


## ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВИВЧЕННЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

**Анна Деркач,**

молодший науковий співробітник відділу математичної та інформатичної освіти,  
Інститут педагогіки НАПН України, м. Київ;

аспірант кафедри інформаційних технологій і програмування,  
Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ


 [a.s.derkach@npu.edu.ua](mailto:a.s.derkach@npu.edu.ua)

**Ігор Твердохліб,**

кандидат педагогічних наук, доцент,

провідний науковий співробітник відділу математичної та інформатичної освіти,  
Інститут педагогіки НАПН України, м. Київ;

доцент кафедри інформаційних технологій і програмування,  
Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ

 <https://orcid.org/0000-0001-6301-0159>

 [i.a.tverdokhlib@gmail.com](mailto:i.a.tverdokhlib@gmail.com)

У статті вказано на важливості вивчення тривимірного моделювання в змісті шкільного курсу інформатики, оскільки наразі це один із найбільш розвинутих та перспективних напрямів розвитку інформаційних технологій, який широко використовується в багатьох галузях людської діяльності, науці, виробництві, медицині тощо. Вивчення 3D-моделювання в школі має позитивний вплив на активізацію пізнавальної діяльності учнів, підвищення мотивації до навчання, розвитку просторової уяви та критичного мислення, і, зрештою, формування сучасного світогляду в умовах інформаційного суспільства.

На основі порівняльного аналізу навчальних програм з інформатики описано сучасний стан вивчення 3D-моделювання в українських закладах загальної середньої освіти. Наведено порівняльну таблицю змістових одиниць теми «3D-моделювання» в курсі інформатики в гімназії залежно від обраної модельної навчальної програми. Було з'ясовано, що більшість тем, пов'язаних з теоретичними основами створення тривимірних моделей, налаштуванням їх вигляду та дій з ними, створенням тривимірних анімацій та основ 3D-друку присутні в кожній програмі. Відмінності у змісті простежуються при вивченні сучасних напрямків застосування тривимірної графіки. Одні автори більше уваги приділяють вивченню технологій 3D-друку, інші – технологій доповненої реальності, треті – голографічних технологій.

У роботі наведено окремі результати проведеного всеукраїнського опитування вчителів інформатики щодо вивчення 3D-моделювання в школі. З проведеного опитування видно, що більшість респондентів-вчителів вважає вивчення тривимірного моделювання невід'ємною частиною шкільної інформатичної освіти, і вважають що вивчатися воно має саме в змісті предмету «Інформатика». На основі проведеного дослідження стану вивчення 3D-моделювання в українських загальноосвітніх школах, та всеукраїнського опитування вчителів, запропоновано перелік тем, обов'язкових для ефективного навчання комп'ютерному моделюванню в школі.

**Ключові** слова. освітній процес; середня освіта; інформатика; 3D-моделювання; зміст навчання.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.** Однією з перспективних інформаційних технологій, що активно розвивається сьогодні є 3D-моделювання. Цей різновид комп'ютерного моделювання знайшов застосування в різних галузях, таких як наука, інженерія, медицина, економіка, екологія, сільське господарство, транспорт та багато інших. Використання комп'ютерного моделювання, зокрема 3D-моделювання, дає змогу моделювати різні процеси, що відбуваються в реальному світі (змінюючи та експериментуючи з параметрами цих процесів) і на основі цього робити прогнози та приймати рішення.

Активний розвиток і використання тривимірного моделювання сприяло тому, що вивчення основ 3D-моделювання почали впроваджувати в зміст середньої загальної освіти. З одного боку це викликано вимогами сучасного ринку праці, де володіння навичками тривимірного моделювання стає все більш важливим, а з іншого боку вивчення 3D-моделювання є потужним інструментом, що дає змогу учням розширити свої можливості в області творчого мислення, візуалізації, сприяє розвитку критичного мислення та просторового сприйняття, формуванню в учнів компетентностей у галузі комп'ютерного моделювання.

