
Теоретико-методичні підходи щодо проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики

Руслана Колісник

кафедра алгебри та інформатики факультету математики та інформатики, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна

ORCID:0000-0001-7796-7760

Іван Житарюк

кафедра алгебри та інформатики факультету математики та інформатики, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна

ORCID:0000-0003-2154-6312

Вікторія Лучко

кафедра алгебри та інформатики факультету математики та інформатики, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна

ORCID:0000-0002-2388-7711

Анотація: У статті досліджено теоретико-методичні підходи щодо проєктування інтегрованих математики та інформатики в умовах реалізації компетентнісної парадигми освіти та цифрової трансформації освітнього процесу. Актуальність дослідження зумовлена потребою вдосконалення методики навчання шляхом інтеграції змісту навчальних дисциплін, що забезпечує формування ключових і предметних компетентностей учнів, розвиток їхнього критичного мислення, дослідницьких умінь та здатності застосовувати набуті знання для розв'язання практичних завдань. Метою статті є теоретичне обґрунтування та розроблення структурно-функціональної моделі проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики, а також визначення педагогічних умов її ефективної реалізації. Для досягнення поставленої мети використано комплекс теоретичних методів дослідження: аналіз, синтез, узагальнення, систематизацію наукових джерел, порівняння сучасних педагогічних концепцій та моделювання. У статті проаналізовано сучасні підходи до інтегрованого навчання, STEM-освіти, використання цифрових технологій, діяльнісного, компетентнісного та проєктного підходів. Запропоновано авторську структурно-функціональну модель проєктування інтегрованого уроку, яка охоплює цільовий, концептуально-методологічний, змістовий, організаційно-технологічний, діяльнісно-процесуальний і результативно-оцінювальний компоненти. Розроблено алгоритм проєктування інтегрованого уроку та визначено педагогічні умови його ефективної реалізації, що передбачають цілеспрямований добір змісту, методів, цифрових інструментів і форм організації навчальної діяльності. Наукова новизна дослідження полягає в обґрунтуванні структурно-функціональної моделі проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики і визначенні взаємозв'язків між її компонентами. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання запропонованої моделі педагогами закладів загальної середньої освіти при плануванні інтегрованих уроків, STEM-проєктів і навчально-дослідницької діяльності та у процесі вдосконалення методики навчання математики та інформатики.

Ключові слова: інтегроване навчання; математика; інформатика; проєктування інтегрованого уроку; структурно-функціональна модель; цифрова компетентність; STEM-освіта; компетентнісний підхід.

1. Вступ

Сучасний етап розвитку освіти характеризується посиленням ролі міжпредметної інтеграції, цифровізації освітнього процесу та переходом від накопичення знань до формування здатності застосовувати їх у практичній діяльності. У цьому контексті особливої актуальності набуває проблема проєктування таких освітніх моделей, які забезпечують не лише засвоєння предметного змісту, й формування ключових компетентностей учнів.

Математика та інформатика сьогодні є тими навчальними дисциплінами, що мають значний потенціал для інтеграції, оскільки об'єднані спільними методами пізнання: алгоритмізацією, аналізом даних, моделюванням, формалізацією процесів та використанням сучасних інформаційних технологій. Застосування цифрових засобів у процесі навчання математики створює можливості для дослідження закономірностей, побудови моделей й практичного застосування математичного апарату.

Згідно з положеннями компетентнісного підходу сучасний учень має не лише володіти системою знань, а й уміти використовувати їх для вирішення реальних проблемних ситуацій [1]. Така тенденція посилюється процесами цифрової трансформації освіти, що передбачає формування цифрової компетентності учасників освітнього процесу й використання технологій як інструменту пізнання [2, 4].

Одним з перспективних напрямів реалізації таких завдань є інтегроване навчання, яке забезпечує встановлення змістових й діяльнісних зв'язків між різними освітніми галузями. Особливо актуальним є інтегрування математики та інформатики, оскільки воно відповідає розвитку STEM-освіти, у межах якої знання з різних дисциплін можна використовувати для створення практично значущих продуктів і розв'язання комплексних завдань.

