МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДРОГОБИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ФРАНКА
Кафедра фундаментальних дисциплін початкової освіти

«До захисту допускаю»
завідувач кафедри фундаментальних
дисциплін початкової освіти,
доктор педагогічних наук, професор
_____ Володимир КОВАЛЬЧУК
«____»_____ 2025 р.

МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ОДИН ІЗ МЕТОДІВ РОЗВИТКУ ПРОСТОРОВОГО МИСЛЕННЯ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ В ПОЧАТКОВИХ КЛАСАХ

Спеціальність 013 Початкова освіта

Освітня програма Початкова освіта

Магістерська робота
на здобуття кваліфікації –
Магістр з початкової освіти.
Вчитель початкових класів закладу загальної середньої освіти.

Автор роботи: Фізер Мар'яна Михайлівна _____
підпис
Науковий керівник: кандидат педагогічних наук, доцент

Винницька Наталія Володимирівна_____
підпис

Дрогобич, 2025

ЗАХИСТ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1. Тема : Моделювання як один із методів розвитку просторового мислення на уроках інформатики в початкових класах

Оцінка за стобальною шкалою: _____

Оцінка за національною чотирибальною шкалою: _____

Коротка мотивація захисту:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____ Голова ЕК _____ _____

дата підпис прізвище та ініціали

Секретар ЕК _____ _____

підпис прізвище та ініціали

АНОТАЦІЯ

Фізер М. М. Моделювання як один із методів розвитку просторового мислення на уроках інформатики в початкових класах – Рукопис.

Наукова робота присвячена актуальній проблемі розвитку просторового мислення молодших школярів, що є критично важливим для їхньої успішності у вивченні природничо-математичних дисциплін та освоєння сучасних STEM-компетентностей. У роботі теоретично обґрунтовано, що моделювання, зокрема використання інструментів 3D-моделювання (наприклад, Tinkercad), є ефективним засобом переходу від наочно-образного до елементів словесно-логічного мислення, активізуючи здатність учнів оперувати просторовими образами та їхніми трансформаціями.

Мета дослідження полягала у визначенні та експериментальній перевірці ефективності методики використання 3D-моделювання на уроках інформатики для цілеспрямованого розвитку просторового мислення в учнів початкових класів.

В рамках дослідження було проведено педагогічний експеримент із залученням контрольної та експериментальної груп учнів. Уроки в експериментальній групі включали систематичне виконання практичних завдань на орієнтацію, обертання, комбінування та реконструкцію 3D-об'єктів.

Результати експерименту засвідчили, що цілеспрямоване впровадження моделювання сприяє статистично значущому приросту показників просторового мислення в експериментальній групі, порівняно з контрольною, яка навчалася за традиційною методикою.

Практична цінність роботи полягає у розробці конкретних методичних рекомендацій та системи навчальних вправ, адаптованих до вікових особливостей молодших школярів, для інтеграції моделювання в освітній процес інформатики.

Ключові слова: конструкторські уміння, молодші школярі, просторове мислення, позаурочна діяльність, моделювання педагогічні умови, технічна творчість, урок інформатики.

SUMMARY

The scientific work is devoted to the actual problem of the development of spatial thinking of younger schoolchildren, which is critically important for their success in studying natural and mathematical disciplines and mastering modern STEM competencies. It is theoretically substantiated in the work that modeling, in particular the use of 3D-modeling tools (for example, Tinkercad), is an effective means of transitioning from visual-figurative to elements of verbal-logical thinking, activating students' ability to operate with spatial images and their transformations.

The purpose of the study was to determine and experimentally verify the effectiveness of the method of using 3D modeling in computer science classes for the purposeful development of spatial thinking in primary school students.

As part of the study, a pedagogical experiment was conducted with the involvement of control and experimental groups of students. Lessons in the experimental group included systematic implementation of practical tasks on orientation, rotation, combination and reconstruction of 3D objects.

The results of the experiment proved that the purposeful implementation of modeling contributes to a statistically significant increase in the indicators of spatial thinking in the experimental group, compared to the control group, which was trained by traditional methods.

The practical value of the work lies in the development of specific methodological recommendations and a system of educational exercises adapted to the age characteristics of younger schoolchildren, for the integration of modeling into the educational process of informatics.

Key words: construction skills, younger schoolchildren, spatial thinking, extracurricular activities, modeling pedagogical conditions, technical creativity, computer science lesson.

ЗМІСТ

ВСТУП…….6

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ У КОНТЕКСТІ STEM-ОСВІТИ

1.1. Формування дослідницьких умінь у молодших школярів як психолого-педагогічна проблема……10

1.2. STEM-освіта як інноваційний підхід у розвитку сучасної школи……..…17

1.3. Модель формування дослідницьких умінь у молодших школярів в умовах STEM-освіти……..……22

РОЗДІЛ ІІ. ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ У КОНТЕКСТІ STEM-ОСВІТИ

2.1. Виявлення рівня сформованості дослідницьких умінь на етапі констатувального експерименту…….…….30

2.2. Формування конструкторських умінь у молодших школярів в умовах STEM-освіти (з власного досвіду роботи)…….…….36

2.3. Ефективність використання STEM-підходу в освітньому процесі початкової школи: на прикладі робототехніки (експериментальне дослідження)……..46

ВИСНОВКИ …….50

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……54

ВСТУП

Реформування сучасної української освіти, зокрема початкової ланки, спрямоване на формування в учнів ключових компетентностей, необхідних для життя в інформаційному суспільстві. Згідно з концепцією, Нової української школи, метою навчання є розвиток особистості дитини, здатної критично мислити, застосовувати набуті знання на практиці, творчо вирішувати проблеми та швидко адаптуватися до нових умов. Одним із важливих завдань початкової освіти стає формування та розвиток мислення молодших школярів, зокрема його просторових компонентів.

Просторове мислення є складовою інтелектуальної діяльності людини, що забезпечує здатність уявляти, аналізувати та моделювати просторові відношення між об'єктами навколишнього світу. Воно лежить в основі навчання математики, природознавства, трудового навчання, інформатики та образотворчого мистецтва. Розвинене просторове мислення сприяє розвитку логічного мислення, уяви, аналітичних здібностей, а також творчості, що є ключовими якостями сучасного учня.

В умовах інформатизації освіти одним із найефективніших методів розвитку просторового мислення є моделювання. Моделювання дає змогу дитині не лише уявляти об'єкт або явище, а й відтворювати його структуру, властивості та функціональні зв'язки в умовному вигляді – через малюнки, схеми, таблиці, діаграми, блок-схеми або цифрові об'єкти. У процесі створення моделі учень вчиться аналізувати інформацію, виділяти головне, узагальнювати, робити висновки, що безпосередньо впливає на інтелектуальний розвиток.

Проблемі розвитку мислення учнів у навчальному процесі присвячені праці багатьох учених, серед яких – Л. Виготський [3], Ж. Піаже [4], О. Савченко [6], Н. Морзе, О. Пометун, В. Бондар та інші. Дослідники підкреслюють, що молодший шкільний вік є сенситивним періодом для формування основних психічних процесів, зокрема мислення, пам'яті, уяви та

уваги. У цей час дитина активно пізнає навколишній світ, розвиває здатність до аналізу та узагальнення, тому застосування таких методів, як моделювання, має особливе значення.

З педагогічного погляду моделювання розглядається як метод навчання, що ґрунтується на створенні учнями моделей реальних або уявних об'єктів, з метою пізнання їх властивостей та закономірностей. На уроках інформатики цей метод набуває практичного характеру, адже діяльність учнів пов'язана з використанням цифрових інструментів, комп'ютерних програм і графічних середовищ. Робота з такими об'єктами активізує просторове сприйняття, розвиває логічне мислення, формує навички аналізу та візуалізації інформації.

Водночас у практиці початкової школи метод моделювання ще не використовується достатньо системно. Часто він обмежується демонстраційними прикладами або фрагментами уроків. Учителі не завжди володіють чіткими методичними підходами до організації моделювальної діяльності, яка б сприяла саме розвитку просторового мислення. Це обумовлює необхідність детального вивчення методики застосування моделювання в навчанні інформатики молодших школярів.

Актуальність дослідження полягає в необхідності пошуку ефективних педагогічних засобів розвитку просторового мислення учнів початкової школи в умовах інформатизації освіти. Використання моделювання як методу навчання відповідає сучасним вимогам до формування компетентностей, забезпечує розвиток візуально-логічного мислення, сприяє формуванню цифрової грамотності та підготовці учнів до подальшого навчання в середній школі.

Таким чином, проблема розвитку просторового мислення на уроках інформатики через моделювання має теоретичне й практичне значення для сучасної педагогічної науки та практики початкової освіти.

Мета дослідження полягає у визначенні педагогічних умов та методичних особливостей використання моделювання як одного з методів

розвитку просторового мислення учнів початкової школи на уроках інформатики.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати психолого-педагогічну та методичну літературу з проблеми розвитку просторового мислення молодших школярів.

2. Розкрити сутність поняття «моделювання» та його роль у процесі навчання в початковій школі.

3. Дослідити можливості використання моделювання на уроках інформатики як засобу розвитку просторового мислення.

4. Розробити методичні рекомендації та приклади навчальних завдань із застосуванням моделювання на уроках інформатики.

5. Перевірити ефективність розробленої методики у процесі експериментальної роботи.

Об'єктом дослідження є процес розвитку просторового мислення молодших школярів у навчальній діяльності.

Предметом дослідження є моделювання як метод розвитку просторового мислення учнів початкових класів на уроках інформатики.

У ході роботи використовувалися теоретичні методи – аналіз і узагальнення психолого-педагогічної літератури, вивчення програм і навчально-методичних матеріалів, а також емпіричні методи – спостереження за навчальною діяльністю учнів, педагогічний експеримент, анкетування, аналіз результатів навчальних досягнень.

Наукова новизна дослідження полягає у визначенні методичних умов ефективного використання моделювання на уроках інформатики як засобу розвитку просторового мислення молодших школярів, у конкретизації взаємозв'язку між моделювальною діяльністю та розвитком просторових уявлень.

Результати дослідження можуть бути використані вчителями початкових класів, викладачами педагогічних закладів освіти, методистами при розробці уроків інформатики, навчально-методичних посібників і дидактичних

матеріалів, спрямованих на розвиток просторового мислення учнів засобами моделювання.

Експериментальною базою дослідження стала Добрівлянська гімназія Дрогобицької міської ради Львівської області. В експерименті були задіяні 30 учнів 3-х класів.

Результати дослідження доповідались на засіданні кафедри фундаментальних дисциплін початкової освіти, а також за матеріалами конференції видана стаття:

Винницька Н., Фізер М. Моделювання як один з методів розвитку просторового мислення на уроках інформатики в початкових класах. Наукове видання «Експертна думка» №2. 2025р. С.106-111.