Незважаючи на зростаючу популярність 3D-технологій, рівень їх впровадження в українських школах залишається досить низьким. Це пов'язано з низкою об'єктивних і суб'єктивних факторів, таких, як недостатнє фінансування, обмежений доступ до необхідного обладнання, відсутність відповідної підготовки у педагогів, а також недосконалість навчальних програм. У зв'язку з цим актуальним стає дослідження стану вивчення 3D-моделювання в українських школах, виявлення наявних проблем та пошук можливих шляхів їх вирішення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наразі технології комп'ютерного моделювання активно розвиваються і доволі швидко проникають в освітній процес як шкіл, так і закладів вищої освіти. Це підтверджується значною кількістю досліджень та публікацій у цій галузі. Серед українських учених, які зробили вагомий внесок у дослідження проблем використання комп'ютерного моделювання в навчальному процесі, варто відзначити роботи Верлань А.Ф., Горошко Ю.В., Жалдака М.І., Жука Ю.О., Ракова С.А., Рамського Ю.С., Семерікова С.О., Теплицького І.О., Хазіної С.А. Цибко Г.Ю. У роботах зазначених науковців досліджувалися питання інтеграції комп'ютерного моделювання в зміст шкільного курсу інформатики та в процес підготовки майбутніх учителів, розроблялася методика навчання комп'ютерному моделюванню в школі та ЗВО.

У зв'язку зі зростанням інтересу до вивчення 3D-моделювання як одного з видів комп'ютерного моделювання, в останні роки простежується великий інтерес науковців та педагогів до шляхів інтеграції тривимірного моделювання в зміст шкільного курсу інформатики та в освітні програми підготовки майбутніх вчителів інформатики. Серед українських вчених, які займалися дослідженням методики навчання тривимірного моделювання варто відзначити таких: Дудка О.М., Литвинова С.Г., Мосіюк О.О., Ожга М.М., Сікора Я.Б., Струтинська О.В., Удовиченко О.М., Усата О.Ю., Юрченко А.О. та інші.

Праці Струтинської О.В. містять дослідження щодо впровадження в освітній процес сучасних інформаційних засобів і технологій. Зокрема, у роботі (Струтинська, 2018) проведено аналіз стану і перспектив розвитку технологій тривимірного моделювання та друку, а саме: розглянуто апаратні та програмні засоби технологій тривимірного моделювання, описано технологічні етапи тривимірного друкування, наведено характеристику сфер їх використання. Особливий акцент у її дослідженнях зроблено на інтеграцію 3D-технологій в освітній процес, що робить ці дослідження значущими для розвитку та впровадження 3D-моделювання в українську систему освіти.

Дудка О.М. та Депутат В.Р. досліджували можливості вивчення технологій 3D моделювання архітектурних споруд в школі в межах факультативного курсу «Побудова 3D-моделей архітектурних споруд» (Дудка & Депутат, 2020). Мосіюк О.О., Сікора Я.Б. та Усата О.Ю. в працях присвятили свої педагогічні дослідження питанням зручності використання програм для вивчення 3D-моделювання в школах, зокрема полігонального та твердотілого моделювання (Мосіюк, Сікора& Усата, 2021; Mosiuk, Sikora, Usata, 2023).

Вельгач А.В. та Габрусев В.Ю. досліджували 3D-моделювання як метод розвитку просторового мислення учнів початкової школи (Вельгач & Габрусев, 2019). Пойда С.А. та Галич Т.В. зосередилися на формуванні та розвитку просторової уяви учнів через створення та використання 3D-моделей (Пойда & Галич, 2018). Значний внесок у розвиток цієї сфери також зробили й інші українські дослідники, які досліджували проблеми та перспективи використання 3D-технологій у закладах загальної середньої та вищої освіти.

З проведеного огляду видно те, що недостатньо розробленими наразі залишаються питання змісту та методики навчання тривимірного моделювання в гімназії в умовах Нової української школи. Це зумовлене з одного боку тим, що вивчення цієї теми передбачене в 9 класі відповідно до діючих модельних навчальних програм, а наразі за програмою НУШ навчається лише 7 клас (8 пілотний), а з іншого боку – недостатньою кількістю наукових розвідок щодо методики навчання тривимірного моделювання в середніх загальноосвітніх навчальних закладах.