Водночас аналіз освітньої практики свідчить про те, що проведення інтегрованих уроків часто обмежується формальним поєднанням матеріалу кількох предметів. Недостатньо розробленими є питання системного проєктування інтегрованих уроків, визначення їх структури, педагогічних умов ефективності та критеріїв оцінювання результатів.

А тому виникає необхідність теоретичного обґрунтування й розроблення моделі проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики, яка б забезпечувала узгодження цілей, змісту, методів, цифрових засобів й результатів навчання.

2. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єкт дослідження – процес організації інтегрованого навчання у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – теоретико-методичні підходи й педагогічні умови проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики.

3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування й розроблення структурно-функціональної моделі проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики в умовах компетентнісної орієнтації та цифровізації освіти.

Для досягнення поставленої мети виокремлено такі завдання: проаналізувати наукові підходи до проблеми інтегрованого навчання й цифрової трансформації освіти; визначити методологічні засади проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики; розробити структурно-функціональну модель такого проєктування; обґрунтувати алгоритм реалізації моделі й педагогічні умови її ефективного використання.

4. Аналіз літератури

Проблеми інтеграції змісту навчання, розвитку компетентнісної освіти та використання цифрових технологій є предметом дослідження багатьох вітчизняних і зарубіжних учених. У

сучасній педагогічній науці інтеграцію розглядають як засіб формування цілісної картини світу, розвитку системного мислення, міжпредметних зв'язків й забезпечення практичної спрямованості навчання.

Компетентнісний підхід, котрий визначає одним з провідних завдань освіти формування здатності використовувати набуті знання, уміння й навички у різних життєвих ситуаціях, ґрунтовно досліджено у праці Н. Бібік [1]. Авторка акцентує увагу на необхідності переходу від засвоєння інформації до розвитку ключових компетентностей та способів діяльності учнів. Реалізацію компетентнісного підходу відображено у Державному стандарті базової середньої освіти [7], який визначає інтеграцію змісту навчання, формування наскрізних умінь і розвиток ключових компетентностей як основні напрями модернізації сучасної освіти.

Проблеми цифровізації освіти й використання інформаційно-комунікаційних технологій висвітлено у працях В. Бикова [2], М. Жалдака, В. Лапінського та М. Шута [3], Н. Морзе, В. Вембер і М. Гладуна [4], а також О. Спіріна [5]. Дослідники розглядають цифрові технології як необхідний компонент сучасного освітнього середовища, який забезпечує індивідуалізацію навчання, розвиток дослідницьких умінь, цифрової компетентності й професійної підготовки педагогів. Особлива увага приділяється використанню комп'ютерно орієнтованих засобів навчання математики та інформатики, створенню цифрових освітніх ресурсів і формуванню інформаційної культури учнів.

Питання організації сучасного уроку та застосування інтерактивних технологій навчання розкрито у праці О. Пометун і Л. Пироженко [5]. Автори доводять, що інтерактивні методи навчання сприяють активізації пізнавальної діяльності учнів, розвитку критичного мислення, уміння працювати у групі та приймати самостійні рішення, що є важливими складовими інтегрованого навчання.

Особливе місце у сучасній освіті займає STEM-підхід. Концептуальні засади розвитку STEM-освіти визначено у Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [8]. Теоретичні основи інтегрованої STEM-освіти представлено у дослідженнях R. Bybee [9], який обґрунтовує необхідність поєднання науки, технологій, інженерії та математики для підготовки учнів до вирішення практичних проблем, а також T. Kelley і J. Knowles у [10] запропонували концептуальну модель інтегрованої STEM-освіти та визначили принципи її реалізації у навчальному процесі.

Вагомий внесок у розвиток цифрової педагогіки зробили Р. Mishra та М. Koehler [11], які запропонували модель технологічно-педагогічного-змістового знання (TPACK). Згідно з цією моделлю ефективне використання цифрових технологій у навчанні можливе лише за умови взаємодії предметного змісту, педагогічних методів і технологічних інструментів. Подальший розвиток цієї теорії представлено у дослідженні J. Voogt, P. Fisser, N. Pareja Roblin, J. Tondeur та J. van Braak [16], де здійснено системний аналіз застосування моделі TPACK у підготовці вчителів і визначено перспективи її використання в освітній практиці.