Структура роботи складається зі вступу, двох розділів, висновку та списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ПРОСТОРОВОГО МИСЛЕННЯ ЗАСОБАМИ МОДЕЛЮВАННЯ УЧНІВ ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ

1.1. Психолого-педагогічна сутність просторового мислення.

Мислення є найвищою формою пізнавальної діяльності людини, спрямованої на опосередковане й узагальнене відображення дійсності. У структурі мислення особливе місце посідає ***просторове мислення***, яке забезпечує розуміння просторових відношень і взаємозв'язків між предметами, явищами та подіями навколишнього світу.

Просторове мислення – це специфічний вид інтелектуальної діяльності, який дає змогу людині оперувати просторовими образами, їх перетворенням, обертанням, комбінуванням, зміною масштабу та орієнтації без безпосередньої опори на реальні предмети. Воно поєднує в собі елементи уяви, логічного аналізу, спостережливості та конструктивного мислення [4].

У науковій літературі просторове мислення часто розглядають як інтегративне утворення, що поєднує сенсорні, перцептивні, уявні, логічні та мовленнєві процеси. Так, Г. Костюк зазначала: «уява та мислення є єдиним процесом пізнання, у якому просторовий досвід дитини узагальнюється в образах». В. Сухомлинський підкреслював, що розвинене мислення неможливе без здатності бачити предмети «в просторі думки» – тобто уявно відтворювати їх у різних положеннях та формах.

З позицій сучасної психології просторове мислення розглядається як здатність будувати та маніпулювати ментальними образами просторових відношень, що забезпечує розуміння геометричних, фізичних і технічних закономірностей, а також є основою для математичного та інформатичного мислення.

Структура просторового мислення має багаторівневий характер. Дослідники (Н. Лепська, О. Савченко [6], А. Матюшкін) виділяють кілька основних компонентів:

1. Сенсорно-перцептивний компонент – базується на чуттєвому сприйнятті предметів, їх форми, розмірів, кольору, пропорцій, орієнтації у просторі. Через зорове та дотикове сприйняття дитина набуває первинного досвіду просторових відношень.

2. Образний компонент – забезпечує створення внутрішніх ментальних образів об’єктів, їх збереження, відтворення і перетворення у свідомості. Образи виступають опорою для подальших логічних дій.

3. Аналітико-синтетичний компонент – пов’язаний із мисленнєвими операціями аналізу, порівняння, узагальнення, класифікації просторових характеристик. Він дає змогу усвідомити відношення між об’єктами: напрямок, симетрію, пропорцію, форму, об’єм.

4. Мовленнєво-логічний компонент – дозволяє вербалізувати просторові уявлення, описувати розташування предметів, користуючись поняттями «вище», «нижче», «ліворуч», «праворуч», «позаду», «навпроти». Саме мовлення допомагає дитині осмислити просторові відношення і перевести їх на рівень логічного мислення.

5. Діяльнісний компонент – реалізується у практичних діях дитини з предметами, під час малювання, ліплення, конструювання, виконання графічних або комп’ютерних завдань [8].

Ці компоненти взаємопов’язані й утворюють цілісну систему, у якій перехід від дії з реальними предметами до оперування уявними образами відбувається поступово і представлено у таблиці 1.

Таблиця 1. Структура просторового мислення молодших школярів

Компонент	Змістова характеристика	Приклади проявів у діяльності учнів
Сенсорно-перцептивний	Сприймання форми, розміру, кольору, орієнтації предметів у просторі.	Визначає напрямок «ліворуч–праворуч», «вище–нижче»; розрізняє геометричні фігури.
Образний	Створення і утримання уявних образів об’єктів та їх взаєморозташування.	Уявляє, як виглядає предмет з іншого боку; відтворює форму без зразка.
Аналітико-синтетичний	Аналіз, порівняння, узагальнення просторових характеристик, встановлення зв’язків.	Визначає симетрію, пропорцію, напрямок руху; порівнює об’єкти за розмірами.
Мовленнєво-логічний	Вербалізація просторових уявлень, використання просторових понять у мовленні.	Описує розташування предметів словами, пояснює просторові відношення.
Діяльнісний	Виконання практичних дій, спрямованих на створення або трансформацію просторових об’єктів.	Будує моделі, малює, працює з графічними програмами, складає конструкції.

Молодший шкільний вік (6–10 років) – це сенситивний період для розвитку просторових уявлень. У цей час відбувається перехід *від наочно-дієвого до наочно-образного мислення*, коли дитина починає уявляти об’єкти без безпосередньої дії з ними. До кінця цього періоду формуються елементи словесно-логічного мислення, тобто здатність пояснювати просторові відношення за допомогою слів, понять, символів.

З точки зору вікової психології, головними передумовами розвитку просторового мислення є:

- практична діяльність (маніпулювання предметами, побудова моделей, малювання, складання пазлів, робота з конструкторами);
- сенсорний досвід (зорове, дотикове, сприйняття форми, розміру, пропорцій, відстаней);
- уявна діяльність (створення образів, їх обертання, комбінування, трансформація);
- мовлення (позначення просторових відношень словами, опис побудованих моделей).

За спостереженнями педагогів-практиків (О. Савченко, Н. Морзе, Л. Занков, Г. Цукерман), розвиток просторового мислення відбувається найуспішніше, коли навчальна діяльність має *практично-пізнавальний характер* і поєднує дію, уяву та рефлексію.

Наприклад, під час роботи з комп'ютерними програмами на уроках інформатики (створення графічних об'єктів, побудова схем, моделювання руху об'єктів) учні одночасно розвивають просторову уяву, логічне мислення і навички планування дій.

Просторове мислення спирається на низку психічних процесів: *сприймання простору* – формує первинне уявлення про розміщення предметів; *увага* –забезпечує концентрацію на просторових характеристиках; *пам'ять* – зберігає та відтворює образи; *уява* – дозволяє створювати нові комбінації просторових форм; *мислення* – узагальнює, аналізує, пояснює просторові зв'язки.

Важливу роль у розвитку просторового мислення в молодшому шкільному віці відіграє рухова активність. Як зазначав Жан Піаже, пізнання простору дитиною розпочинається на сенсомоторному рівні, коли через дії з предметами та власні рухи вона формує базові уявлення про розміщення, напрям і форму об'єктів [4] . Ці уявлення згодом стають основою для розвитку

більш складних розумових операцій – узагальнення, порівняння та ментального обертання образів.

Джером Брунер у своїй теорії репрезентативних систем підкреслював, що формування просторових образів відбувається послідовно – від діяльнісного рівня, коли дитина засвоює знання через рухи й маніпуляції, до іконічного (образного), коли знання фіксуються у вигляді зорових уявлень, і далі – до символічного (словесно-логічного), коли учень може описати просторові відношення словами [5]. Таким чином, фізичні дії з об'єктами стають базою для розвитку внутрішніх розумових дій і просторового уявлення.

Українські дослідники (зокрема Н. Лепська [8], О. Савченко [6], В. Кузьменко [7]) підкреслюють, що рухова активність сприяє формуванню не лише загальної координації, а й когнітивних структур, які відповідають за просторове орієнтування, аналіз і синтез просторових ознак предметів. У процесі навчальної діяльності рухи й жести відіграють роль своєрідного «посередника» між відчуттям і мисленням, забезпечуючи *перехід від практичної дії до уявної моделі*.

Як зазначають ще деякі дослідники, сприймання простору є результатом інтеграції сенсорного досвіду, рухів і мовлення. Саме у молодшому шкільному віці ця інтеграція набуває системного характеру: коли дитина активно переміщується, змінює положення тіла, орієнтується у класі чи на аркуші зошита, вона формує конкретні просторові уявлення про напрям, відстань, розташування. Це дає змогу осмислити відношення «вгору – вниз», «ліворуч – праворуч», «далеко – близько» не як абстрактні поняття, а як особистий сенсорний досвід.

Крім того, сучасні нейропсихологічні дослідження (зокрема Г. Гарднера [12]) доводять, що рухова активність стимулює роботу правої півкулі мозку, яка безпосередньо відповідає за просторову орієнтацію, візуалізацію та образне мислення. Таким чином, поєднання рухів, зорового сприймання й дотику сприяє створенню в дитини цілісного просторового образу навколишнього світу.

Практичне значення цієї закономірності полягає в тому, що під час навчання молодших школярів слід організовувати активну діяльність, яка передбачає рухові й маніпуляційні дії – роботу з моделями, конструкторами, геометричними фігурами, предметами навколишнього середовища. Такі форми діяльності не лише підвищують пізнавальний інтерес, а й забезпечують розвиток просторового мислення через дію, що відповідає природним механізмам пізнання дитини.

Тому ефективним засобом розвитку просторового мислення є навчальні ігри, які включають елементи руху, орієнтації в просторі, побудови маршрутів, роботи з тривимірними моделями.

З педагогічної точки зору, формування просторового мислення має ґрунтуватися на певних умовах:

1. Сенсорна насиченість навчального середовища. Учні мають працювати з реальними предметами, схемами, кресленнями, цифровими моделями, що забезпечують різні канали сприймання.

2. Діяльнісний підхід. Просторове мислення розвивається лише в діяльності – через практичні дії з предметами, створення моделей, малювання, побудову графічних об’єктів.

3. Використання наочності та візуалізації. Моделі, схеми, ілюстрації, цифрові середовища допомагають дітям сприймати простір не лише емоційно, а й логічно.

4. Поступовість і системність. Розвиток відбувається від простого до складного – від двовимірних зображень до тривимірних моделей, від реальних об’єктів до абстрактних понять.

5. Інтеграція навчальних предметів. Формування просторового мислення має бути міжпредметним: математика, образотворче мистецтво, трудове навчання, інформатика взаємно доповнюють одне одного.

6. Розвиток мовлення. Важливо формувати в дітей просторові терміни, поняття, вчити описувати просторові ситуації словами, що сприяє осмисленню.

7. Моделювання як провідний метод. Саме створення моделей – графічних, матеріальних, цифрових – є найбільш ефективним засобом переходу від дії до образу і від образу до поняття.

Таблиця 2. Психолого-педагогічні умови розвитку просторового мислення

Умова	Суть педагогічної дії	Очікуваний результат
Сенсорна насиченість середовища	Використання предметів, схем, малюнків, цифрових моделей.	Активізація зорового і тактильного сприймання.
Діяльнісний підхід	Включення учнів у практичну, моделювальну та констру кторську діяльність.	Перехід від зовнішніх дій до внутрішніх уявлень.
Візуалізація навчального матеріалу	Використання графічних образів, схем, блок-схем, комп'ютерних моделей.	Підвищення точності уявлень, розвиток логічних зв'язків.
Розвиток мовлення	Формування словника просторових термінів, опис просторових відношень.	Усвідомлення просторових понять і зв'язків.
Інтеграція предметів	Поєднання інформатики, математики, мистецтва, технологій.	Системне формування просторових уявлень.