**Метою статті** є проведення дослідження сучасного стану вивчення тривимірного моделювання в закладах загальної середньої освіти України, з'ясування методичних особливостей впровадження теми «3D-моделювання» в освітній процес відповідно до актуальних навчальних програм з інформатики.

**Методи дослідження.** У ході дослідження було використано теоретичні (аналіз літературних джерел та нормативних документів, систематизація теоретичного матеріалу з проблеми дослідження) та емпіричні (узагальнення педагогічного досвіду) методи.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Комп'ютерне моделювання є одним із ключових інструментів у сучасних наукових дослідженнях та виробництві, оскільки його використання дає змогу створювати віртуальні моделі реальних об'єктів і процесів для глибшого їх вивчення та аналізу. Використання технологій комп'ютерного моделювання в освітньому процесі відкриває нові можливості для вивчення складних систем, прогнозування економічних чи соціальних процесів, моделюванню фізичних, хімічних чи біологічних явищ і процесів, відтворення яких в умовах шкільних лабораторій небезпечно, або взагалі неможливе.

Інтеграція технологій 3D-моделювання у зміст вивчення інформатики в школі є доволі важливим на цьому етапі розвитку інформаційного суспільства, оскільки це одна з найбільш розвинених (використовується для проектування технічних засобів, будівель, ландшафту, виготовлення тривимірних моделей, у кіноіндустрії, медицині тощо) і перспективних технологій подальшого розвитку інформаційних технологій. Тому, знайомство учнів з технологіями 3D-моделювання є важливою складовою формування їх сучасного світогляду та ключових компетентностей (Твердохліб & Деркач, 2023).

Для розроблення та вдосконалення методики навчання 3D-моделювання важливим аспектом є з'ясування змісту вивчення тривимірного моделювання в закладах загальної середньої освіти. В Україні вивчення 3D-моделювання почало активно впроваджуватися в школи завдяки активності вчителів та викладачів, які розвивали цю сферу, використовуючи доступні ресурси та обладнання. Наразі в державному стандарті базової середньої освіти (Державний стандарт, 2020, с. 294) є перелік питань, що пов'язані з тривимірним моделюванням (тривимірна графіка; анімація; поняття про програми 3D-моделювання та 3D-друк). На основі державного стандарту було розроблена низка модельних навчальних програм (Модельні навчальні програми) для 7–9 класів, в яких вивчення тривимірного моделювання передбачається в 9 класі. В даних модельних навчальних програмах назви розділів дещо відрізняються («3D-графіка», «Комп'ютерна графіка та анімація», «Тривимірне моделювання», тощо), проте змістове наповнення практично однакове. У проведеному нами дослідженні було здійснено поділ тем модуля «3D-моделювання» на підтеми і складено матрицю входження підтеми до відповідної модельної навчальної програми (таблиці 1).

Таблиця 1.

**Порівняння змісту модельних навчальних програм  
7–9 класу щодо вивчення тривимірного моделювання**

Модельна навчальна програма (авторський колектив)	Бондаренко О.О. та ін.	Громко Г.Г. та ін.	Завадський І.О. та ін.	Морзе Н.В. та ін.	Пасічник О.В. та ін.	Ривкінд Й.Я. та ін.
Змістова одиниця теми «3D-моделювання»						
Основні поняття про моделювання / тривимірну графіку	+	+	+	+	+	+

Програмне забезпечення для роботи з тривимірною графікою. Його класифікація	+	+	+	+	+	+
Принципи тривимірної навігації	+	+				+
Характеристики тривимірних об'єктів			+			
Дії над об'єктами (додавання, переміщення, групування, вирівнювання, обертання тощо)	+	+	+	+	+	+
Екструдкування об'єктів		+	+	+	+	+
Створення просторових моделей об'єктів з використанням тривимірних примітивів			+		+	+
Поняття вершини, ребра, грані	+	+		+	+	
Графічні текстури. Освітлення	+	+		+	+	+
Текстові об'єкти та їх редагування	+			+	+	
Рендеринг тривимірної сцени	+	+			+	+
Тривимірна анімація	+	+	+		+	+
Поняття про 3D-друк. Підготовка 3D-моделей до друку	+	+	+	+	+	+
Будова, характеристики та принципи роботи 3D-принтерів			+			
Види та технології доповненої реальності				+		
Голографічний проектор. Голограма					+	
Клас, в якому заплановане вивчення 3D-моделювання	9	9	9	9	9	9