Проблему розвитку алгоритмічного й обчислювального мислення досліджено у праці J. Wing [12], де поняття *computational thinking* визначено як універсальний спосіб розв'язування проблем, що включає декомпозицію, пошук закономірностей, абстрагування й алгоритмізацію. Зазначені підходи мають безпосередній зв'язок з навчанням математики та інформатики і є важливими складовими сучасної цифрової грамотності.

Проектна діяльність як ефективний засіб інтеграції знань і розвитку ключових компетентностей досліджено у працях J. Thomas [13] та S. Bell [14]. Автори доводять, що проектне навчання сприяє розвитку самостійності учнів, навичок співпраці, дослідницької діяльності, творчого мислення і здатності створювати практично значущі результати. Ідеї творчого навчання та розвитку креативності через проектну діяльність продовжив М. Resnick [15], який обґрунтував концепцію навчання через захоплення, експериментування, спільну діяльність і створення власних проєктів.

У сучасних міжнародних дослідженнях також визначаються й стратегічні напрями розвитку освіти. У документах OECD Learning Compass 2030 [17] наголошується на

необхідності формування компетентностей майбутнього, розвитку критичного мислення, творчості, відповідальності та здатності навчатися впродовж життя. У Плані дій Європейської комісії щодо цифрової освіти на 2021-2027 роки [18] наголошується на важливості розвитку цифрової інфраструктури, цифрової компетентності педагогів і здобувачів освіти, а також на широкому впровадженні інноваційних технологій у навчальний процес. У доповіді UNESCO щодо використання штучного інтелекту в освіті [19] акцентовано увагу на можливостях застосування інтелектуальних цифрових технологій для персоналізації навчання та необхідності їх етичного використання. Вагомий внесок у дослідження чинників ефективності навчання зробив J. Hattie [20], який на основі масштабного метааналізу довів визначальну роль педагогічних методів, якісного зворотнього зв'язку та активної взаємодії між учителем і учнями у досягненні високих освітніх результатів.

Отже, аналіз наукових праць свідчить, що питання компетентнісного, інтегрованого та STEM-орієнтованого навчання, цифрової трансформації освіти, розвитку обчислювального мислення, проєктної діяльності та педагогічного використання цифрових технологій достатньо широко висвітлено у вітчизняній і зарубіжній науковій літературі. Водночас недостатньо дослідженими залишаються питання системного проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики в умовах цифрового освітнього середовища, визначення їхньої методичної структури, педагогічних умов реалізації та шляхів розвитку предметних й ключових компетентностей учнів засобами сучасних цифрових технологій.

5. Методи дослідження

Для досягнення мети дослідження використано комплекс взаємопов'язаних методів: *теоретичні методи* – аналіз, систематизація та узагальнення наукової літератури з проблем інтегрованого навчання, цифровізації освіти, STEM-освіти й методики навчання математики та інформатики; *моделювання* – для розробки авторської структурно-функціональної моделі проєктування інтегрованих уроків; *порівняльний аналіз* – для визначення особливостей різних підходів щодо організації інтегрованого навчання; *метод педагогічного проєктування* – для визначення етапів створення інтегрованого уроку; *узагальнення педагогічного досвіду* – для виокремлення етапів створення інтегрованого уроку.

Методологічною основою дослідження є компетентнісний, діяльнісний, системний, інтегративний, STEM- й цифровий підходи.

6. Результати дослідження

Результати аналізу наукових джерел і педагогічної практики дали підстави розробити авторську структурно-функціональну модель проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики.

Основна ідея моделі полягає в тому, що інтегрований урок потрібно розглядати не як просте поєднання змісту двох навчальних предметів, а як цілісну педагогічну систему, спрямовану на формування здатності учнів застосовувати математичні знання та цифрові технології для дослідження й розв'язання практичних завдань.

Запропонована модель ґрунтується на таких положеннях: інтеграція навчального змісту має мати логічне предметне обґрунтування; цифрові технології повинні виконувати функцію інструменту дослідження; навчальна діяльність учнів має бути активною й продуктивною; результатом інтегрованого уроку має бути формування компетентностей, а не лише засвоєння окремих знань.