Просторове мислення тісно пов'язане з іншими когнітивними процесами [2]. Воно є основою для:

логічного мислення (уміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, закономірності);

творчого мислення (створення нових комбінацій образів, оригінальних рішень);

технічного мислення (побудова й розуміння механізмів, конструкцій, схем);

математичного мислення (розуміння геометричних понять, пропорцій, симетрії).

Отже, розвиток просторового мислення є базою для формування всіх інших інтелектуальних здібностей. Недостатній розвиток просторових уявлень часто призводить до труднощів у розв'язуванні математичних задач, роботі з графіками, схемами, алгоритмами.

Саме тому, просторове мислення – це складне психічне утворення, яке поєднує чуттєво-перцептивні, образні та логічні процеси. Воно формується на основі сенсорного досвіду й практичної діяльності дитини та забезпечує її здатність орієнтуватися у навколишньому світі, уявляти об'єкти в різних положеннях і відношеннях.

Для молодших школярів розвиток просторового мислення є важливою умовою формування пізнавальної активності, аналітичних умінь і творчих здібностей. Його становлення потребує спеціально організованого навчального процесу, в якому провідну роль відіграють діяльнісні та наочно-образні методи, зокрема *моделювання* – як найефективніший спосіб переходу від конкретних дій до узагальнених ментальних образів.

1.2. Моделювання як навчальний метод для молодших школярів

Моделювання у педагогіці – це цілеспрямований діяльнісний процес створення спрощених, доступних для розуміння учнем образів (моделей) реальних об'єктів, явищ або процесів з метою їх вивчення, пояснення та передбачення. Модель виступає як опосередкований засіб пізнання: вона зберігає найсуттєвіші характеристики об'єкта, одночасно усуваючи непотрібні деталі.

В інформатиці моделювання – це побудова «інформаційних» або «комп'ютерних» репрезентацій об'єктів і процесів, які дозволяють виконувати аналіз, прогнозування, візуалізацію і керування. Для початкової школи

інформатичне моделювання передбачає доступні форми представлення (графічні середовища, середовища візуального програмування, прості 3D-редактори), орієнтовані на практичну дію дитини [17].

Педагогічна цінність моделювання полягає в тому, що воно поєднує наочно-дієвий, наочно-образний і словесно-логічний рівні мислення: дитина будує модель руками або в середовищі, формує її внутрішній образ, а потім описує та інтерпретує результати. Цей перехід сприяє формуванню цілісного уявлення про об'єкт і розвиненню просторового мислення [16].

Нижче наведено систематизацію типів моделей, які можна ефективно використовувати в роботі з молодшими школярами, з прикладами та педагогічними можливостями (таблиця 3).

Таблиця 3. Моделі, які ефективно використовуються в роботі з молодшими школярами

Тип моделі	**Опис / спосіб реалізації**	**Приклади активностей**	**Освітні можливості (що розвиває)**
Матеріальні (натуральні)	Фізичні макети, конструктори, паперові моделі	Збирати макет будинку з кубиків, створювати паперовий торс	Тактильне сприйняття, координація, уявлення про об’єм
Графічні	Малюнки, схеми, карти, креслення	Малювання плану кімнати, нанесення маршруту	Орієнтація на площині, умовні позначення, аналітика
Інформаційні (табличні, текстові)	Записи властивостей, характеристики, таблиці	Заповнити таблицю «ознаки тварин», побудувати просту базу	Класифікація, систематизація, робота з абстракціями
Алгоритмічні (псевдокод, блок-схеми)	Послідовність дій, алгоритми	Складання блок-схеми робочого процесу (наприклад: посадити рослину)	Логічне та алгоритмічне мислення
Динамічні комп’ютерні	Симуляції, анімації, середовища візуального програмування	Створити анімацію пересування об’єкта у Scratch	Розуміння причинно-наслідкових зв’язків, час/рух
3D-моделі / віртуальні	Прості тривимірні моделі у	Побудувати куб або будинок у 3D, розглянути зсередини	Тривимірне уявлення, обертання, перспектива

	Tinkercad, GeoGebra 3D, AR		
Поводжувальні (поведінкові моделі)	Моделі, що демонструють правила або поведінку	Модель екосистеми (харчовий ланцюг)	Системне мислення, зв'язки частин і цілого

Ефективне моделювання на уроці досягається при плановому проходженні педагогічних етапів:

Етап 1: визначення проблеми (цілі) – формулювання завдання у доступній формі (що потрібно дослідити або створити).

Етап 2: аналіз об'єкта і виділення суттєвого – спільне з учнями визначення основних властивостей, які треба відобразити в моделі.

Етап 3: абстрагування та вибір типу моделі: обговорення, якою буде модель (матеріальна, графічна, комп'ютерна) і чому.

Етап 4: Проєктування (конструювання) – створення моделі: малювання, збірка, програмування.

Етап 5: тестування та спостереження – перевірка, як модель працює; спостереження за результатами.

Етап 6: інтерпретація результатів – аналіз відповідності моделі реальності, обговорення обмежень.

Етап 7: рефлексія та узагальнення – учні описують, що дізналися, формулюють висновки.

Цю послідовність можна подати як методичну схему, яку вчитель використовує як шаблон для кожного моделювального заняття.

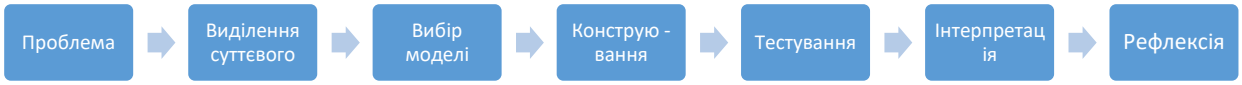


Рис.1 Етапи моделювання (схема)

Модель є «мостиком» між конкретним і абстрактним: вона дозволяє дитині бачити структуру об'єкта та взаємозв'язки його частин. До основних педагогічних функцій моделювання належать:

Комунікативна – модель як спільний предмет обговорення, засіб вербалізації уявлень.

Пізнавальна – спрощення складного об'єкта до форми, прийнятної для розуміння дитини.

Предметно-діяльнісна – формування практичних навичок через реальну або віртуальну дію.

Регулятивна – модель допомагає планувати і коригувати дії при вирішенні завдань.

Через моделювання учні набувають *цілісного образу* об'єкту: вони одночасно бачать і частини, і їхню взаємодію, вчаться передбачати наслідки зміни параметрів і пояснювати спостережувані явища. Особливо це важливо для розвитку просторового мислення: робота з моделлю дозволяє дітям ментально обертати об'єкт, змінювати його розмір і орієнтацію, порівнювати різні варіанти.

Щодо методичних рекомендації для застосування моделювання на уроках інформатики то потрібно:

1. Починати з конкретного й поступово ускладнювати: від матеріальних моделей → графічних → комп'ютерних.

2. Забезпечити доступність інструментів: прості редактори малюнків, середовища візуального програмування, прості 3D-редактори або «віртуальні конструкції» для демонстрації [16;18].

3. Використовувати міжпредметний підхід: поєднувати інформатику з математикою, природознавством, мистецтвом.

4. Організовувати групову і парну роботу: моделювання стимулює комунікацію, обмін ідеями та різні підходи до рішення.

5. Інтегрувати рухові й тактильні елементи: для молодших школярів важлива сенсомоторна база – робота з конструкторами, макетами.

6. Планувати завдання з доступною рефлексією: після створення моделі проводити обговорення, підказувати питання для осмислення: «Що зміниться, якщо…?», «Чому модель не повністю збігається з реальністю?».

Щодо оцінювання, то воно має бути диференційованим і орієнтованим на процес, а не тільки на кінцевий продукт. Пропонуємо прості критерії, за якими можна здійснювати оцінювання учнів молодших класів:

Критерій	**3 бали (високо)**	**2 бали (добре)**	**1 бал (потребує роботи)**
Розуміння завдання	Завдання виконано відповідно до мети; учень пояснює, що саме моделював	Виконано частково; пояснення неповні	Неясне розуміння мети
Коректність моделі	Модель передає основні властивості об’єкта	Є дрібні недоліки, але загальна ідея зрозуміла	Модель не відображає ключових рис
Творчий підхід	Оригінальні рішення, варіанти	Стандартне виконання	Відсутність варіантів
Участь у роботі / співпраця	Активна участь у групі, допомога іншим	Працює самостійно, але без ініціативи	Пасивна позиція

Оцінювання процесу (як учень працював, які кроки проходив) допомагає краще бачити розвиток умінь, ніж оцінка тільки результату.

Прикладами таки коротких завдань можуть бути:

1. Матеріальне моделювання (тема: «Форми та об’єми»): побудувати з кубиків «найменший міст» і пояснити, чому він міцний або неміцний.

2. Графічне моделювання (тема: «План кімнати»): намалювати план класу і позначити маршрут «від дверей до дошки».

3. Динамічне моделювання в Scratch (тема: «Рух об’єкта»): створити спрайт, який рухається по заданому маршруту; змінювати напрям і швидкість.

4. 3D-активність (тема: «Прості форми»): побудувати куб і прямокутний паралелепіпед у простому 3D-редакторі; порівняти об’єми [16].

Отже, ми можемо зробити висновок, що моделювання – це багатофункціональний навчальний метод, який дозволяє молодшим школярам поєднувати практичну дію, образне уявлення та словесне осмислення. Використання різних типів моделей – від матеріальних до цифрових 3D-репрезентацій – формує цілісне уявлення про об’єкт, розвиває просторове,

алгоритмічне та творче мислення. Уроки інформатики якраз дають технологічний простір для поєднання моделювальної практики з формуванням цифрових компетентностей і розвитку предметно-образного мислення дітей.

1.3. Взаємозв'язок моделювання та просторового мислення

Одним із найважливіших завдань сучасної початкової освіти є створення умов для гармонійного розвитку інтелектуальних і творчих здібностей дитини. Важливе місце серед них займає *просторове мислення* – здатність сприймати, аналізувати та уявляти просторові відношення між об’єктами, що оточують людину.

Формування цього виду мислення в молодшому шкільному віці має особливе значення, адже саме в цей період діти переходять від конкретно-дійового до наочно-образного, а далі – до логічного мислення. Ефективним педагогічним інструментом, який поєднує практичну діяльність і когнітивний розвиток, є *моделювання*. Воно дозволяє дитині не просто спостерігати за предметами, а створювати власні образи, досліджувати властивості об’єктів, відтворювати просторові взаємозв’язки в наочній або цифровій формі.

Моделювання та просторове мислення тісно взаємопов’язані через спільну когнітивну основу – оперування образами уяви. Згідно з концепціями Ж. Піаже [4] та Д. Брунера [5], пізнання дитини проходить три етапи:

1. Дійовий етап – пізнання через рухи та практичну взаємодію;

2. Іконічний (образний) – створення уявних образів об’єктів;

3. Символічний (знаковий) – оперування абстрактними поняттями й моделями.