З наведеної таблиці видно, що модельні навчальні програми для 7-9 класів досить схожі між собою в плані вивчення 3D-моделювання, проте є й деякі відмінності. Автори всіх модельних навчальних програм (МНП) пропонують вивчати такі питання, як «Основні поняття про тривимірну графіку», «Програмне забезпечення для роботи з тривимірною графікою. Його класифікація», «Дії над об'єктами (додавання, переміщення, групування, вирівнювання, обертання тощо)» та «Поняття про 3D-друк. Підготовка 3D-моделей до друку». Решта тем або присутня в кожній програмі в явному вигляді, або розглядається опосередковано в змісті споріднених тем.

Деякі відмінності простежуються при вивченні таких сучасних напрямків застосування тривимірної графіки як 3D-друк, технологій доповненої реальності та голографічних технологій. Так, в МНП авторів Завадського І.О., Коршунової О.В. та Твердохліба І.А. (Модельна навчальна програма, 2023) приділяється більше уваги вивченню будови, харак-

теристик та принципів роботи 3D-принтерів, в МНП авторів Морзе Н.В. та Барної О.В. акцентується більша увага на видах та технологіях доповненої реальності, а в МНП авторів Пасічник О.В., Козак Л.З., Ворожбит А.В. акцентується увага на знайомстві учнів з принципами побудови тривимірних голографічних зображень.

Загалом, вивчення учнями теми 3D-моделювання за будь якою з модельних навчальних програм в гімназії має сприяти формуванню в них умінь:

- визначати і формулювати завдання з різних предметних галузей, що можуть бути вирішені за допомогою тривимірного моделювання і симуляції;
- пропонувати вирішення реальних і віртуальних проблем засобами комп'ютерного моделювання та аргументувати свій вибір;
- використовувати спеціальне програмне забезпечення для роботи з тривимірною графікою;
- візуально представляти дані та обґрунтовувати вибір методів тривимірного моделювання;
- створювати тривимірні об'єкти, використовуючи прості та складні примітиви, змінювати їх форму та виконувати різні дії над ними;
- визначати причинно-наслідкові зв'язки в тривимірних моделях;
- прогнозувати результати та ризики, пов'язані зі змінами стану моделі під впливом різних факторів.

У старшій школі, відповідно до навчальної програми з інформатики (Інформатика, 2017) для 10 – 11 класів яка розроблена на основі Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти (затверджено у 2011 році зі змінами 2013 та 2020 років) для вивчення 3D-моделювання передбачено вибірковий модуль «Тривимірне моделювання», який містить такі змістові блоки:

- Тривимірна графіка.
- Створення простих тривимірних об'єктів.
- Створення та редагування тривимірних об'єктів неправильної форми.
- Матеріали і текстури.
- Тривимірна анімація.
- Візуалізація та рендеринг.

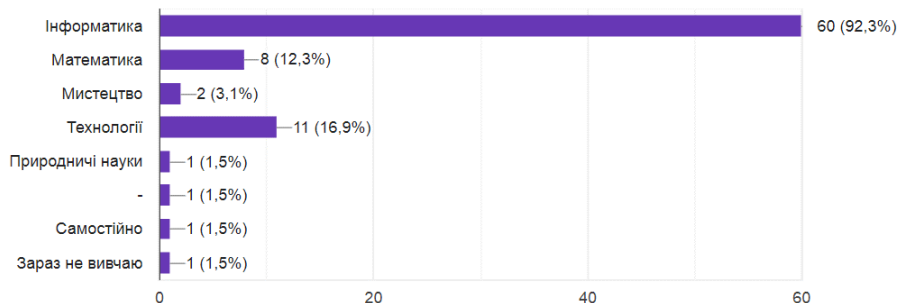
Вивчення предмету «Інформатика» побудоване на основі концентричного підходу, відповідно до якого вивчення одних і тих самих тем відбувається у кілька етапів, з підвищенням кожного разу рівня складності навчального матеріалу. Тому завданням вивчення тривимірного моделювання в старшій школі є формування та поглиблення компетентностей учнів у галузі моделювання, розвиток їх пізнавальних здібностей, творчості та здатності до самонавчання.