Авторська модель включає шість взаємопов'язаних компонентів:

1. *Цільовий компонент*: визначає мету інтегрованого уроку, очікувані результати навчання та компетентності учнів. Основним результатом є формування: математичної компетентності; інформаційно-цифрової компетентності; уміння аналізувати дані; здатності здійснювати моделювання; навичок вирішення практичних проблем.

2. *Концептуально-методологічний компонент*: визначає наукові підходи, на яких ґрунтується проектування уроку (див. табл. 1).

Таблиця 1. Наукові підходи, на яких ґрунтується проектування уроку

<i>Підхід</i>	<i>Значення для інтегрованого уроку</i>
<i>Компетентнісний</i>	Орієнтація на практичне застосування знань
<i>Інтегративний</i>	Поєднання змісту математики та інформатики
<i>Діяльнісний</i>	Навчання через дослідження та практичну діяльність
<i>STEM-підхід</i>	Використання міждисциплінарних завдань
<i>Цифровий</i>	Використання технологій як засобу пізнання

3. *Змістовий компонент*: передбачає визначення точок інтеграції між математикою та інформатикою. Прикладами таких зв'язків є: функції та побудова графіків у цифрових середовищах; статистичне опрацювання даних за допомогою електронних таблиць; математичне моделювання та алгоритмізація; використання програмування для розв'язання математичних задач.

4. *Організаціо-технологічний компонент*: визначає вибір форм, методів і цифрових засобів навчання, які забезпечать реалізацію інтегрованої діяльності учнів. До основних методів належать: метод навчальних проєктів; проблемне навчання; дослідницький метод; моделювання; аналіз реальних даних; командна робота. Доцільним є використання цифрових інструментів: систем комп'ютерної математики; електронних таблиць; середовищ програмування; платформ для візуалізації даних; хмарних сервісів спільної роботи.

Важливою особливістю цього компонента є те, що цифрові засоби не замінюють математичне мислення, а розширюють можливості учнів щодо аналізу, експериментування та створення моделей.

5. *Діяльнісно-процесуальний компонент*: передбачає організацію навчальної діяльності учнів відповідно до логіки проектування інтегрованого уроку.

Авторами визначено такі етапи:

Етап 1. Аналітико-підготовчий. На цьому етапі вчитель: визначає тему та освітню проблему; встановлює міжпредметні зв'язки; аналізує навчальні програми з математики та інформатики; визначає очікувані результати.

Етап 2. Проєктувальний. Даний етап передбачає: формулювання інтегрованої мети; добір змісту; визначення методів та цифрових інструментів; розроблення навчальних завдань.

Етап 3. Реалізаційний. Даний етап включає: мотивацію навчальної діяльності; постановку проблемного завдання; виконання практичних або дослідницьких завдань; представлення результатів учнями.

Етап 4. Рефлексивно-оцінювальний. Даний етап передбачає: оцінювання результатів діяльності; аналіз труднощів; самооцінювання учнів; визначення перспектив подальшого навчання.

6. *Результативно-оцінювальний компонент*: визначає критерії й показники ефективності інтегрованого уроку (див. табл. 2).

Таблиця 2. Наукові підходи, на яких ґрунтується проектування уроку

<i>Критерій</i>	<i>Показники</i>
<i>Когнітивний</i>	Розуміння математичних понять та алгоритмів
<i>Діяльнісний</i>	Уміння застосовувати знання у практичних ситуаціях
<i>Цифровий</i>	Використання інформаційних технологій для розв'язування завдань
<i>Творчий</i>	Здатність створювати власні моделі та продукти
<i>Рефлексивний</i>	Аналіз власної діяльності та результатів

Схематичне представлення авторської моделі (див. рис. 1).