Молодші школярі перебувають саме на межі переходу від дієвого до іконічного етапу. Це означає, що будь-яке навчання, пов’язане з простором, має базуватися на діяльності – конструюванні, побудові моделей,

перетворенні форм, змінах положення предметів. Моделювання стає містком між конкретною дією і абстрактним мисленням.

Українські науковці (І. Бех [1], О. Савченко, Н [6]. Морзе, Л. Пшенична) підкреслюють, що моделювання є ефективним засобом розвитку внутрішнього плану дії – здатності передбачати результат, мислити послідовно, діяти в уяві. Саме завдяки цьому дитина вчиться бачити об'єкт не лише таким, яким він є, а й у різних проекціях, масштабах, варіантах побудови.

Процес створення моделі передбачає активне аналізування просторових властивостей об'єкта – його форми, розміру, пропорцій, орієнтації у просторі, взаємного розташування частин. Ця діяльність стимулює розвиток аналітичних та синтетичних операцій мислення:

- ✓ аналіз (виділення окремих елементів моделі);
- ✓ синтез (об'єднання частин у цілісний об'єкт);
- ✓ порівняння (зіставлення моделі з реальним предметом);
- ✓ узагальнення (створення символічного образу);
- ✓ абстрагування (відокремлення суттєвих ознак).

Наприклад: якщо учень створює в середовищі Tinkercad [16] модель будинку, використовуючи куби, призми, піраміди та циліндри, то він оперує не лише візуальними елементами, а й просторовими відношеннями – розташуванням, висотою, шириною, нахилом. Така діяльність формує вміння переходити від двовимірного зображення до тривимірного уявлення, що є ключовою ознакою сформованого просторового мислення.

З когнітивної точки зору, просторове мислення є комплексом розумових процесів, що включає:

- ✓ сприймання простору (визначення напрямків, відстані, форми);
- ✓ уявне відтворення (збереження образів у пам'яті);
- ✓ перетворення образів (обертання, масштабування, комбінування);
- ✓ візуалізацію результату (створення моделі у фізичній або цифровій формі).

Моделювання активізує всі ці процеси одночасно. Під час побудови моделі дитина змушена перекодовувати інформацію – з реального об’єкта у символічну форму, а потім знову візуалізувати її в новому вигляді. Таким чином, мислення переходить у динамічну взаємодію між конкретним і абстрактним рівнями пізнання.

На думку В. Давидюка, Л. Різун і О. Спіріна, цей процес є основою розвитку візуально-просторової грамотності, без якої неможливо досягти високого рівня цифрової компетентності.

У педагогічній практиці можна виділити кілька етапів формування просторового мислення засобами моделювання:

Етап	Зміст діяльності учня	Рівень мислення	Приклади завдань
1. Сенсорний (наочно-дійовий)	Маніпулювання матеріальними об’єктами, вивчення форми, кольору, розміру	Конкретно-образне	Конструювання з кубиків, LEGO, пластиліну
2. Образний (наочно-образний)	Побудова уявних моделей на основі реальних предметів	Просторово-образне	Малювання схем, створення моделей у Paint, Scratch
3. Символічний (абстрактно-логічний)	Використання цифрових або графічних моделей для узагальнення знань	Алгоритмічне	Побудова інформаційних моделей у Scratch або Tinkercad

На уроках можна застосовувати такі вправи для формування просторового мислення учнів початкових класів:

1. 3D-моделювання у середовищі Tinkercad [16].

Учні створюють прості об’єкти (будинок, міст, транспортний засіб). Робота розвиває уявлення про пропорції, масштаб, співвідношення частин, симетрію. Вони аналізують, як зміна параметрів впливає на загальний вигляд моделі, а отже, формують аналітичне й конструктивне мислення.

2. Графічне моделювання у Scratch.

У середовищі візуального програмування учні створюють моделі об’єктів, які рухаються, змінюють форму або орієнтацію. Це допомагає усвідомити просторові координати, напрямки руху, відстань, кути повороту.

3. Моделювання природних явищ.

Наприклад, створення схеми «колообігу води» або «будови Сонячної системи». Діти не просто запам’ятовують розташування планет чи етапи процесу, а візуалізують динаміку, просторові відстані, взаємозв’язки між елементами.

Застосування моделювання у початковій школі забезпечує формування просторової уяви, тобто здатності бачити об’єкт у різних положеннях; розвиток образного та конструктивного мислення; формування навичок візуального аналізу (сприйняття форми, симетрії, пропорцій); інтеграцію знань з математики, інформатики, мистецтва, ЯДС; підвищення мотивації до навчання через творчість і дослідження.

Під час моделювання активізується одночасно *ліва і права півкуля мозку*: ліва відповідає за логічні операції, а права – за візуальне сприйняття та уяву. Саме тому моделювання створює оптимальні умови для цілісного розвитку інтелекту молодшого школяра.

Взаємозв’язок між моделюванням і просторовим мисленням можна подати у вигляді схеми:

Практична дія → Сприймання форми і положення → Уявний образ → Створення моделі → Аналіз → Узагальнення → Новий рівень просторового мислення.

Ця схема демонструє циклічність процесу: створюючи модель, дитина розвиває мислення, а більш розвинене мислення, у свою чергу, підвищує якість моделювання.

Таким чином, моделювання виступає не лише дидактичним методом, а й психолого-педагогічним засобом розвитку просторового мислення. Воно поєднує рухову, образну та інтелектуальну діяльність дитини, створюючи умови для переходу від практичних дій до абстрактного мислення.

Через створення матеріальних, графічних та комп’ютерних моделей учні вчаться бачити закономірності простору, орієнтуватися у взаємозв’язках об’єктів, передбачати наслідки їх трансформацій. Це сприяє розвитку креативності, логічності та візуальної грамотності, які є базою сучасної STEM-освіти [9].

1.4. Використання моделювання на уроках інформатики для розвитку просторового мислення молодших школярів

Моделювання у навчанні інформатики є одним із найефективніших методів формування пізнавальної активності, аналітичних умінь і просторового мислення в молодших школярів. Застосування моделей у навчальному процесі дозволяє учням переходити від простого сприйняття інформації до її активного перетворення, пошуку взаємозв’язків і узагальнень.

На уроках інформатики моделювання має особливе значення, оскільки тут поєднуються візуальні, алгоритмічні, логічні та креативні аспекти пізнання. Дитина, працюючи з моделями, не лише навчається розуміти будову об’єкта, а й створює його власний образ – матеріальний чи цифровий. Саме цей процес розвиває вміння бачити, уявляти та конструювати простір.

Молодший шкільний вік (6–10 років) є періодом інтенсивного розвитку сенсорних, образних та логічних компонентів мислення. У цей час діти краще запам’ятовують інформацію, коли вона представлена у вигляді візуальних, динамічних або предметних моделей.

Психологи (Ж. Піаже [4], Д. Брунер [5]) довели, що в цьому віці домінує наочно-образне мислення, і будь-яке абстрактне поняття потребує конкретної опори. Тому метод моделювання дає змогу перетворити складні інформаційні або математичні поняття у зрозумілі образи, що сприймаються через дію, гру чи творче завдання.

Важливо, щоб учитель інформатики вмів вдало підбирати наочні завдання, які стимулюють просторове уявлення; поєднувати практичні дії з уявними операціями; застосовувати цифрові інструменти, які дають змогу візуалізувати результати діяльності.

Також на уроках інформатики можна використовувати ще багато різних форми моделювання, які відповідають віковим можливостям учнів:

Вид моделювання	Засіб реалізації	Освітній результат
Натуральне (предметне)	Конструктори LEGO, паперові або пластикові моделі	Розвиток наочно-дієвого мислення, орієнтації у просторі
Графічне	Програми Paint, Canva, PowerPoint	Формування візуального сприйняття, розуміння симетрії, пропорцій
Інформаційне	Таблиці, схеми, блок-схеми, алгоритми	Розвиток логічного мислення, аналізу і структурування даних
3D-моделювання	Tinkercad, SketchUp, GeoGebra 3D	Розвиток просторової уяви, візуалізації та проекційного мислення
Анімаційне (динамічне)	Scratch, Blender for Kids	Розуміння руху, траєкторії, змін позиції у просторі

Для досягнення максимального педагогічного ефекту моделювання повинно мати поетапну структуру:

1. Орієнтаційний етап.

Вчитель знайомить учнів із поняттям моделі, показує приклади. Важливо, щоб дитина усвідомила, що модель – це не точна копія, а спрощене відображення головних властивостей об’єкта.

Приклад: учитель демонструє карту як модель місцевості або комп’ютерну схему як модель будинку.

2. Аналітичний етап.

Учні аналізують об’єкт: форму, розміри, частини, функції. Вони описують, які характеристики треба передати у моделі.

Приклад: перед створенням моделі тварини діти визначають, з яких частин вона складається (голова, тулуб, лапи, хвіст).

3. Конструктивно-моделювальний етап.

Учні будують модель у вибраному середовищі – графічному або цифровому. Вони експериментують, змінюють форму, додають кольори, комбінують елементи.

Приклад: у програмі Tinkercad учень створює 3D-модель казкового будиночка [16] з кубів і пірамід.

4. Аналітико-рефлексивний етап.

Відбувається обговорення, порівняння моделей, аналіз точності відтворення об’єкта. Учні формулюють висновки — які зміни потрібно внести, щоб покращити модель.

Такий підхід відповідає принципам діяльнісного навчання (О. Савченко [6], В. Сухомлинський), коли знання засвоюються через дію та рефлексію.

Приклади завдань із розвитку просторового мислення:

Завдання 1. «Мій дім у трьох вимірах» (Tinkercad). Учні повинні побудувати куб (стіни), призму (дах), циліндр (димар); розташувати елементи у просторі; змінити масштаб і колір деталей; переглянути модель у різних проекціях.

Мета: навчити учнів створювати об’ємні моделі простих предметів.

Результат: дитина розуміє поняття «форма», «об’єм», «масштаб», «положення у просторі».

Завдання 2. «Сонячна система» (Scratch або PowerPoint). Учні повинні створити об’єкти (Сонце, планети); визначити радіус орбіти кожної планети; задати рух по колу.

Мета: навчити дітей моделювати рух планет навколо Сонця.

Результат: формуються уявлення про розташування об’єктів, відстань, траєкторію, швидкість руху.

Завдання 3. «Місто майбутнього» (груповий проєкт).

Учні у групах створюють 3D-модель міста, поділяючи завдання: один моделює дороги, інший – будівлі, третій – транспорт. В результаті

відбувається інтеграція просторових моделей у спільний проєкт. Розвивається не лише просторове, а й системне мислення, вміння співпрацювати.

Моделювання на уроках інформатики має міжпредметний характер. Воно допомагає узагальнити знання з: математики (геометричні фігури, симетрія, масштаб); ЯДС (будова Землі, Сонячної системи, тіла людини); образотворчого мистецтва (композиція, колір, форма); української мови (опис моделі, усне представлення результату).

