дослідження дало змогу узагальнити результати та підтвердити результативність розробленого навчального курсу «Основи візуалізації даних», реалізованого на платформі Udemu.

По-перше, у роботі розкрито теоретичні засади візуалізації даних як педагогічного інструменту навчання інформатики, окреслено її місце у формуванні data literacy та візуальної грамотності учнів, а також проаналізовано підходи й принципи побудови коректних візуалізацій. Здійснено класифікацію методів і типів візуалізацій, систематизовано типові помилки та маніпуляції у графіках (зокрема проблеми некоректних шкал, 3D-ефектів тощо) і показано їхній вплив на сприйняття та інтерпретацію інформації.

По-друге, виконано огляд і порівняльний аналіз інструментів створення візуалізацій (від табличних процесорів до спеціалізованих платформ), зокрема розглянуто можливості Microsoft Excel і Tableau для навчальних цілей. Це дозволило обґрунтувати вибір програмних засобів та підходів, які є доступними й доцільними для використання в умовах школи.

По-третє, розроблено та впроваджено навчальний онлайн-курс «Основи візуалізації даних» на платформі Udemu, який структуровано у 5 модулів і 14 відеолекцій та доповнено практичними завданнями й проєктами. Зазначений курс передбачає повний комплект навчальних матеріалів і може використовуватися вчителями та учнями.

По-четверте, організовано та проведено педагогічний експеримент із порівнянням експериментальної (13 учнів) і контрольної (12 учнів) груп, що дало змогу здійснити аналіз отриманих результатів і визначити ефективність розробленої методики. Порівняльний аналіз констатувального й контрольного етапів засвідчив суттєвіші позитивні зміни в експериментальній групі: середній результат тестування зріс з 8,3/20 ($\approx 42\%$) до 15,7/20 (78,5%), тоді як у

контрольній — з 8,1/20 ($\approx 40\%$) до 9,8/20 (49%). Також зафіксовано кращу динаміку розвитку умінь критичного аналізу візуальної інформації: частка учнів, які правильно ідентифікували всі помилки у запропонованих візуалізаціях, в експериментальній групі зросла до $\approx 61\%$, тоді як у контрольній — до $\approx 33\%$.

Отже, результати дослідження дають підстави стверджувати, що розроблений курс на Udemу є ефективними для підвищення рівня теоретичних знань, якості практичних умінь у створенні візуалізацій і розвитку критичного мислення учнів у роботі з графічним поданням даних.

Подальшого вивчення потребують питання розширення та вдосконалення розробленого онлайн-курсу з візуалізації даних, зокрема: автоматизації перевірки практичних робіт і надання персоналізованого зворотного зв'язку, адаптації навчальних траєкторій учнів залежно від їхнього рівня підготовки, а також інтеграції курсу з інструментами змішаного та дистанційного навчання. Також перспективним є розширення спектра наборів даних і програмних засобів (від табличних процесорів до BI/візуалізаційних платформ) та проведення повторної апробації на більшій вибірці для підвищення узагальнюваності результатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Биков В.Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія. Київ : Атіка, 2008. 684 с.
2. Биков В.Ю., Лещенко М.П., Тимчук Л.І. Цифрова гуманістична педагогіка: посібник. Київ: ІТЗН НАПН України, 2017. 84 с.
3. Бойко О.П., Удот А.О. Інтеграція аналізу та візуалізації даних в навчальні проекти для профільних класів інформатики // Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доп. XXI Всеукр. конф. студентів і молодих науковців, Одеса, 26 квітня 2024 р. Одеса, 2024. С. 71-72.
4. Державний стандарт базової середньої освіти : затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення 12.01.2024).
5. Громко Г.Ю., Шевчук П.Г., Ковбаса В.М. Модельна навчальна програма «Інформатика. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти. Наказ МОН України №1001 від 16.08.2023. URL: https://drive.google.com/file/d/1_8AEFzhhbSl0Za2PLtMJLC5K9neOcE2c/view (дата звернення 15.01.2024).
6. Завадський І.О., Коршунова О.В., Твердохліб І.А. Модельна навчальна програма «Інформатика. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти. Наказ МОН України №1001 від 16.08.2023. URL: <https://drive.google.com/file/d/1hZO4NDzpOphXbcA-qMi47h5eMYifrJRS/view> (дата звернення 16.01.2024).
7. Закон України «Про повну загальну середню освіту»: від 16.07.2020 № 463-IX. Відомості Верховної Ради України. 2020. № 31. Ст. 226. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text> (дата звернення 14.01.2024).
8. Кравець Л.С. Особливості використання табличного процесора Microsoft Excel. У: Математичні методи, моделі та інформаційні технології в управлінні підприємством: тези доп. III студ. вузів. наук. конф. до 20-річчя

кафедри економічної кібернетики та інформаційних систем. Вінниця: ВТЕІ КНТЕУ, 5 листопада 2018. С. 145-146.

9. Луціва Д. Аналіз засобів візуалізації даних. У: Modern Ways of Solving the Latest Problems in Science: матер. міжнар. наук. конф. Варна, Болгарія, 20-23 вересня 2022. С. 458.