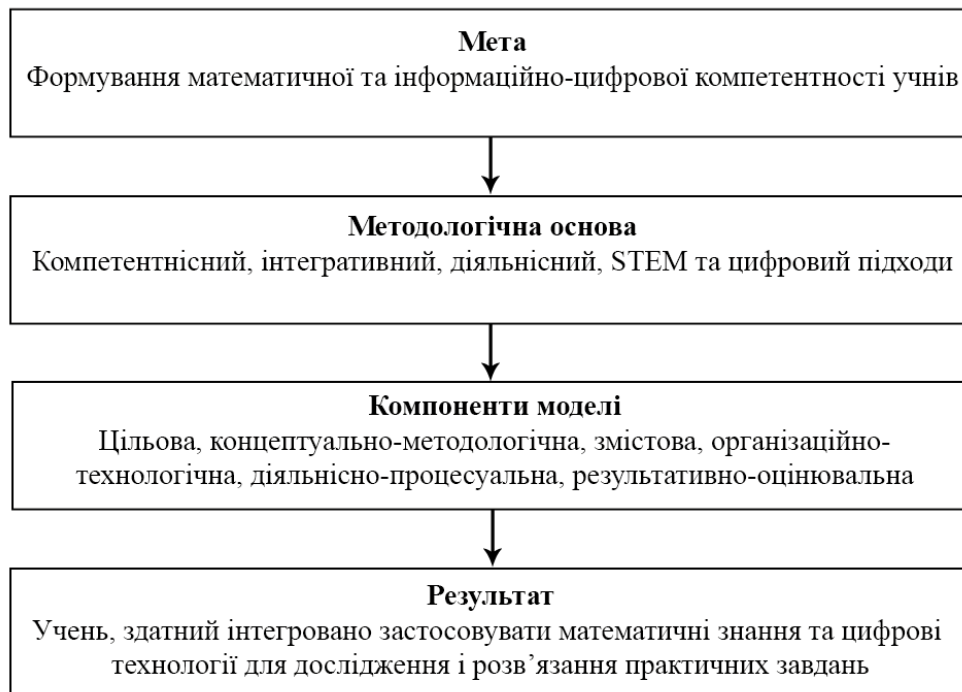


Рис. 1. Авторська структурно-функціональна модель проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики.

На основі запропонованої моделі розроблено алгоритм діяльності педагога при проєктуванні інтегрованого уроку математики та інформатики.

1. *Визначення інтеграційної ідеї уроку.* Учитель визначає, яка математична проблема може бути розкрита за допомогою інформаційних технологій. *Наприклад*, дослідження властивостей функції за допомогою графічного середовища; статистичний аналіз реальних даних; створення математичної моделі певного процесу.

2. *Визначення результатів навчання.* Формулюються не лише предметні результати, а й компетентності, які мають сформуватися.

3. *Конструювання змісту.* Визначається співвідношення математичного та інформатичного компонентів.

4. *Вибір технологій навчання.* Добираються методи, форми та цифрові інструменти.

5. *Створення системи завдань.* Завдання мають передбачати: аналіз, обчислення, алгоритмізацію, моделювання, презентацію результату.

6. *Оцінювання результатів.* Здійснюється оцінювання не лише правильності відповіді, а й процесу діяльності учня.

На основі проведеного дослідження визначено такі педагогічні умови ефективного використання моделі:

1. *Наявність чітко визначеної інтеграційної мети.* Інтеграція має бути змістовно обґрунтованою, а не формальним об'єднанням двох предметів.

2. *Готовність учителя до міжпредметного проєктування.* Педагог має володіти методикою навчання свого предмета та розуміти можливості суміжної дисципліни.

3. *Використання цифрових технологій згідно з навчальною метою.* Застосування програмних засобів має сприяти поглибленню розуміння математичних процесів.

4. *Організація активної діяльності учнів.* Перевага повинна надаватися дослідницьким і проєктним формам роботи.

5. *Орієнтація на створення освітнього продукту.* Результатом інтегрованого уроку може бути модель, презентація, програмний продукт, аналітичний звіт або дослідницька робота.

Наукова новизна дослідження полягає у розробленні та теоретичному обґрунтуванні структурно-функціональної моделі проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики, яка системно поєднує цільові, змістові, технологічні та оцінювальні компоненти освітнього процесу.

На відміну від підходів, що розглядають інтегрований урок як поєднання навчального матеріалу двох предметів, запропонована модель акцентує увагу на процесі педагогічного проєктування, формуванні компетентностей та створенні учнями практично значущих результатів діяльності.