Завдяки цьому моделювання виступає інтегрованим методом, який формує цілісне бачення світу і сприяє розвитку міждисциплінарного мислення – основи STEM-освіти [9].

Для розвитку просторового мислення засобами інформатики доцільно використовувати такі цифрові ресурси:

Tinkercad – середовище для створення простих 3D-моделей (будівель, меблів, транспортних засобів) [16];

SketchUp Free – інструмент для архітектурного та дизайнерського моделювання;

GeoGebra 3D – поєднує математичні знання з візуальними моделями;

Scratch – дає змогу створювати анімаційні моделі, що демонструють рух і взаємодію об’єктів;

Minecraft Education Edition – середовище, де діти можуть будувати віртуальні простори, досліджуючи об’єми, симетрію, структуру [17].

Застосування таких інструментів розвиває *цифрову компетентність*, самостійність, уміння експериментувати.

Результати педагогічних спостережень показують, що систематичне використання моделювання:

- підвищує рівень орієнтації у просторі (за даними тестів на уявне обертання);
- розвиває уяву й аналітичні вміння;
- покращує успішність у математиці та природознавстві;
- формує впевненість у роботі з цифровими інструментами.

Таким чином, моделювання стає індикатором розвитку просторового інтелекту дитини, що визначає її готовність до подальшої STEM-освіти.

Отже, використання моделювання на уроках інформатики створює потужні можливості для розвитку просторового мислення молодших школярів. Воно не лише навчає розуміти простір, а й формує особистість дослідника, здатну спостерігати, порівнювати, створювати та вдосконалювати – саме це і є метою сучасної початкової освіти.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ

2.1. Технології та інструменти для моделювання в початкових класах

Під впливом цифровізації освіти традиційні підходи до навчання в початковій школі зазнають суттєвих змін. Від простого відтворення знань учні переходять до активного створення власних інформаційних продуктів, у тому числі моделей реальних об’єктів і процесів. Саме тому моделювання розглядається не лише як метод пізнання, а як засіб розвитку просторового мислення, творчих здібностей та цифрової компетентності молодших школярів.

Використання інформаційних технологій у моделюванні дозволяє поєднати зорове, моторне й інтелектуальне сприйняття, що особливо важливо у віці 6–10 років, коли дитина активно формує уявлення про простір. Як зазначає О. Савченко [6], саме у цей період «важливо забезпечити перехід від безпосередньо-предметної до образно-узагальнюючої діяльності дитини», а цифрові інструменти є оптимальним середовищем для цього процесу.

Моделювання із застосуванням сучасних технологій у початкових класах – це діяльність, під час якої учні створюють, досліджують або змінюють об’єкти та явища за допомогою цифрових інструментів, щоб глибше зрозуміти їхні властивості.

З педагогічного погляду, такі технології мають кілька функцій:

когнітивна: сприяють формуванню знань про структуру, форму, розміри, взаємозв’язки об’єктів;

розвивальна: забезпечують розвиток просторової уяви, аналітичного мислення, креативності;

мотиваційна: пробуджують інтерес до пізнання через гру, експеримент, самостійне відкриття;

соціалізаційна: розвивають комунікативні навички, уміння працювати в команді.

Технології моделювання у навчанні інформатики відповідають ключовим компетентностям Нової української школи, зокрема – інформаційно-цифровій, інноваційній, спілкуванню державною мовою, вмінню навчатися впродовж життя [2].

2D-моделювання є базовою формою діяльності, що закладає основу для подальшого переходу до об'ємного мислення. Воно полягає у створенні двовимірних зображень, схем і планів, які передають просторові відношення між об'єктами.

У молодшому шкільному віці переважає наочно-образне мислення. Дитина сприймає простір через малюнки, лінії, кольори, форми. Робота з 2D-зображеннями дозволяє навчити її аналізувати розміщення предметів, порівнювати розміри, орієнтуватися у напрямках («ліворуч», «вгору», «під» тощо) [16].

Комп'ютерні програми які формують у дитини 2D-моделювання:

Tux Paint – дитячий графічний редактор з інтуїтивним інтерфейсом. Учні можуть малювати будинки, транспорт, схеми вулиць. Програма розвиває точність рухів, відчуття пропорцій, колірне сприйняття.

Paint 3D – поєднує можливості класичного графічного малювання з елементами 3D. Учень може намалювати, наприклад, кімнату у вигляді плану, а потім перетворити її у тривимірний макет.

Canva, Google Drawings, Pixlr – онлайн-інструменти, які дозволяють створювати схеми, діаграми, візуалізації навчального матеріалу (наприклад, «ланцюжок живлення» або «схему обчислювального процесу»).

Навчальні завдання для школярів, які формують процес моделювання: створити план шкільного подвір'я із зазначенням доріжок, дерев, клумб; змоделювати маршрут з дому до школи, використовуючи стрілки й піктограми; виконати композицію геометричних фігур із симетричним розташуванням.

Такі завдання формують *розуміння просторових співвідношень*, уміння переносити реальні об’єкти у площину, а також – відчуття масштабу та пропорцій.

Перехід до тривимірного моделювання є наступним кроком у розвитку просторової уяви. 3D-моделі дають змогу учням бачити предмет у різних ракурсах, змінювати його положення, експериментувати з формою.

Згідно з дослідженнями Д. Брунера, дитина краще засвоює складні поняття, коли має змогу маніпулювати об’єктом – реальним чи віртуальним. У цьому контексті 3D-моделювання сприяє розвитку операцій обертання, масштабування, комбінування об’ємів, що є основою просторового мислення.

Основні інструменти:

Tinkercad – безкоштовна онлайн-платформа для створення 3D-об’єктів із простих геометричних форм. Ідеальна для навчання учнів 3–4 класів.

Приклад: створити будинок із кубів, пірамід, циліндрів; розташувати його на площині; додати колір і вікна.

Minecraft Education Editionосвітня – версія популярної гри, у якій діти будують світи з блоків. Програма формує навички просторового планування, конструктивного мислення, колективної співпраці.

Приклад: створити модель екологічного міста або шкільного подвір’я з правильним зонуванням.

GeoGebra 3D – поєднує математичні моделі з просторовою візуалізацією. Учні можуть будувати куби, призми, піраміди, вимірювати кути і площі, досліджувати перетини фігур.

SketchUp Free – дає змогу учням виконувати архітектурні макети та ознайомлюватися з поняттями перспективи, пропорцій, масштабу.

Scratch – це не лише мова візуального програмування, а й інструмент для моделювання руху, траєкторії та взаємодії об’єктів у координатному просторі.

Переваги для розвитку просторового мислення:

1. Учні вчаться розуміти систему координат (X, Y);

2. Програмують рух і обертання об’єктів, що розвиває уявне маніпулювання фігурами;
3. Формують поняття напрямку, кута повороту, симетрії, пропорцій.

Приклад навчального проєкту: Створення анімації «Ракета в космосі» – учень програмує зміну положення ракети, її обертання навколо планет, масштабування при наближенні чи віддаленні.

Таке завдання поєднує алгоритмічне мислення з просторовим моделюванням, адже дитина повинна не лише запрограмувати рух, а й уявити, як він відбувається у просторі.

Робота з конструкторами (LEGO Education, Makeblock, Arduino Starter Kit) розвиває наочно-дієве мислення, дрібну моторику, спостережливість, послідовність дій. Таке моделювання є проміжною ланкою між реальним предметом і його цифровою репрезентацією.

LEGO WeDo – створення рухомих моделей (тварини, транспорт), програмування простих дій.

LEGO Mindstorms – моделювання роботів, які виконують завдання за певним алгоритмом.

Makeblock mBot – робототехнічний набір, який можна програмувати через Scratch, поєднуючи цифрове й фізичне моделювання.

Результатом навчання є формування технічного та просторового мислення; розвиток умінь аналізувати конструкцію, передбачати наслідки змін; формування практичного досвіду роботи з моделлю.

Щодо методичного підходу до впровадження технологій моделювання то він базується на таких принципах:

1. Принцип системності: робота з моделями повинна бути інтегрована в усі етапи навчання – від початкового малювання до створення складних цифрових конструкцій.

2. Принцип поступовості: учитель має переходити від простих дій (малювання схеми) до складніших (створення 3D-моделі чи анімації).

3. Принцип інтеграції: моделювання має міжпредметний характер – пов’язується з математикою (геометричні поняття), образотворчим мистецтвом (форма, колір), природознавством (структури, явища).

4. Принцип творчості: кожне завдання повинно мати елемент індивідуального самовираження – «створи власну версію», «запропонуй свій варіант».

5. Принцип рефлексії: після виконання проєкту обговорюються результати: що вийшло, які труднощі виникли, як можна покращити модель.

Використання цифрових інструментів моделювання у початковій школі забезпечує:

- поступовий розвиток просторових операцій (аналіз, синтез, уявне обертання, масштабування);
- формування системного бачення об’єктів і процесів;
- підвищення рівня когнітивної гнучкості;
- розвиток творчої активності та креативності.

За результатами педагогічних досліджень (Н. Морзе, О. Спірін, В. Копняк), учні, які систематично виконують завдання з моделювання, показують вищий рівень просторової уяви та успішності з математики, порівняно з учнями, які не мають такого досвіду.

Отже, сучасні технології моделювання відкривають нові можливості для розвитку просторового мислення молодших школярів. Вони дозволяють: поєднувати віртуальні та реальні форми діяльності; формувати у дітей здатність бачити об’єкти у трьох вимірах; розвивати вміння мислити конструктивно й аналітично; виховувати самостійність, наполегливість, комунікативність.

Використання таких засобів, як Tux Paint, Tinkercad, Scratch, Minecraft Education Edition, LEGO Mindstorms, робить навчальний процес захопливим, осмисленим і ефективним.

Моделювання стає не просто методом пізнання – воно перетворюється на механізм розвитку мислення, творчості та дослідницького потенціалу особистості.

2.2. Загальні засади організації педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент є важливим етапом дослідницької роботи, спрямованої на перевірку ефективності впровадження інноваційних методів навчання. У нашому дослідженні експеримент був проведений із метою перевірити, наскільки систематичне використання моделювання, зокрема *3D-моделювання,* впливає на розвиток просторового мислення в учнів молодших класів під час вивчення інформатики.

У сучасних умовах цифрової трансформації освіти особливої актуальності набуває застосування в навчальному процесі інтерактивних технологій, що дозволяють учневі не лише спостерігати, а й активно взаємодіяти з навчальним матеріалом. Моделювання у цьому контексті виступає не просто технічним засобом, а методом пізнання, що забезпечує діяльнісний підхід до навчання. Учень не лише сприймає інформацію, а створює власний віртуальний простір, де може експериментувати, конструювати, змінювати об’єкти й спостерігати наслідки цих змін.