Для з'ясування стану технічного, програмного та методичного забезпечення вивчення тривимірного моделювання в середніх загальноосвітніх закладах освіти України нами було організовано та проведено всеукраїнське онлайн опитування вчителів та учнів. В опитуванні взяло участь 65 учителів та 274 учні.

На запитання про те чи варто впроваджувати в шкільну освіту 3D-моделювання 87,7 % учителів відповіло «так», 10,8 % – «тяжко відповісти». У цьому ж анкетуван-



ні вчителям було поставлене запитання «У змісті яких предметів у вашій школі вивчається 3D-моделювання?» (відповіді на це запитання анкети наведено на рис. 1.).



**Рис. 1.** Відповіді вчителів на запитання анкети «У змісті яких предметів у вашій школі вивчається 3D-моделювання?»

Як видно з результатів відповідей учителів, у переважній більшості шкіл (92,3 %) вивчення 3D-моделювання відбувається на уроках інформатики. В окремих школах тривимірне моделювання намагаються інтегрувати в зміст інших шкільних предметів: «Технології», «Математика» та в дещо менше в «Мистецтво» і природничі науки. Це, на нашу думку, є доволі цікавим шляхом інтеграції засобів для тривимірного моделювання в зміст інших предметів, оскільки дає змогу учням зануритися в процес створення комп'ютерних тривимірних моделей з прикладних галузей науки.

Проведений у нашому дослідженні аналіз програм з інформатики для закладів загальної середньої освіти та результатів анкетування вчителів дає змогу виокремити перелік тем, які є важливими і мають вивчатися в темі «3D-моделювання» в гімназії в умовах Нової української школи:

- Основні поняття про тривимірну графіку.
- Класифікація програмного забезпечення для тривимірного моделювання.
- Етапи створення тривимірної моделі.
- Додавання тривимірних примітивів. Переміщення, масштабування, групування, вирівнювання, обертання, копіювання та клонування об'єктів.
  - Екструдкування форми об'єкта.
  - Об'єкти тривимірних сцен Вершини, ребра, грані. Матеріали та текстури об'єктів. Освітлення.
  - Текстові об'єкти та їх редагування.
  - Поняття про 3D-друк. Будова, характеристики та принципи роботи 3D-принтерів. Підготовка моделі до тривимірного друку.
  - Рендеринг тривимірної сцени.
  - Створення анімаційних ефектів. Створення анімованих 3D-моделей об'єктів.
  - Поняття доповненої реальності. Види, технологій доповненої реальності.
  - Робоча станція для тривимірного моделювання Голографічний проектор. Голограма.

При навчанні тривимірного моделювання важливо зосередити увагу учнів на фундаментальних поняттях, що є основою для вивчення складніших тем і є важливим з огляду на швидку зміну технологій, оскільки володіючи знаннями теоретичних основ тривимірного моделювання в подальшому можна легко орієнтуватися в нових розробках в галузі 3D-моделювання. Вивчення тривимірної графіки в школі варто починати з пояснення основ побудови тривимірного простору та принципів побудови в ньому об'єктів. При цьому, за можливості, учнів потрібно познайомити з різними програмними засобами для 3D-моделювання (як десктопні так і онлайн версії), щоб учні мали змогу спробувати працювати в різних програмних засобах і обирати собі ті, що найкраще відповідають їх інтересам, рівню підготовки та типам вирішуваних завдань.