10. Машкіна І.В., Носенко Т.І. Power BI для візуалізації і аналізу даних для фахівців, науковців і студентів. У: Відповідальні за випуск: М.М. Астаф'єва, Д.М. Бодненко, О.М. Глушак, Г.А. Кучаковська: матер. наук. конф. Київ, 2021. С. 68.

11. Мельничук Я.О., Кравченко С.М. Аналіз даних та візуалізація за допомогою мови Python. У: Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення – 2017: матер. наук.-практ. конф. Житомир, 17-19 жовтня 2017. Житомир: ЖДТУ, 2017. С. 54.

12. Модельні навчальні програми. Інформатична освітня галузь. 5-6 класи (Радченко С.С., Боровцова Є.В.; Козак Л.З., Ворожбит А.В.; Ривкінд Й.Я. та ін.). Інститут модернізації змісту освіти. URL: <https://imzo.gov.ua/model-ni-navchal-ni-prohramy/informatychna-osvitnia-haluz/> (дата звернення 15.01.2024).

13. Морзе Н.В., Барна О.В. Модельна навчальна програма «Інформатика. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти. Наказ МОН України №1090 від 06.09.2023. URL: https://drive.google.com/file/d/1PSmRpXQl_06QH_Okj_WDk7ywxXXB_o7_/view (дата звернення 22.12.2025).

14. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої освіти / Міністерство освіти і науки України. 2016. С. 11–12 URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення 11.01.2025).

15. Окунькова О.О. Візуалізація даних. Від простого до складного. Вчені записки. Житомир: Держ. ун-т «Житомирська політехніка», 2022. С. 67-72.

16. Руденко Н.О. Особливості використання Power BI Desktop та Tableau Desktop для аналізу та візуалізації. У: Могилянські читання–2023: досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний контекст: матер. міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2023. С. 58.

17. Усата О.Ю., Кулик С.П. Інтерактивне навчання веброзробці: огляд сучасних онлайн-платформ. Наука і техніка сьогодні. 2025. № 42. С. 1403-1415.

18. Loiko V., Bober L. Цифрові інструменти візуалізації даних в організаційному управлінні портфелями проєктів. Європейський науковий журнал Економічних та Фінансових інновацій. 2025. № 4.18. С. 624-635.

19. Anscombe F.J. Graphs in Statistical Analysis. American Statistician. 1973. Vol. 27. No. 1. pp. 17–21.

20. Bertin J. Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps. Madison: University of Wisconsin Press, 1983. 415 p.

21. Borland D., Taylor II R.M. Rainbow Color Map (Still) Considered Harmful. IEEE Computer Graphics and Applications. 2007. Vol. 27. No. 2. pp. 14–17.

22. Bruner J.S. The Process of Education. Cambridge : Harvard University Press, 1960. 97 p.

23. Cairo A. The Truthful Art: Data, Charts, and Maps for Communication. Indianapolis: New Riders, 2016. 240 p.

24. Chandler P., Sweller J. Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. Cognition and Instruction. 1991. Vol. 8. No. 4. pp. 293–332.

25. Few S. Show Me the Numbers: Designing Tables and Graphs to Enlighten. 2nd ed. Oakland: Analytics Press, 2012. 371 p.

26. Kelley T.R., Knowles J.G. A conceptual framework for integrated STEM education. International Journal of STEM Education. 2016. Vol. 3. Art. 11. P. 1-11.

URL:
<https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-016-0046-z> (дата звернення 06.01.2024).

27. Koffka K. Principles of Gestalt Psychology. New York: Harcourt, Brace, 1935. 709 p.
28. Kosslyn S.M. Graph Design for the Eye and Mind. New York: Oxford University Press, 2006. 288 p.
29. Krathwohl D.R., Anderson L.W. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. New York : Longman, 2001. 352 p.
30. Lengler R., Eppler M.J. A Periodic Table of Visualization Methods. University of Lugano, 2007. URL: <https://scispace.com/pdf/towards-a-periodic-table-of-visualization-methods-of-43lp2gqrbi.pdf> (дата звернення 07.01.2024).
31. Mayer R.E. Multimedia Learning. 3rd ed. Cambridge. Cambridge University Press, 2020. pp. 224-268.
32. Naparin H., Saad A.B. Infographics in education: Review on infographics design. The International Journal of Multimedia & Its Applications. 2017. Vol. 9. No. 4. P. 5.
33. OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030. Paris : OECD Publishing, 2019. URL: <https://www.oecd.org/education/2030-project/> (дата звернення 08.01.2024).
34. Paivio A. Mental Representations: A Dual Coding Approach. Oxford : Oxford University Press, 1986. 322 p.
35. Rebman C.M. та ін. An Industry Survey of Analytics Spreadsheet Tools Adoption: Microsoft Excel vs Google Sheets. Information Systems Education Journal. 2023. Vol. 21. No. 5. P. 29-42.
36. Renganathan V. Business Intelligence: an overview. 2021. 150 с.
37. Shneiderman B. The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations. Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages. 1996. pp. 336–343.
38. Sweller J., Ayres P., Kalyuga S. Cognitive Load Theory. New York : Springer, 2011. 290 p.

39. Tufte E.R. The Visual Display of Quantitative Information. 2nd ed. Cheshire: Graphics Press, 2001. 197 p.
40. Vasundhara S. Data visualization view with Tableau. Stoch Model Appl. 2021. Vol. 25. P. 178-187.