

УДК 004.92

С. А. Пойда, канд. пед. наук,
Т. В. Галич, канд. пед. наук.
КВНЗ «Вінницька академія неперервної освіти»

Формування та розвиток просторової уяви учнів шляхом створення та використання 3D моделей

Зміни в соціальному замовленні, активне впровадження інформаційних, інноваційних та STEM технологій до всіх сфер сучасного суспільства вимагають від сучасного випускника навичок конструювання пристроїв, інженерії, наукового дослідження, що часто потребує розвинутої просторової уяви. Один із шляхів розвитку просторової уяви може полягати у створенні 3D моделей.

У статті розглянуто шляхи створення та використання 3D моделей у навчальному процесі середнього загальноосвітнього закладу освіти, а також у гуртковій роботі. Запропоновано розпочати вивчення 3D моделювання у початковій школі з освітньої гри *Minecraft Educational Edition*, а також створення 3D моделей LEGO та їх фізичній реалізації за допомогою відповідного конструктора. Для учнів середньої та старшої школи запропоновано ряд безкоштовних 3D редакторів (як *on-line* так і *off-line*), які учні можуть використовувати для створення 3D моделей та їх друку на 3D принтері. Крім того, проаналізовано основні методи побудови 3D моделей та визначено шляхи їх використання у навчальному процесі.

Авторами проведено аналіз можливостей, які надає учням 3D моделювання. Серед них: розуміння зв'язків між об'єктами у просторі, формування навичок уявляти та прогнозувати вигляд 3D об'єктів з іншого ракурсу, розвиток умінь запам'ятовувати та відтворювати зображення, розміщення предметів. Аналіз результатів дослідження підтвердив гіпотезу авторів, що створення учнями 3D моделей сприяє формуванню та розвитку їх просторової уяви, STEM навичок тощо.

Ключові слова: 3-D моделі, заклади загальної середньої освіти, LEGO, просторова уява.

DOI: 10.31474/1996-1588-2018-2-27-80-85

Вступ

Моделювання є одним із основних методів наукового дослідження, розробки різноманітних машин та механізмів, інформаційних сервісів та ресурсів, додатків тощо. Зокрема, В.Поліщук та Т.Вакалюк [1, с.85] стверджують, що у світі, де ІКТ розвиваються із шаленою швидкістю, вже, практично, не залишилось такої сфери діяльності, де б не використовувались технології 3D моделювання.

Основною метою сучасної школи є формування життєвих компетенцій учнів. При цьому, надзвичайно актуальним є впровадження STEM технологій навчання, які передбачають створення великої кількості різних моделей. Учні закладів загальної середньої освіти, розробляючи різноманітні моделі, одночасно з отриманням нових знань та умінь, формують навички мислення високого рівня. Розуміння необхідності навчання моделюванню в закладах освіти відображено у чинних навчальних програмах. Зокрема, навчальна програма з інформатики для 5-9 класів, затверджена Міністерством освіти і науки України у 2015 році, передбачає виділення значної кількості навчального часу на розробку різного виду моделей, у тому числі 3D.

Мета дослідження: дослідити вплив створення учнями 3D моделей на формування та

розвитку їх просторової уяви, STEM навичок тощо.

Аналіз наукових джерел.

Проблеми формування просторової уяви учнів та студентів висвітлюється у роботах С.Доценко, В.Моторіної, С.Стронга, Р.Сміта, О.Чемерис та ін. Питання вивчення 3D моделювання у навчальних закладах складає науковий інтерес таких вчених, як Т.Вакалюк, О.Мосіюк, Х. Ваук, Р. Вахаб та ін. Зокрема, С.Стронг та Р.Сміт, досліджуючи вплив комп'ютерів на освітній процес вказують, що вони додають новий вимір для розвитку просторової уяви учнів. Їх можливості відкривають двері для просторових досліджень та вимірювань [2]. Х. Ваук, Р.Ханфей та ін., вивчаючи процеси формування та розвитку просторової уяви, стверджують, що саме такі навички, мають вирішальне значення для досягнення успіху у STEM (Science, technology, engineering, and mathematics) дисциплінах [3].