Виконання практичних завдань має бути ключовою складовою процесу навчання тривимірного моделювання, оскільки учні швидше засвоюють матеріал через роботу з тривимірними примітивами, редагування та екструдювання об'єктів. Учителі повинні надавати учням можливість створювати власні 3D-моделі, використовувати текстури та освітлення, що допоможе їм краще зрозуміти принципи роботи з 3D-графікою. Крім того, можна інтегрувати уроки зі створення тривимірних моделей з іншими шкільними предметами, де учні на практиці отримують досвід використання знань та вмій з 3D-моделювання в інших галузях або в повсякденному житті.

Учні старшої школи повинні більш детально розглядати теми, пов'язані з анімацією тривимірних об'єктів і рендерингом. Такі завдання допоможуть розвивати креативні навички і зацікавлять школярів складнішими аспектами 3D-моделювання. Якщо вчитель має доступ до новітніх технологій, таких як доповнена реальність або голограми, ці теми також можна інтегрувати у навчальний план, що зробить змістове наповнення предмету більш сучасним і цікавішим для учнів, які прагнуть розвиватися у сфері новітніх інформаційних технологій.

**Висновки дослідження та перспективи подальших розвідок.** Упровадження 3D-моделювання в освітній процес Нової української школи є актуальним і важливим кроком, який безперечно відповідає сучасним вимогам технологічного розвитку інформаційного суспільства та сприяє розвитку ключових компетентностей учнів. Більше того, використання 3D-моделювання створює можливості для учнів бути активними учасниками навчального процесу та відкриває для них можливості створювати власні 3D-моделі, експериментувати та бачити віртуальні репрезентації складних об'єктів і процесів.

У ході проведеного порівняльного аналізу модельних навчальних програм для 7–9 класів було виявлено спільні підтеми в змістовому наповненні, до яких належать основи тривимірної графіки, класифікація програмного забезпечення, характеристики тривимірних об'єктів та основи 3D-друку. Водночас наявні певні відмінності у формуванні змісту теми «3D-моделювання». Окремі автори МНП пропонують більш детально розглядати принципи побудови та функціонування 3D-принтерів, доповнену реальність, голографію та анімацію. Проте, незалежно від вибору тієї чи іншої МНП, у результаті вивчення теми «3D-моделювання» в учнів мають формуватися вміння добирати технічні та програмні засоби для тривимірного моделювання, визначати ризики та прогнозувати наслідки рішень, прийнятих на основі тривимірного моделювання,



розвивається критичне мислення, формується і поглиблюється цифрова компетентність, що є важливими в сучасному інформаційному суспільстві та можуть бути корисними в подальшій навальній та професійній діяльності.

Вважаємо перспективними напрямками подальших наукових і педагогічних розвідок добір і впровадження сучасних цікавих методик вивчення тривимірного моделювання та розроблення мультимедійного навчально-методичного забезпечення для більш захоплюючого та ефективнішого вивчення 3D-моделювання в закладах загальної середньої освіти.