7. Перспективи подальшого розвитку досліджень

Подальші дослідження проблеми проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики доцільно спрямувати на експериментальну перевірку ефективності запропонованої структурно-функціональної моделі в освітньому процесі базової та старшої школи.

Перспективним напрямом є розроблення системи навчально-методичного забезпечення інтегрованого навчання, що має включати: комплекси інтегрованих завдань, методичні рекомендації для педагогів, цифрові освітні ресурси, приклади навчальних проєктів.

Особливої уваги потребує проблема підготовки вчителя до організації інтегрованого навчання. У цьому контексті актуальним постає удосконалення програм підвищення кваліфікації педагогічних працівників, спрямованих на формування міжпредметної та цифрової компетентності вчителя.

Перспективним є й дослідження можливостей використання штучного інтелекту, адаптивних освітніх платформ і засобів аналізу навчальних даних для персоналізації інтегрованого навчання математики та інформатики.

Подальшого вивчення потребує й питання розробки критеріїв та показників оцінювання результатів інтегрованого навчання, зокрема рівня сформованості здатності учнів застосовувати математичні моделі та цифрові інструменти для розв'язання життєвих проблем.

8. Висновки

Проведене дослідження дає підстави для обґрунтування теоретико-методичних підходів щодо проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики в умовах компетентнісної орієнтації та цифрової трансформації освіти.

Встановлено, що інтеграція змісту математики та інформатики є ефективним засобом формування ключових компетентностей учнів, оскільки забезпечує можливість практичного застосування знань, розвитку алгоритмічного мислення, навичок моделювання та роботи з цифровими інструментами.

У результаті дослідження розроблено структурно-функціональну модель проєктування інтегрованого уроку математики та інформатики, яка містить шість взаємопов'язаних компонентів: цільовий, концептуально-методологічний, змістовий, організаційно-технологічний, діяльнісно-процесуальний та результативно-оцінювальний. Крім того, визначено педагогічні умови ефективності реалізації зазначеної моделі.

Особливістю запропонованої моделі є розгляд інтегрованого уроку як цілісної педагогічної системи, у якій математичні знання та інформаційні технології взаємодіють для досягнення спільного освітнього результату. Це дає підстави перейти від формального поєднання навчального матеріалу до створення умов для дослідницької, проєктної і творчої діяльності учнів.

Практична значущість дослідження полягає у можливості використання запропонованої моделі педагогами при розробленні інтегрованих занять, STEM-проєктів та навчально-дослідницьких завдань.

Отже, проєктування інтегрованих уроків математики та інформатики є перспективним напрямом удосконалення сучасної освіти, оскільки сприяє формуванню компетентного учня, здатного застосовувати знання для вирішення складних життєвих завдань у цифровому суспільстві.

Список літератури:

- 1) Бібік Н.М. (2015). Переваги і ризики запровадження компетентнісного підходу в шкільній освіті. Український педагогічний журнал. 1. 47–58. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/9772/1/10-35-1-PB%20%281%29.pdf>
- 2) Биков В.Ю. (2019). Цифрова трансформація суспільства і розвиток комп'ютерно-технологічної платформи освіти і науки України. Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку: матеріали методологічного семінару НАПН України. Київ, 2019. 20–26. <https://lib.iitta.gov.ua/718692/>
- 3) Жалдак, М.І., Лапінський, В.В., Шут, М.І. (2004). Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики: посібник для вчителів. НПУ імені М. П. Драгоманова, 182.
- 4) Морзе Н.В., Вембер В.П., Гладун М.А. (2019). 3D картування цифрової компетентності в системі освіти України. Інформаційні технології і засоби навчання. 70(2). 28–42. <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2994/1480.pdf>
- 5) Спірін О.М. (2007). Теоретичні та методичні засади професійної підготовки майбутніх учителів інформатики за кредитно-модульною системою: монографія. Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 300. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/459/>
- 6) Пометун О.І., Пироженко Л.В. (2011). Сучасний урок та інтерактивні технології навчання: наук.-метод. посіб. Київ: А.С.К., 192. <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054143.pdf>
- 7) Кабінет Міністрів України. (2020). Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти (Постанова № 898, 30 вересня). Верховна Рада України. Законодавство України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF>
- 8) Кабінет Міністрів України. (2020). Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) (Розпорядження № 960-р, 5 серпня). Міністерство освіти і науки України. rada.gov.ua
- 9) Bybee, R.W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. NSTA Press, 130.
- 10) Kelley, T.R., Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. International Journal of STEM Education, 3, Article 11, 1–11. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s40594-016-0046-z.pdf>
- 11) Mishra, P., Koehler, M.J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. Teachers College Record, 108 (6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- 12) Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. Communications of the ACM, 49 (3), 33–35. <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
- 13) Thomas, J.W. (2000). A Review of Research on Project-Based Learning. Autodesk Foundation, 46. http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf
- 14) Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. The Clearing House, 83 (2), 39–43. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00098650903505415>
- 15) Resnick, M. (2017). Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Passion, Projects, and Peers. MIT Press, 208. DOI: <https://doi.org/10.7551/mitpress/11017.001.0001>
- 16) Voogt, J., Fisser, P., Pareja Roblin, N., Tondeur, J., van Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge – a review of the literature. Journal of Computer Assisted Learning, 29 (2), 109–121. https://pure.uva.nl/ws/files/25532044/TPACK_in_teacher_education.pdf