З позицій психології розвитку (Ж. Піаже, Д. Брунер, Л. Виготський, О. Савченко) ефективність розвитку просторового мислення безпосередньо залежить від *активності дитини у взаємодії з предметним світом*. Тому навчальні середовища, які дозволяють учневі оперувати просторовими об’єктами (фізичними або віртуальними), є особливо корисними на етапі молодшого шкільного віку. Вони забезпечують перехід від *наочно-дієвого до наочно-образного* типу мислення, формуючи вміння уявляти, обертати, аналізувати та реконструювати просторові образи.

Отже, педагогічний експеримент було спроектовано з урахуванням вікових особливостей дітей 8–9 років, їхніх пізнавальних інтересів, рівня сформованості навчальної мотивації та доступності цифрових інструментів у шкільному середовищі.

Мета експерименту було емпірично перевірити ефективність використання моделювання (зокрема 3D-моделювання) як методу розвитку просторового мислення учнів початкових класів у процесі навчання інформатики.

Нами була висловлена гіпотеза: якщо у процес навчання інформатики впровадити систематичні вправи та проєкти з використанням 3D-моделювання (Tinkercad [16], Minecraft Education Edition [17]), то рівень розвитку просторового мислення учнів зросте порівняно з тими, хто навчається за традиційною методикою без моделювання.

На початку експерименту ми повинні: проаналізувати початковий рівень розвитку просторового мислення в учнів експериментальної та контрольної груп; реалізувати навчальний цикл із використанням технологій моделювання, адаптований для початкової школи; оцінити ефективність запропонованих методик за результатами контрольного тестування; порівняти результати та встановити статистично значущі відмінності між експериментальною та контрольною групами.

Базою практики стала Добрівлянська гімназія Дрогобицької міської ради Львівської області. У дослідженні брали участь учні двох класів: 3-А клас – експериментальна група (ЕГ), 15 учнів та 3-Б клас – контрольна група (КГ), 15 учнів.

Обидві групи навчалися за однаковою освітньою програмою з інформатики, мали подібні умови навчання, обладнання (комп’ютерний клас, доступ до Інтернету) та рівень загальної успішності.

Експеримент поділявся на такі етапи:

Етап	Зміст роботи	Тривалість
1. Підготовчий	добір класів, узгодження з адміністрацією, підготовка матеріалів	1 тиждень
2.Констатувальний	первинна діагностика просторового мислення	1 тиждень
3. Формувальний	проведення 8 уроків із використанням 3D-моделювання	4 тижні
4. Контрольний	повторна діагностика	1 тиждень
5. Аналітичний	обробка результатів, висновки	1 тиждень

Підготовчий етап: проводилася підготовка дидактичних матеріалів, створення тестових завдань, ознайомлення вчителів із програмними середовищами Tinkercad, Paint 3D, Minecraft Education Edition.

Було визначено критерії оцінювання просторового мислення:

№	Критерій	Опис показника
1	**Орієнтація у просторі**	Вміння визначати розташування об’єктів (ліворуч, праворуч, угорі, внизу, спереду, ззаду).
2	**Уявне обертання об’єктів**	Здатність уявляти предмети під різними кутами, змінювати орієнтацію в уяві.
3	**Виділення просторових відношень**	Розуміння співвідношення частин цілого, визначення відстаней, пропорцій.
4	**Творче просторове мислення**	Уміння самостійно створювати або комбінувати об’єкти в нові моделі.

Бальна шкала (за кожним критерієм):

Високий рівень – 3 бали. Учень вільно орієнтується в просторі, самостійно виконує завдання, демонструє логічність і точність.

Середній рівень – 2 бали. Учень розуміє просторові відношення, але іноді потребує допомоги, допускає неточності

Низький рівень – 1 бал. Учень плутає напрямки, важко уявляє об’єкти, виконує завдання з помилками.

Максимальна кількість балів – 12 (по 3 бали за кожен із 4 критеріїв).

Констатувальний етап: на цьому етапі ми повинні виявити початковий рівень розвитку просторового мислення учнів 3-А (ЕГ) і 3-Б (КГ) класів. Для цієї діагностики ми використаємо метод тестування:

Тест «Обертання фігур» – 6 завдань (оцінюється критерій 2).

Тест «Кубики Коса» – 5 завдань (оцінюється критерій 3).

Завдання на визначення проекцій (вид зверху, збоку) – 5 завдань (оцінюється критерій 1).

Завдання «Створи фігуру з елементів» — 1 творче завдання (оцінюється критерій 4).

Максимум: 12 балів. Оцінювання:

За кожне завдання – 1 бал, якщо виконано правильно,

За творче завдання – до 3 балів залежно від повноти й оригінальності.

Шкала рівнів розвитку (загальний бал):

Рівень	**Діапазон балів**	**Характеристика**
Високий	10–12	Учень чітко орієнтується в просторі, виконує уявні перетворення, застосовує просторову уяву в нових ситуаціях.
Середній	7–9	Розуміє більшість просторових відношень, але припускається незначних помилок.
Низький	4–6	Має труднощі з просторовими операціями, потребує допомоги.
Дуже низький	0–3	Не володіє базовими просторовими уявленнями.

Результати заносилися до індивідуальних карт спостереження. На основі середнього балу визначено початковий рівень. Обидві групи мають середній рівень просторового мислення, що дозволяє розпочати формувальний етап з однакових стартових умов.

Формувальний етап педагогічного експерименту полягав у перевіриці ефективності систематичного використання моделювання (особливо 3D-моделювання) для розвитку просторового мислення учнів початкових класів на уроках інформатики. Його тривалість: 4 тижні – 8 уроків.

На цьому етапі відбувається *власне педагогічний вплив* – реалізація методики, яка передбачає поступовий розвиток просторового мислення через активне використання цифрових технологій моделювання.

В експериментальній групі (3-А клас) учні систематично виконують завдання з *2D та 3D-моделювання* у спеціально підібраних програмних середовищах:

Tinkercad – для просторових моделей об’єктів;

Paint 3D – для візуалізації об’єктів і симетрії;

Minecraft Education Edition – для колективного моделювання середовищ;

Lego-конструктори або Scratch (у позаурочний час) – для підтримки просторової уяви через комбінування об’єктів.

У контрольній групі (3-Б клас) навчання відбувається традиційно:
з використанням базових графічних редакторів (Paint, Word Shapes), без систематичного 3D-моделювання.

Основними завданнями формувального етапу стало:

1. Формувати в учнів уміння уявно оперувати просторовими образами.

2. Навчити створювати інформаційні моделі об’єктів у цифровому середовищі.

3. Розвивати здатність переходити від 2D-зображень до 3D-форм.

4. Формувати навички аналітичного мислення, уваги, логічності.

5. Виховувати інтерес до пізнавальної діяльності через творчі завдання.

Для забезпечення цілісності експерименту етап поділявся на три послідовні підетапи:

1. Орієнтаційно-мотиваційний підетап (1 тиждень): ознайомити учнів із поняттям «модель» і «моделювання», викликати інтерес до створення моделей. За цей тиждень використовувлись такі методи, як бесіда «Для чого

люди створюють моделі?»; перегляд коротких відео або демонстрація реальних прикладів моделей (іграшки, макети, комп'ютерні моделі); робота у Paint 3D: створення простих об'єктів (м'яч, куб, стілець); завдання на співвіднесення форми предмета з геометричною фігурою.

У результаті учні усвідомлюють сутність моделювання, розуміють, що модель – це спрощене відображення реального об'єкта, і можуть пояснити, навіщо її створюють.

2. Практично-розвивальний підетап (2–3 тиждень): сформувати в учнів уміння уявно обертати об'єкти, створювати просторові конструкції, передавати об'ємні відношення. За цей період використовувались такі методи, як практичні завдання з моделювання; евристична бесіда; робота в парах («архітектор» і «інженер»); інтерактивні міні-ігри (наприклад, знайди правильну тінь для об'єкта), а також робота в середовищі Tinkercad: створення простих фігур (куб, циліндр, призма), комбінування кількох фігур у складні об'єкти (будинок, авто, робот); завдання на зміну масштабу, положення, орієнтації об'єкта; побудова «проекту кімнати» з дотриманням пропорцій (зверху, збоку, спереду); виконання вправ типу: «що зміниться, якщо обернути об'єкт на 90°?».

У результаті в учнів покращення уміння аналізувати просторові властивості об'єктів, зростання самостійності у створенні моделей, активізація просторової уяви.

3. Творчо-узагальнювальний підетап (4 тиждень): закріпити сформовані навички у творчій діяльності, узагальнити знання про просторові властивості об'єктів. За цей період учні виконують творчий проєкт: «Моє місто майбутнього» або «Кімната моєї мрії»; використовується середовище Minecraft Education Edition або Tinkercad; проєкти виконуються групами (по 3 – 4 учні); після завершення – презентація моделей і самооцінка за критеріями.

Підсумкова рефлексія: учні обговорюють, які труднощі виникали при створенні моделей; аналізують, як моделювання допомогло уявити об'єкт «у голові»; порівнюють свої перші й останні роботи, фіксують прогрес.

Система оцінювання формувального етапу: кожен урок включав міні-оцінювання (1–3 бали) за активність і правильність виконання завдань.

Після завершення етапу проводилася підсумкова оцінка (до 12 балів) за чотирма критеріями:

№	Критерій	Максимум балів	Приклади діяльності
1	Орієнтація в просторі	3	Учень правильно визначає розташування об’єктів у моделі
2	Уявне обертання	3	Вміє змінювати орієнтацію фігур у Tinkercad
3	Просторові відношення	3	Створює моделі з правильними пропорціями
4	Творчість і самостійність	3	Пропонує власний дизайн, нестандартне рішення

Інтерпретація результатів:

Рівень	Бал	Характеристика
Високий	10–12	Учень самостійно створює точні й оригінальні моделі, уміє уявно обертати об’єкти.
Середній	7–9	Завдання виконує з незначними помилками, потребує підказки при складних моделях.
Низький	4–6	Має труднощі з просторовими операціями, помиляється в розмірах і орієнтації.
Дуже низький	0–3	Не розуміє принципів моделювання, не здатен відтворити просторову структуру.

Отже, після формувального етапу учні повинні значно покращити результати тестів на уявне обертання та орієнтацію в просторі. Повинне відбутися зростання середнього балу учнів ЕГ у порівнянні з КГ (на 25–30%). Підвищення мотивації до навчання інформатики, активності й креативності учнів та розвиток міжпредметних компетентностей (зв’язок із математикою,

технологіями, образотворчим мистецтвом). Формування базових STEM-компетентностей: дослідження, аналіз, побудова, перевірка результату.

Контрольний етап і аналіз результатів експерименту полягав у тому, щоб визначити зміни у рівні розвитку просторового мислення в учнів експериментальної та контрольної груп після завершення формувального впливу, а також перевірити ефективність використання моделювання як засобу навчання. Його тривалість 1 тиждень: проведення діагностики, аналіз і узагальнення результатів.