### Використані джерела:

- Вельгач, А.В. & Габрусев, В.Ю. (2019). 3D-моделювання, як один з методів розвитку просторового мислення учнів початкової школи. У *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи: матеріали IV Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції* (м. Тернопіль, 7–8 листопада, 2019, с. 34–36). Тернопіль: ТНПУ імені Володимира Гнатюка. [http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/14430/1/Velhach\\_Habrusiev.pdf](http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/14430/1/Velhach_Habrusiev.pdf)
- Державний стандарт базової середньої освіти (2020). <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/uploads/public/5f775e6b1e5f75e6b1ee0d8989401323.doc>
- Дудка, О.М. & Депутат, В.Р. (2020). Можливості вивчення технологій 3D-моделювання архітектурних споруд в школі. *Фізико-математична освіта*, 4 (26), 45–50. <https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/publ/3-1-0-748>
- Завадський, І. О., Коршунова, О. В., & Твердохліб, І. А. (2023). *Модельна навчальна програма «Інформатика. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти*. Рекомендовано Міністерством освіти і науки України. Наказ МОН України від 16 серпня 2023 року № 1001. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/739267>
- Інформатика. (2017). *Навчальна програма вибірково-обов'язкового предмету для 10–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту)*. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/informatika-standart-10-11.docx>
- Модельні навчальні програми для 5–9 класів Нової української школи. <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/modelni-navchalni-programi-dlya-5-9-klasiv-novoi-ukrainskoi-shkoli-zaprovozhdzhuysya-poetapno-z-2022-roku>
- Мосіюк, О.О., Сікора, Я.Б. & Усата, О.Ю. (2021). Методичні аспекти професійної підготовки майбутніх педагогів до навчання 3D графіки. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, 198, 140–145. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-198-140-145>
- Пойда, С.А. & Галич, Т.В. (2018). Формування та розвиток просторової уяви учнів шляхом створення та використання 3D моделей. *Наукові праці ДонНТУ. Серія “Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка”*, 2 (27), 80–86. <https://ota.donntu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/07/PojdaGalich-1.pdf>
- Струтинська, О.В. (2018). Сучасний стан і перспективи розвитку технологій тривимірного моделювання та друкування. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 20 (27), 88–94. <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/21883>
- Твердохліб, І.А., Деркач, А.С. (2023). Дослідження стану вивчення 3D моделювання в школах України та світу. *Проблеми сучасного підручника: навчально-методичне забезпечення ос-*

вітнього процесу в умовах воєнного часу та повоєнного відновлення: збірник тез доповідей. (с. 296–298). Київ: Педагогічна думка. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/739268>

Mosiuk, O.O., Sikora, Y.B. & Usata, O.Y. (2023). Usability of Program Interfaces for Teaching 3D Graphics in a School Course of Informatics”. *Information Technologies and Learning Tools*, 93(1), 14–28. <https://doi.org/10.33407/itlt.v93i1.5098>

## References

- Derzhavnyi standart bazovoi serednoi osvity (2020). <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/uploads/public/5f7/5e6/b1e/5f75e6b1ee0d8989401323.doc> (in Ukrainian).
- Dudka, O.M. & Deputat, V.R. (2020). Mozhlivosti vyvchennia tekhnologii 3D-modeliuvannia arkhitekturnykh sporud v shkoli. *Fyzyko-matematychna osvita*, 4 (26), 45–50. <https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/publ/3-1-0-748> (in Ukrainian).
- Informatyka. (2017). *Navchalna prohrama vybirkovo-oboviazkovoho predmetu dlia 10–11 klasiv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv (riven standartu)*. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/informatika-standart-10-11.docx> (in Ukrainian).
- Modelni navchalni prohramy dlia 5–9 klasiv Novoi ukrainskoi shkoly. <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/modelni-navchalni-programi-dlya-5-9-klasiv-novoi-ukrainskoi-shkoli-zaprovadzhuysya-poetapno-z-2022-roku> (in Ukrainian).
- Mosiuk, O.O., Sikora, Ya.B. & Usata, O.Iu. (2021). Metodichni aspekty profesiinoi pidgotovky maibutnikh pedahohiv do navchannia 3D hrafiky. *Naukovi zapysky. Serii: Pedahohichni nauky*, 198, 140–145. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-198-140-145> (in Ukrainian).
- Mosiuk, O.O., Sikora, Y.B. & Usata, O.Y. (2023). Usability of Program Interfaces for Teaching 3D Graphics in a School Course of Informatics”. *Information Technologies and Learning Tools*, 93(1), 14–28. <https://doi.org/10.33407/itlt.v93i1.5098> (in English).
- Poida, S.A. & Halych, T.V. (2018). Formuvannia ta rozvytok prostorovoi uiavy uchniv shliakhom stvorenna ta vykorystannia 3D modelei. *Naukovi pratsi DonNTU. Serii: “Informatyka, kibernetyka ta obchysliuvna tekhnika”*, 2 (27), 80–86. <https://ota.donntu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/07/ПојдаGalich-1.pdf> (in Ukrainian).
- Strutynska, O.V. (2018). Suchasnyi stan i perspektyvy rozvytku tekhnologii tryvymirnoho modeliuvannia ta drukuvannia. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova. Serii 2: Kompiuterno-orientovani systemy navchannia*, 20 (27), 88–94. <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/21883> (in Ukrainian).
- Tverdokhlib, I.A., Derkach, A.S. (2023). Doslidzhennia stanu vyvchennia 3D modeliuvannia v shkolakh Ukrainy ta svitu. In *Problemy suchasnoho pidruchnyka: navchalno-metodychne zabezpechennia osvitnoho protsesu v umovakh voiennoho chasu ta povoiennoho vidnovlennia: zbirnyk tez dopovidei*. (pp. 296–298). Kyiv: Pedahohichna dumka. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/739268> (in Ukrainian).
- Velhach, A.V. & Habrusiev, V.Iu. (2019). 3D-modeliuvannia, yak odyn z metodiv rozvytku prostorovoho myslennia uchniv pochatkovoi shkoly. In *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia: dosvid, tendentsii, perspektyvy: materialy IV Mizhnarodnoi nauково-praktychnoi Internet-konferentsii* (m. Ternopil, 7–8 lystopada, 2019, 34–36). Ternopil: TNPU imeni Volodymyra Hnatiuka. [http://dSPACE.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/14430/1/Velhach\\_Habrusiev.pdf](http://dSPACE.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/14430/1/Velhach_Habrusiev.pdf) (in Ukrainian).