При цьому, Р.Вахаб, аналізуючи навчальні досягнення малайзійських студентів зазначає, що лише 33% з них успішно розв'язують завдання з геометрії, що, на його думку, є результатом їх низького рівня візуалізації. При цьому він зазначає, що «цілком ймовірно, що такі висновки

відображають певні недоліки в існуючому підході до вивчення геометрії, а також труднощі у досягненні мислення високого рівня. Отже, для вирішення цієї проблеми необхідно посилити поточний підхід щодо вивчення геометрії»[4].

Таким чином, результати аналізу наукових джерел вказують на велику зацікавленість учених щодо пошуку шляхів формування та розвитку просторового уявлення учнів закладів загальної середньої освіти, однак проблема вивчення впливу на цей процес шляхом створення школярами 3D моделей потребує додаткового дослідження.

Виклад основного матеріалу

3D моделювання — це процес розробки математичного представлення будь-якої тривимірної поверхні об'єкта за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Продуктом моделювання є 3D модель. Вона може бути представлена у вигляді програмного коду або відображена як електронна 3D модель [5]. Створена модель дає можливість вивчити предмет з усіх ракурсів, що є важливим у випадку відсутності можливості спостерігати вказаний предмет. Створення 3D моделі учнями сприяє формуванню в них навичок просторового мислення, розвитку мотивації до вивчення навчальних предметів, пов'язаних із використанням розроблених моделей, пошуку нестандартних шляхів вирішення навчальних завдань.

На першому етапі створення 3-D моделей учнями закладів освіти варто застосувати ігрові технології, використавши, наприклад, Mine Craft Education Edition. Вказана версія програмного забезпечення має особливості, які дають можливість ефективно використовувати її у освітньому процесі. В освітній версії учні працюють у закритому освітньому середовищі, можуть співпрацювати та ділитись інформацією з учителем та однокласниками, працювати над спільними проектами. На сайті <https://education.minecraft.net/> наявна велика кількість навчальних матеріалів зі створення власних та роботи з готовими світами. Використовуючи ці ресурси, учні можуть створювати власні моделі, проводити експерименти, розробляти нові проекти та вивчати існуючі з різних навчальних предметів. Крім того, Mine Craft Education Edition дозволяє швидко будувати об'єкти за допомогою карт із координатами та відповідних кодів, а також містить можливість створення програм для керування деякими персонажами. Недоліком цієї програми є досить «груба» деталізація об'єктів, представлених у грі, та особливості реалізації деяких хімічних та фізичних законів.

Іншим шляхом 3D моделювання у закладах освіти є використання різних типів конструкторів,

з яким учні регулярно грають, наприклад, Lego. Як відомо, у 2018 році кожен першокласник отримав від Lego у подарунок комплект «б цеглинок» та Lego Systems для роботи у класі, а учителі, які працюють у цих класах пройшли навчання щодо використання цих конструкторів у навчальній діяльності за методикою Lego. При цьому учні також можуть будувати електронні моделі того, що вони складали, або хочуть скласти. Так, наприклад, використовуючи програму Lego Digital Designer (<https://www.lego.com/en-us/idd>) діти можуть складати моделі на основі Lego Systems, Lego Wedo, Lego Mind Storms тощо. Іншим інструментом для створення моделей із Lego може стати програма LeoCAD (<https://www.leocad.org/>). Таке моделювання сприяє розвитку просторового мислення учнів, дає можливість складати моделі навіть за відсутності справжнього конструктора.