Контрольне оцінювання здійснювалось за тими ж методиками, що й на констатувальному етапі, аби забезпечити достовірність порівняння результатів:

1. Тест «Обертання фігур» – оцінював здатність учня уявно обертати об’єкти.

2. Тест «Кубики Коса» – визначав рівень розуміння просторових відношень.

3. Завдання на проекції – перевіряло уміння співвідносити 3D-об’єкти з 2D-зображеннями.

4. Практичне завдання – створити просту 3D-модель у Tinkercad або Paint 3D за зразком.

Оцінювання проводилося за 12-бальною шкалою, де: 0–3 бали – низький рівень; 4–6 балів – середній рівень; 7–9 балів – достатній рівень; 10–12 балів – високий рівень розвитку просторового мислення.

Результати експерименту експериментальної групи:

№	ПІБ учня	Констатувальний етап (бал)	Контрольний етап (бал)	Приріст
1	Андрій С.	5	9	+4
2	Богдан М.	6	10	+4
3	Вероніка П.	4	8	+4
4	Дарина Т.	7	11	+4
5	Ігор К.	5	9	+4
6	Марія В.	6	10	+4

7	Олександр Г.	5	9	+4
8	Софія Д.	4	8	+4
9	Владислав Л.	5	9	+4
10	Катерина С.	6	10	+4
11	Михайло Ю.	4	8	+4
12	Тетяна Ч.	5	9	+4
13	Олена К.	6	11	+5
14	Роман Б.	5	9	+4
15	Юлія П.	5	10	+5
Середнє значення		**5,2**	**9,5**	**+4,3**

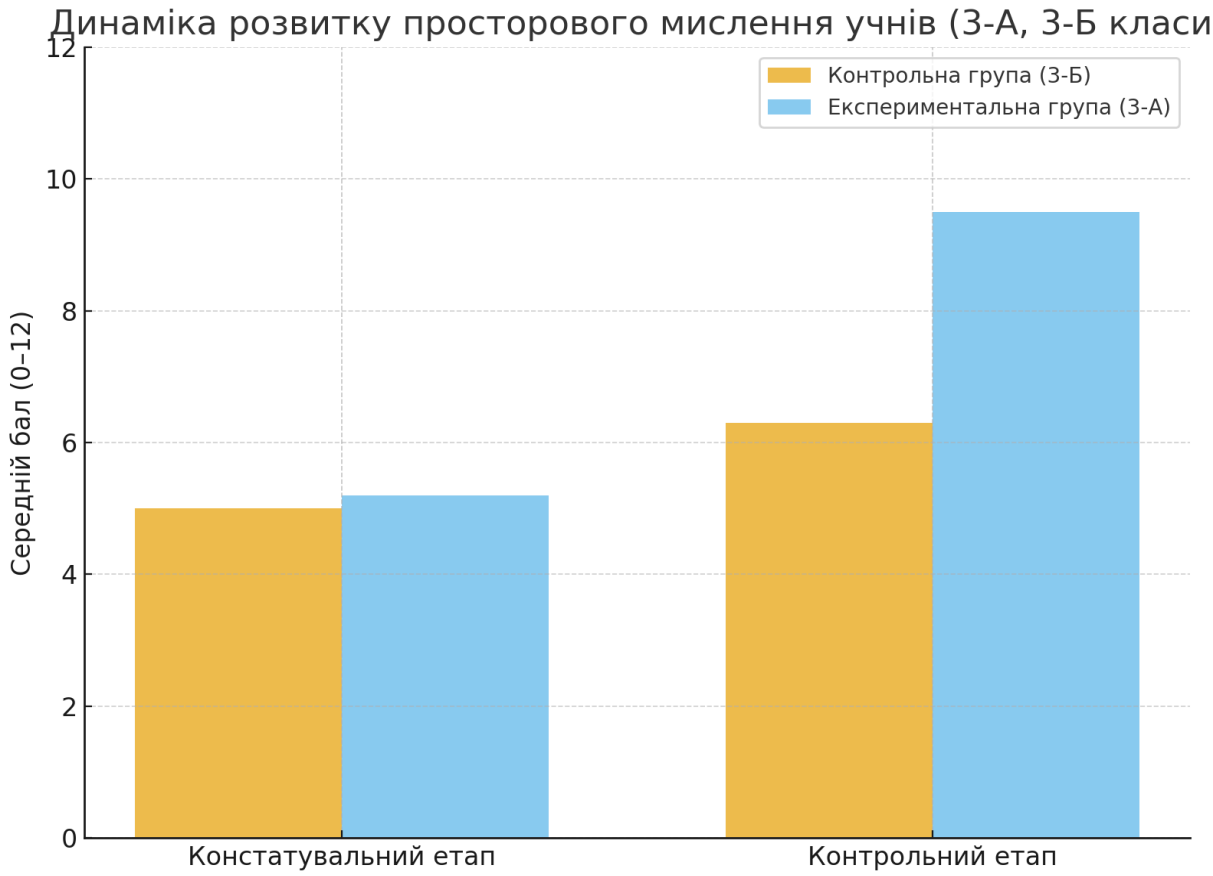
Результати експерименту контрольної групи:

№	**ПІБ учня**	**Констатувальний етап (бал)**	**Контрольний етап (бал)**	**Приріст**
1	Анна М.	5	6	+1
2	Віктор Р.	6	7	+1
3	Дмитро С.	4	5	+1
4	Ірина К.	5	6	+1
5	Карина Л.	4	5	+1
6	Максим П.	5	6	+1
7	Назар Б.	5	7	+2
8	Ольга С.	6	7	+1
9	Павло Т.	4	5	+1
10	Руслана Х.	6	7	+1
11	Сергій Ю.	5	6	+1
12	Христина Ж.	4	5	+1
13	Юрій В.	5	6	+1
14	Оксана Д.	6	7	+1
15	Єлизавета П.	4	6	+2
Середнє значення		**5,0**	**6,3**	**+1,3**

Аналізуючи результати нашого експерименту можна сказати, що на початку експерименту (констатувальний етап) середній рівень обох груп був майже однаковим (5,2 у ЕГ проти 5,0 у КГ).

Після проведення формувального етапу спостерігається помітне зростання показників в експериментальній групі (9,5 бали), тоді як у контрольній – лише незначне підвищення (6,3 бала).

Тобто кількість учнів у експериментальній групі з високим рівнем становила –53%, середнім – 40%, низьким – 7%. Кількість учнів у контрольній групі з високим рівнем становила –13%, середнім – 60%, низьким – 27%.



На діаграмі видно, що на початку експерименту показники двох груп майже збігалися (приблизно 5 балів).

Після чотиритижневого формувального етапу рівень просторового мислення в учнів експериментальної групи зріс до 9,5 балів, тоді як у контрольній групі лише до 6,3 балу.

Це підтверджує ефективність 3D-моделювання як інструмента розвитку просторової уяви.

Отже, розбіжність між результатами контрольної та експериментальної груп є суттєвою, що свідчить про ефективність упровадженої методики. Різниця між середніми значеннями перевищує похибку вибірки, тому гіпотеза наша підтверджується.

За результатами дослідження запропонованої нами методики можна зробити висновок: що систематичне використання 3D-моделювання на уроках інформатики, *сприяє значному підвищенню рівня просторового мислення* учнів. У процесі експерименту учні експериментальної групи проявили вищий рівень пізнавальної активності, самостійності та творчості. Виконання завдань із 3D-моделювання розвивало здатність аналізувати просторові відношення, здійснювати уявне обертання об'єктів, планувати структуру об'єкта перед його побудовою.

У контрольній групі, де використовувались лише традиційні методики (2D-графіка, текстові вправи), зростання результатів було мінімальним. Отримані дані підтверджують, що використання технологій моделювання (особливо 3D) є ефективним засобом розвитку просторового мислення молодших школярів у процесі вивчення інформатики.

2.3 Методичні рекомендації для вчителів початкової школи щодо впровадження елементів моделювання (особливо 3D-технологій) у навчальний процес

У сучасних умовах цифрової трансформації освіти важливим завданням є формування в молодших школярів навичок роботи з інформаційними технологіями та розвиток просторового мислення. Одним із ефективних засобів реалізації цього завдання є використання моделювання, зокрема 3D-моделювання, у навчальному процесі початкової школи.

Моделювання виступає засобом пізнання дійсності через створення її спрощених зразків – моделей. Воно допомагає учням краще усвідомлювати

структуру та властивості об’єктів, розуміти взаємозв’язки між їхніми частинами, розвиває уяву, логічне і просторове мислення.

Завдяки впровадженню елементів моделювання навчання стає більш наочним, інтерактивним та практично орієнтованим. Такі заняття сприяють підвищенню мотивації до вивчення інформатики та інтеграції знань з інших предметів – математики, ЯДС, трудового навчання, образотворчого мистецтва.

Метою впровадження моделювання є *розвиток просторового мислення та творчих здібностей учнів* шляхом організації навчальної діяльності з використанням засобів 2D- та 3D-моделювання.

До основних завдань курсу належать:

1. Формування уявлень про модель як засіб пізнання об’єктів і явищ.

2. Навчання основ створення графічних та об’ємних моделей.

3. Розвиток умінь аналізувати форму, пропорції та взаємне розташування частин об’єкта.

4. Виховання самостійності, логічного мислення, творчого підходу до розв’язання навчальних задач.

Для ефективного впровадження елементів моделювання необхідно забезпечити такі умови:

Підготовка вчителя: ознайомлення з базовими програмами для створення 3D-моделей (Tinkercad, Paint 3D, CoSpaces Edu, Minecraft Education Edition).

Технічне забезпечення: наявність комп’ютерного класу з доступом до Інтернету, сучасного програмного забезпечення, проектор.

Поступовість навчання: від простих 2D-зображень до створення повноцінних тривимірних моделей.

Інтеграція з іншими предметами: математика (геометричні форми), ЯДС (будова тіла, Сонячна система), образотворче мистецтво (кольори, композиція).

Впровадження відбувається у декілька послідовних етапів:

Підготовчий етап. На цьому етапі учні ознайомлюються з поняттям «модель», видами моделей, прикладами їх застосування у житті. Вчитель організовує прості вправи на розпізнавання геометричних форм, визначення просторових напрямків («вгору», «вниз», «ліворуч», «праворуч»).

Основний етап. Учні створюють власні моделі за допомогою програмних інструментів. Спочатку – прості 2D-зображення, схеми, а потім – тривимірні об’єкти (будиночки, автомобілі, дерева, тварини тощо).

Можна застосовувати групові проєкти, наприклад: «Моє місто майбутнього»; «Космічна станція»; «Моя школа у 3D».