Zavadskyi, I. O., Korshunova, O. V., & Tverdokhlib, I. A. (2023). *Modelna navchalna prohrama «In-formatyka. 7-9 klasy» dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity*. Rekomendovano Ministerstvom osvity i nauky Ukrainy. Nakaz MON Ukrainy vid 16 serpnia 2023 roku № 1001. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/739267> (in Ukrainian).

*Anna Derkach*, Junior Researcher of the Department of Mathematics and Informatics Education, Institute of Pedagogy of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine; PhD student of the Department of Information Technologies and Programming, Ukrainian State Mykhailo Drahomanov University, Kyiv, Ukraine.

*Ihor Tverdokhlib*, PhD of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Department of Mathematics and Informatics Education, Institute of Pedagogy of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine; Associate Professor of the Department of Information Technology and Programming, Ukrainian State Mykhailo Drahomanov University, Kyiv, Ukraine.

## THE RESEARCH OF THE STATE OF STUDYING 3D MODELING IN GENERAL SECONDARY EDUCATION SCHOOLS OF UKRAINE

**Abstract.** The article indicates the importance of studying three-dimensional modeling in the content of a school computer science course, since it is currently one of the most developed and promising areas of information technology development, which is widely used in many areas of human activity, science, production, medicine, etc. On the other hand, studying 3D modeling at school has a positive impact on activating students' cognitive activity, increasing motivation to learn, developing spatial imagination and critical thinking, and, ultimately, forming a modern worldview in the information society.

Based on a comparative analysis of computer science curricula, the current state of studying 3D modeling in Ukrainian general secondary education institutions is described. A comparative table of the content units of the topic "3D modeling" in the course of computer science in a gymnasium is presented, depending on the chosen model curriculum. It was found that most of the topics related to the theoretical foundations of creating three-dimensional models, customizing their appearance and actions with them, creating three-dimensional animations and the basics of 3D printing are present in each program. Differences in content can be seen when studying modern applications of 3D graphics. Some authors pay more attention to the study of 3D printing technologies, others to augmented reality technologies, and still others to holographic technologies as a type of three-dimensional modeling.

The paper also presents some results of the All-Ukrainian survey of computer science teachers regarding the study of 3D modeling at school. The survey shows that the majority of respondents-teachers consider the study of 3D modeling to be an integral part of school computer science education, and believe that it should be studied in the content of the subject "Computer Science". Based on the research of the state of studying 3D modeling in Ukrainian secondary schools and the all-Ukrainian survey of teachers, a list of topics that are mandatory for effective teaching of computer modeling at school is proposed.

**Keywords:** studying process; secondary education; informatics; 3D modeling; learning content.