Практика роботи показує, що одним із найцікавіших видів навчальної діяльності учнів середньої та старшої шкіл є створення 3D моделей. О. Мосіюк, аналізуючи процес створення 3D моделей, пропонує виділити такі його етапи: «вибір та аналіз референсів для майбутньої моделі, розробка на їх основі графічних ескізів (включно із скетчами базових видів – вид спереду, зверху, збоку тощо), формування за ескізами тривимірної геометрії майбутньої моделі, налаштування матеріалів та текстуровання і остаточний рендер зображення. Із наведеного переліку варто виділити етап створення геометричної форми комп'ютерного 3D об'єкту. Він є відповідальним і найтривалішим етапом розробки моделі»[6, с.98]. При цьому автор зауважує, що основну увагу під час створення 3-D моделей слід приділити не вивченню інтерфейсу програмного засобу, а «ознайомленню з ключовими техніками формування геометричної поверхні електронної копії предмету, що створюється» [6, с.98].

За способами побудови учні можуть створювати полігональні, NURBS, скульптурні, каркасні, поверхневі та твердо тільні 3D моделі. При цьому використовуються два види проєкцій: паралельні (аксонометричні) і центральні (перспективні). Побудова аксонометричної проєкції передбачає перенесення всіх точок тривимірного об'єкту на площину проєкції пучком паралельних променів, а у випадку центральної проєкції – пучком променів, що виходять з точки, яка співпадає з положенням ока спостерігача. [7, с. 45].

У випадку полігонального моделювання учень створює 3-D модель, використовуючи операції з такими об'єктами, як вершини (математичні точки), ребра (відрізки, які з'єднують математичні точки) та багатокутниками

(полігонами). При цьому моделювання може бути низькополігональне (Low-Poly), середньополігональне (Mid-Poly) та високополігональне (High-Poly), що впливає на рівень деталізації моделі, плавність її ліній. Каркасне моделювання передбачає створення 3D моделі шляхом використання ліній, дуг та сегментів. Хоча такий спосіб не дозволяє отримати повноцінну 3-D модель, однак отриманий об'єкт, або група об'єктів дають можливість зрозуміти як виглядатиме модель після її виготовлення та як її елементи взаємодіятимуть. Використання поверхонь (surface) у поєднанні з каркасом дасть можливість створити більш реалістичну модель.

NURBS-моделювання (Non-Uniform Rational B-Splines – «неоднорідний раціональний B-сплайн») має більш високий, порівняно з полігональним, рівень точності, плавності ліній моделі, що пов'язано зі складним математичним апаратом, який використовується при побудові моделі. При поверхневому моделюванні, на основі опорних кривих, учень може змоделювати ще й поверхні, що дає можливість отримати згладжений зовнішній вигляд моделі. При цьому слід зауважити, що внутрішнє наповнення отриманих моделей за допомогою полігонального моделювання, або NURBS буде відсутнє.

Створення твердотільної моделі є найбільш близьким процесом до виготовлення реального предмета. Модель отримується в результаті операцій (об'єднання, перетин, різниця, доповнення) над математичними моделями геометричних тіл і містить полігональну сітку, інформацію про текстури, об'єм та масу об'єкта. Цікавість учнів до створення саме такої моделі полягає в тому, що вона може бути виготовлена за допомогою 3D друку. Співставлення реальної та віртуальної моделі сприятиме формуванню просторових уявлень учнів, допомагатиме краще зрозуміти фактуру та текстуру реальних предметів. Крім того, розробка 3D моделей та отримання їх реальних копій створюють умови для профорієнтації учнів щодо вибору професії, пов'язаної з дизайном та інженерією.

Використовуючи скульптурний метод, учень деформує полігональну сітку моделі, створюючи опуклі та ввігнуті поверхні, імітуючи процес ліпки із реальних матеріалів (глина, пластилін, тощо). Такий спосіб створення надає 3D моделям більш природних форм, хоча якість їх виконання залежить, певною мірою, від художнього хисту автора.

Свої 3D моделі учні можуть розробляти, використовуючи безкоштовні додатки. Перелік

таких програм (22) наведено на блозі автора (<https://voipopdn.blogspot.com/2018/12/3d.html>). Звісно, що наведений перелік додатків не охоплює весь їх перелік, оскільки щодня з'являються нові додатки, безкоштовні версії «платних» програм тощо. Дехто з учнів використовує професійні програми для розробки 3D моделей на основі студентських ліцензій. З'являються он-лайн сервіси та програми розробки у середовищах віртуальної реальності, які надають учням нові можливості щодо створення 3D моделей та розвитку їх просторової уяви.