- 17) OECD. (2019). OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030. OECD Publishing, 23 https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/concept-notes/OECD_Learning_Compass_2030_concept_note.pdf
- 18) European Commission. (2020). Digital Education Action Plan 2021–2027: Resetting education and training for the digital age. European Commission, 32. https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/document-library-docs/deap-communication-sept2020_en.pdf
- 19) UNESCO. (2019). Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development. UNESCO, 44. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994.pdf>
- 20) Hattie, J. (2009). Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. Routledge, 378. https://inspirasifoundation.org/wp-content/uploads/2020/05/John-Hattie-Visible-Learning_-A-synthesis-of-over-800-meta-analyses-relating-to-achieve

Theoretical and methodological approaches to designing integrated mathematics and computer science lessons

Ruslana Kolisnyk

Department of Algebra and Computer Science, Faculty of Mathematics and Computer Science, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine
ORCID: 0000-0001-7796-7760

Ivan Zhytariuk

Department of Algebra and Computer Science, Faculty of Mathematics and Computer Science, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine
ORCID: 0000-0003-2154-6312

Viktoriia Luchko

Department of Algebra and Computer Science, Faculty of Mathematics and Computer Science, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine
ORCID: 0000-0002-2388-7711

Abstract: This article examines theoretical and methodological approaches to designing integrated Mathematics and Computer Science lessons within the framework of the competency-based educational paradigm and the digital transformation of the educational process. The relevance of the study is determined by the need to improve teaching methodology through the integration of subject content, which contributes to the development of students' key and subject-specific competencies, critical thinking, research skills, and the ability to apply acquired knowledge to solving practical problems. The purpose of the study is to provide a theoretical justification for and develop a structural-functional model for designing integrated Mathematics and Computer Science lessons, as well as to identify the pedagogical conditions necessary for its effective implementation. To achieve this purpose, a set of theoretical research methods was employed, including analysis, synthesis, generalization, systematization of scientific sources, comparison of contemporary pedagogical concepts, and modelling. The paper analyzes current approaches to integrated learning, STEM education, the use of digital technologies, as well as activity-based, competency-based, and project-based approaches to teaching. The authors propose an original structural-functional model for designing integrated lessons, which comprises the following components: goal-oriented, conceptual-methodological, content-related, organizational-technological, activity-processual, and result-evaluation. An algorithm for designing integrated lessons has been developed, and the pedagogical conditions for their effective implementation have been identified. These conditions include the purposeful selection of educational content, teaching methods, digital tools, and forms of organizing learning activities. The scientific novelty of the study lies in the substantiation of the proposed

structural-functional model for designing integrated Mathematics and Computer Science lessons and in identifying the interrelationships among its components. The practical significance of the findings lies in the possibility of applying the proposed model by teachers of general secondary education institutions when planning integrated lessons, STEM projects, and educational research activities, as well as in improving the methodology of teaching Mathematics and Computer Science.

Keywords: integrated learning; Mathematics; Computer Science; integrated lesson design; structural-functional model; digital competence; STEM education; competency-based approach.