Підсумковий етап (рефлексія). Учні презентують свої роботи, обговорюють результати, оцінюють складність завдання та власний внесок. Важливо, щоб учитель допомагав дітям усвідомити, як нові знання та вміння можна застосувати у повсякденному житті.

Оцінювання доцільно здійснювати за **бальною шкалою**, враховуючи такі критерії:

Критерій	**Опис**	**Бали**
Розуміння завдання	Учень розуміє, яку модель потрібно створити, дотримується інструкції	1–3
Самостійність виконання	Виконує роботу з мінімальною допомогою вчителя	1–3
Точність і відповідність	Модель відповідає заданим параметрам (форма, пропорції, колір)	1–3
Творчість	Є оригінальні деталі, нові ідеї	1–3

Максимум –12 балів.

10 – 12 балів – високий рівень (учень демонструє глибоке розуміння, творче мислення, точність у роботі);

7 – 9 балів – достатній рівень (завдання виконано самостійно, з незначними неточностями);

4 – 6 балів – середній рівень (потрібна допомога вчителя, робота частково завершена);

1 – 3 бали – початковий рівень (учень виконав лише окремі елементи, без цілісного результату).

Практичні поради для вчителів, які впроваджують такі методики на уроках інформатики у початкових класах:

1. Починати з *наочних вправ* – складання фігур із геометричних тіл, робота з паперовими моделями, LEGO-конструкторами.

2. Використовувати *візуальні підказки*: схеми, ескізи, короткі відеоінструкції.

3. Під час роботи обов'язково *коментувати дії учнів*, підкреслюючи правильні рішення.

4. Заохочувати *роботу в парах та групах* для розвитку комунікативних умінь.

5. Організовувати *підсумкові виставки чи конкурси моделей*, щоб підвищити мотивацію учнів.

6. Проводити рефлексію після кожного заняття: обговорення, що вдалося, які виникли труднощі, що хотілося б покращити.

Прикладами таких завдань для учнів можуть бути: створити у Tinkercad просту модель будиночка, використовуючи куб, циліндр і піраміду. Намалювати у Paint 3D транспорт майбутнього. Побудувати у Scratch рухому модель Сонячної системи. Створи віртуальну екосистему у Minecraft Education Edition.

Саме тому використання моделювання, зокрема 3D-технологій, у навчальному процесі початкової школи сприяє не лише розвитку просторового мислення, а й формуванню таких важливих якостей, як творчість, самостійність, критичне мислення та вміння працювати в команді.

Застосування цих методів робить навчання інформатики більш змістовним, мотивуючим та зорієнтованим на потреби сучасної дитини, яка зростає у цифровому середовищі.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання нашої роботи на тему «Моделювання як один із методів розвитку просторового мислення на уроках інформатики в початкових класах» було здійснено комплексне теоретичне й експериментальне дослідження, спрямоване на з’ясування сутності просторового мислення, визначення ролі моделювання у його розвитку, а також перевірку ефективності впровадження елементів 3D-моделювання у навчальний процес молодших школярів.

Проведений аналіз наукових джерел засвідчив, що *просторове мислення* є важливою складовою інтелектуального розвитку дитини, тісно пов’язаною з образним, логічним і творчим мисленням. Воно забезпечує здатність людини сприймати, уявляти, перетворювати та відтворювати просторові відношення між об’єктами. Саме в молодшому шкільному віці, коли активно формується наочно-образне мислення, виникають найбільш сприятливі умови для розвитку просторових уявлень.

Встановлено, що розвиток просторового мислення неможливий без практичної діяльності. Рухова активність, маніпулювання предметами, створення моделей і візуалізація результатів – це ті чинники, які безпосередньо впливають на глибину й стійкість просторових образів у свідомості дитини. Відомі психологи (Ж. Піаже, Д. Брунер, Л. Виготський) підкреслювали, що просторове мислення розвивається у взаємодії дії, сприймання та мовлення. Тому використання моделювання, зокрема цифрових інструментів для створення просторових моделей, є природним і науково обґрунтованим шляхом розвитку цього виду мислення.

У процесі дослідження було уточнено поняття «моделювання» як методу навчання. У педагогічному контексті воно розглядається як процес створення й використання моделей для вивчення об’єктів, явищ або процесів, що сприяє формуванню уявлень про їх структуру, функції та взаємозв’язки. У межах шкільного курсу інформатики моделювання виступає не лише дидактичним

прийомом, але й інструментом пізнання, який допомагає учням осмислити абстрактні поняття через конкретні дії.

Особливу увагу було приділено 3D-моделюванню, яке, на відміну від традиційного двовимірного зображення, передбачає роботу з об’ємом, просторовими координатами, напрямками та пропорціями. Дослідження довело, що робота з тривимірними об’єктами активізує візуально-просторові процеси, розвиває уяву, логіку, а також сприяє інтеграції знань з математики, природознавства, технологій і мистецтва.

З метою перевірки гіпотези про ефективність використання моделювання як засобу розвитку просторового мислення було проведено педагогічний експеримент у двох третіх класах (3-А – експериментальна група, 3-Б – контрольна група). Обидві групи на початку мали приблизно однаковий рівень навчальних досягнень і сформованості просторового мислення, що підтверджено результатами констатувального етапу.

У контрольній групі навчання інформатики здійснювалося за традиційною програмою, без використання систематичних елементів моделювання. В експериментальній групі упродовж чотирьох тижнів було впроваджено формувальний експеримент, що передбачав виконання учнями завдань із використанням програм Tinkercad, Paint 3D, Scratch, Minecraft Education Edition тощо. Учні створювали об’ємні моделі предметів, схеми, проєкти, що вимагало від них аналізу форми, розмірів, пропорцій та взаємного розташування частин об’єкта.

Після завершення формувального етапу проведено контрольне тестування, яке показало помітне зростання рівня розвитку просторового мислення в експериментальній групі порівняно з контрольною. Середній бал учнів експериментальної групи зріс майже вдвічі (з 5,2 до 9,5), тоді як у контрольній – незначно (з 5,0 до 6,3). Статистичний аналіз результатів підтвердив, що отримані відмінності мають статистично значущий характер, а отже – не є випадковими.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що систематичне впровадження елементів 3D-моделювання під час навчання інформатики має позитивний вплив на розвиток просторового мислення молодших школярів. Учні не лише навчаються краще орієнтуватися у просторі, але й демонструють вищий рівень самостійності, логічного мислення та творчої активності.

У процесі роботи також було розроблено методичні рекомендації для вчителів початкової школи, які передбачають організацію навчального процесу за принципами поступовості, інтеграції, наочності та активної діяльності учнів. Серед запропонованих методичних прийомів – створення простих 2D- і 3D-моделей, групові проєкти, творчі завдання, використання навчальних ігор та освітніх онлайн-платформ.

Практичне впровадження цих рекомендацій дозволяє зробити уроки інформатики більш цікавими, змістовними та ефективними. Вони сприяють формуванню не лише просторового мислення, але й цифрової грамотності, навичок співпраці, комунікації, планування діяльності. Таким чином, моделювання стає важливим компонентом сучасної STEM-освіти, що орієнтована на розвиток компетентностей XXI століття.

Узагальнюючи результати дослідження, можна сформулювати такі основні висновки:

1. Просторове мислення є ключовою когнітивною здатністю, що забезпечує розуміння просторових відношень, форм, розмірів і пропорцій об’єктів, а також уміння діяти з ними в уяві.

2. Розвиток просторового мислення в молодшому шкільному віці тісно пов’язаний із практичною діяльністю, маніпулюванням предметами та моделюванням.

3. Моделювання, особливо з використанням цифрових технологій, є ефективним засобом формування просторових уявлень, розвитку логічного й образного мислення.

4. Результати експерименту підтверджують доцільність використання 3D-моделювання в навчальному процесі початкової школи.

5. Запропонована система методичних рекомендацій може бути використана вчителями інформатики, а також під час підготовки майбутніх педагогів для реалізації інтегрованих STEM-підходів.

Отже, гіпотеза дослідження підтвердилася: моделювання, зокрема у форматі 3D, є дієвим методом розвитку просторового мислення на уроках інформатики у початкових класах.

Перспективи подальших досліджень убачаються у розробленні більш глибоких методичних систем інтеграції моделювання з іншими предметами початкової школи, а також у вивченні впливу цифрового моделювання на розвиток креативності та технічного мислення дітей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бех І. Д. (2003). Виховання особистості: у 2 кн. Кн. 1. Особистісно орієнтований підхід: теоретико-технологічні засади. Київ. Либідь. 280 с.

2. Виговська Н. Г. (2021). Психолого-педагогічні особливості розвитку просторового мислення молодших школярів. *Психологія і педагогіка: зб. наук. праць*. № 3. С. 45–52.

3. Гальперін П. Я. (2019). Психологічні механізми навчальної діяльності. Київ. Освіта. 192 с.

4. Ж Піаже. (2002). Психологія інтелекту. К.: Основи. 234 с.

5. Брунер Дж. (2018). Пізнавальні процеси в навчанні. Київ. Юніверс. 216 с.

6. Савченко О. Я. (2019). Дидактика початкової школи: підручник. Київ: Генеза. 432 с.

7. Кузьменко, В. В. (2022). Розвиток пізнавальної активності молодших школярів засобами STEM-освіти. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. № 1. С. 112–118.

8. Лепська Н. А. (2020). Розвиток просторового мислення у процесі навчання інформатики в початкових класах. К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова. 165 с.

9. Український інститут розвитку освіти. Концепція впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти. Київ. 2021. 28 с.

10. Національна академія педагогічних наук України. Цифровізація освіти: тенденції, виклики, перспективи. К.: НАПН України. 2023. 84 с.

11. Ministry of Education and Science of Ukraine. New Ukrainian School: Conceptual Framework for Reform of General Secondary Education. Kyiv, 2016. 34 p.

12. Gardner H. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. New York: Basic Books, 2011. 320 p.

13. Cohen, M. & Villar, L. (2020). The Development of Spatial Ability in Young Learners: Cognitive and Educational Perspectives. // *Journal of Educational Psychology*. Vol. 112(4). P. 641–654.

14. National Research Council (U.S.). Learning to Think Spatially: GIS as a Support System in the K–12 Curriculum. Washington, DC: The National Academies Press, 2006. 332 p.
15. Ching F. D. K. (2019). Architecture: Form, Space, and Order. 5th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. 464 p.
16. Tinkercad Official Website. 3D Design and Modeling for Education.
Режим доступу: https://www.tinkercad.com
17. Minecraft Education Edition. Using Game-Based 3D Environments in Learning. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://education.minecraft.net
18. CoSpaces Edu. Create and Explore Virtual Worlds for Learning. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://cospaces.io/edu
19. OECD. Education in the Digital Age: Healthy and Creative Learning with Technology.OECD Publishing. Paris. 2023. 220 p.
20. Papert S. (1993). Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. New York: Basic Books. 230 p.