У дослідженні можливостей розвитку просторової уяви шляхом створення 3D моделей взяло участь 28 учнів 9-го класу. Учні створювали 3D моделі протягом 6 уроків. У якості інструменту для створення 3D моделей було обрано сервіс Tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>). Причиною вибору такого додатку стало те, що він є безкоштовним, має простий інтерфейс, доступ до нього реалізується через браузер, тому учні можуть розпочати роботу у класі, а вдома її завершити, сервіс дає можливість безпосередньо створити модель для друку на 3D-принтері.

Практична значимість

Перед початком вивчення процесу 3D моделювання та наприкінці було проведено оцінювання за допомогою он-лайн сервісів. Адреси сервісів, за допомогою яких проводились тестування та його результати, наведено у табл.1. Тестування було спрямоване на виявлення динаміки змін просторових здібностей, «які являють собою набір навичок, що дозволяють нам роздумувати та взаємодіяти зі світом. Ці навички включають здатність:

- зрозуміти і запам'ятати просторові зв'язки між об'єктами;
- уявляти, як об'єкти виглядають з різних точок зору;
- візуалізувати взаємодію окремих частин складних фізичних систем;
- ефективно запам'ятовувати і відтворювати зображення та послідовності зображень» [7]. Ресурси, які використовувались для тестування, є безкоштовними і, в основному, забезпечують наведені умови. Результати тестування наведено в узагальненому вигляді, кількість правильних відповідей подано у вигляді середнього арифметичного для учнів всього класу та заокруглено відповідно до математичних правил.

Таблиця 1

Динаміка формування та розвитку просторової уяви учнів засобами
3D моделювання

Ресурси для тестування	Тестування перед початком вивчення теми	Тестування після завершення вивчення теми	Зміни
https://www.apptitudeexercises.co.uk/tests/spatial_reasoning	4 (40%)	9 (90%)	5 (50%)
https://rankyourbrain.com/iq-games/71/spatial-reasonin	5 (42%)	9 (75%)	4 (33%)
https://www.assessment-training.com/Training/Free#/test/268?mode=free	4 (40%)	8 (80%)	4 (40%)
https://www.123test.com/spatial-reasoning-test/	6 (60%)	8 (80%)	2 (20%)
https://www.jobtestprep.co.uk/free-spatial-reasoning-test	5 (33%)	7 (47%)	2 (14%)

Результати аналізу тестування на початку та наприкінці роботи показали, що створення учнями 3D моделей сприяє формуванню та розвитку їх просторової уяви, що є важливим при вивченні предметів природничо-математичного циклу.

Висновки

Вивчення 3D моделювання в закладах загальної середньої освіти є корисним та важливим для учнів як з точки зору розвитку їх навичок та здібностей, так і з метою формування життєвих компетенцій, вибору майбутньої професії. Створення 3D моделей можливо на всіх етапах навчання, від початкової до старшої школи. Для цього існують

програми різного рівня складності та функціональних можливостей. При цьому велика кількість такого безкоштовного програмного забезпечення вказує на те, що розробка 3D моделей, їх якість та можливість використання обмежується лише уявою учнів. Створення учнями 3D моделей позитивно впливає на формування та розвиток їх просторової уяви, навичок STEM тощо. Великий інтерес в учнів викликають програми для створення 3D анімації, що є підставою для подальшого дослідження питання формування просторової уяви учнів шляхом розробки 3-D моделей

Список літератури

1. Поліщук В.В., Вакалюк Т.А. 3D моделювання і візуалізація. Актуальні питання сучасної інформатики: Тези доповідей II Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю "Сучасні інформаційні технології в освіті та науці", присвяченої 10-ій річниці функціонування Інтернет-порталу E-OLYMP (09-10 листопада 2017 р.) / за ред. Т. А. Вакалюк. – Житомир: Вид-во О.О.Євенок, 2017. – Вип. 5. – 396 с.–с.85-86, с.85
2. Shawn Strong and Roger Smith Spatial Visualization: Fundamentals and Trends in Engineering Graphics Journal of Industrial Technology. Volume 18, Number 1. URL: <https://cty.jhu.edu/talent/testing/about/stb.html>
3. Ziang Xiao, Helen Wauck, Zeya Peng Zhejiang, Hanfei Ren, Lei Zhang, Shiliang Zuo, Yuqi Yao, Wai-Tat Fu An Adaptive Educational Gaming Platform for Training Spatial Visualization Skills. IUI '18 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces. Tokyo, Japan — March 07 - 11, 2018. Pages 91-101 URL: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3172954>
4. WANAB, Rohani Abd et al. Avaliação de Peritos e Utilizadores Indicados na Estratégia de Aprendizagem Usando o Sketch Up Makeno Aumentadas Competências Visual-Espacial e Pensamento Geométrico. Bolema [online]. 2017, vol.31, n.58, pp.819-840. ISSN 0103-636X. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v31n58a15>
5. Бондаренко С. В., Бондаренко М. Ю. 3ds Max 2008. Библиотека пользователя (+CD). –Диалектика, 2008. — 560 с.
6. Мосіюк О. О. Базові техніки формування геометричної форми комп'ютерних 3D моделей в програмах тривимірної графіки. Актуальні питання сучасної інформатики: Тези доповідей II Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю "Сучасні інформаційні технології в освіті та науці", присвяченої 10-ій річниці функціонування Інтернет-порталу E-OLYMP (09-10 листопада 2017 р.) / за ред. Т. А. Вакалюк. – Житомир: Вид-во О.О.Євенок, 2017. – Вип. 5. – 396 с.–с.97-99, с.98
7. Петерсон М. Эффективная работа с 3D Studio MAX 3.– СПб: Изд-во "Питер", 2000. – 656 с.
8. Spatial Ability. What Is Spatial Ability? John Hopkins Center for Talented Youth. URL: <https://cty.jhu.edu/talent/testing/about/stb.html>

References

1. Polishchuk VV, Vakalyuk T.A. 3D simulation and visualization. Topical Issues in Modern Informatics: Abstracts of the 2 nd All-Ukrainian Scientific and Practical Conference with International Participation "Modern Information Technologies in Education and Science" devoted to the 10th anniversary of the functioning of the E-OLYMP Internet Portal (09-10 November 2017) / ed. . T. A. Vakalyuk. - Zhytomyr: View of OO Evenko, 2017. - Vip. 5. - 396 c.-p.85-86, p.85
2. Shawn Strong and Roger Smith Spatial Visualization: Fundamentals and Trends in Engineering Graphics Journal of Industrial Technology. Volume 18, Number 1. URL: <https://cty.jhu.edu/talent/testing/about/stb.html>
3. Ziang Xiao, Helen Wauck, Zeya Peng Zhejiang, Hanfei Ren, Lei Zhang, Shiliang Zuo, Yuqi Yao, Wai-Tat Fu An Adaptive Educational Gaming Platform for Training Spatial Visualization Skills. IUI '18 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces. Tokyo, Japan — March 07 - 11, 2018. Pages 91-101 URL: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3172954>
4. WANAB, Rohani Abd et al. Avaliação de Peritos e Utilizadores Indicados na Estratégia de Aprendizagem Usando o Sketch Up Makeno Aumentadas Competências Visual-Espacial e Pensamento Geométrico. Bolema [online]. 2017, vol.31, n.58, pp.819-840. ISSN 0103-636X. URL: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v31n58a15>
5. Bondarenko S.V., Bondarenko M. Yu. 3ds Max 2008. User Library (+ CD). -Dialectica, 2008. - 560 pp.
6. Mosiyuk O. The basic techniques of forming the geometric form of computer 3D models in programs of 3D graphics. Topical Issues in Modern Informatics: Abstracts of the 2 nd All-Ukrainian Scientific and Practical Conference with International Participation "Modern Information Technologies in Education and Science" devoted to the 10th anniversary of the functioning of the E-OLYMP Internet Portal (09-10 November 2017) / ed. . T. A. Vakalyuk. - Zhytomyr: View of OO Evenko, 2017. - Vip. 5. - 396 c.-p.97-99, p.98
7. Peterson M. Effective work with 3D Studio MAX 3.- St. Petersburg: Publishing House "Peter", 2000. - 656 p.
8. Spatial Ability. What Is Spatial Ability? John Hopkins Center for Talented Youth. URL: <https://cty.jhu.edu/talent/testing/about/stb.html>

Надійшла до редакції 15.11.2019

С.А. ПОЙДА, Т.В.ГАЛИЧ

КВНЗ «Вінницька академія неперервної освіти»

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВООБРАЖЕНИЯ УЧЕНИКОВ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3D МОДЕЛЕЙ

Изменения в социальном заказе, активное внедрение информационных, инновационных и STEM технологий во все сферы современного общества требует от современного выпускника навыков конструирования устройств, инженерии, научного исследования, что часто связано с пространственным воображением. Один из путей развития пространственного воображения может состоять в создании 3D моделей.

В статье рассмотрены пути создания и использования 3D моделей в учебном процессе средней общеобразовательной школы, а также в кружковой работе. Предложено начать изучение 3D моделирования в начальной школе с образовательной игры Minecraft Educational Edition, а также с создания 3D моделей LEGO и их физической реализации с помощью соответствующего конструктора. Ученикам средней и старшей школы предложен ряд бесплатных 3D редакторов (как on-line так и off-line), которые могут быть использованы для создания 3D моделей и их печати на 3D принтере. Кроме того, проанализированы основные методы построения 3D моделей и определены пути их использования в учебном процессе.

Авторами проведен анализ возможностей, которые предоставляет ученикам 3D моделирование. Среди них: понимание пространственных связей объектов, формирование навыков представлять и прогнозировать вид 3D объектов в другом ракурсе, развитие умения запоминать и воспроизводить изображение, размещение предметов. Анализ результатов исследования подтвердил гипотезу авторов о том, что создание учениками 3D моделей способствует формированию и развитию пространственного воображения, STEM навыков.

Ключевые слова: 3-D модели, общеобразовательные школы, LEGO, пространственное воображение.

S.A. Pojda, T.V. Galych

Vinnitsia Academy of Continued Education

FORMING AND DEVELOPMENT OF SPATIAL IMAGINATIONS OF STUDENTS BY CREATION AND USE OF 3D MODELS

Changing of social order and active implementation of informative, innovative and STEM-technologies into all branches of modern society requires from modern graduate students the skills of design equipment, engineering, scientific research. All these very often need the developing of space imagination. One of the ways of developing of space

imagination can be the creation of 3-D models.

The article deals with the ways of creating and use 3-D models in the educational process of the secondary educational establishments and after classes- activities. The author propose to begin learning of 3-D modeling in primary school from educational game Mine Craft Educational Edition and from the creating of 3-D LEGO-models and their physical realization with help of certain LEGO-sets. For the elder students are proposed some free 3-D redactors (on- and off-line), which can be used for creation of 3-D models and their printing on 3-D printers. The main methods of 3-D models building are also analyzed and determined the ways of their use in educational process.

The authors made the analyses of opportunities which give 3-D modeling for students. Among them are: understanding connection between subjects in space; formation skills to image and predict the appearance of 3-D objects from another focus, development of skills to remember and reproduce the picture and placing of items. Analyses of results of author's research confirmed the hypothesis of the authors that creations of 3-D models by students promote the formation and development of their spatial imagination, STEM-skills, etc.

Key words: *3-D models, secondary educational establishments, LEGO-set, spatial imagination.*