

Мосіюк Олександр Олександрович

кандидат педагогічних наук, доцент

кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Житомирський державний університет імені Івана Франка, м.Житомир, Україна

mosxandrowork@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0003-3530-1359>

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ТЕКСТУРУВАННЯ ТА СТВОРЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ 3D МОДЕЛЕЙ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ІНФОРМАТИКИ

Анотація. Активне залучення технологій тривимірної графіки у різноманітні сфери підготовки промислового виробництва та створення 3D контенту посприяло внесенню відповідних модулів у навчальні програми основної і старшої школи з інформатики. Проте, варто визнати й той факт, що педагоги, у більшості випадків, були не достатньо готовими до того щоб якісно пояснити учням теми, пов'язані з тривимірним моделюванням. Серед причин складнощів варто відзначити обмежену увагу до цього питання з боку методистів, а отже й недоступність якісного методичного забезпечення. Якщо ж аналізувати теми модулів, які безпосередньо пов'язані з тривимірними технологіями, то серед найскладніших варто виділити моделювання, створення матеріалів й текстур та анімацію. Останні майже не висвітлені у вітчизняній методичній літературі. Враховуючи цей момент за мету цієї роботи було обрано розкриття методичних аспектів вивчення текстуровання та створення матеріалів для 3D моделей у шкільному курсі інформатики. Серед основних методів наукового пошуку використовувався аналіз, систематизація, порівняння та класифікація інформації з відповідної тематики. В основній частині розглядається значення впливу на візуалізацію навичок коректної побудови полігональної сітки поверхні; розкривається роль і місце процесу дослідження для моделювання оптичних властивостей віртуальних тривимірних предметів, звертається увага на особливостях роботи з редактором матеріалів в програмі Blender. Висновки узагальнюють представлені у роботі напрацювання та окреслюють напрям подальших досліджень.

Ключові слова: тривимірна графіка, методика вивчення 3D редакторів, Blender, текстуровання тривимірних об'єктів.

Вступ. Учні знайомляться з темою тривимірного моделювання на уроках інформатики вперше у 9 класі під час вивчення теми «3D-графіка» [2], а більш детально питання, пов'язані з створенням просторових цифрових об'єктів, розглядаються у вибіркового модулі «Тривимірне моделювання» вже в 11 класі [3]. Відповідно до затверджених Міністерством освіти та науки України навчальних програм школярі мають здобути уміння та навички роботи з тривимірними об'єктами, розуміти особливості їх створення у відповідних редакторах, здійснювати редагування полігональної сітки для отримання складних деталізованих форм предметів.

Також у нормативних документах передбачено розгляд тем, пов'язаних з анімацією. Тут варто зважати на можливість сучасної комп'ютерної техніки, яка є у школі. Це пов'язано з тим, що процес анімування тривимірних моделей вимагає залучення великої кількості обчислювальних ресурсів як процесора так і відеокarti, а отже реалізація навіть досить простих динамічних відеокomпозицій вимагатиме значно потужніших комп'ютерів ніж є на сьогодні в шкільних лабораторіях. Тобто вчителю необхідно приймати рішення, що розкривати детальніше, у контексті доступних йому ресурсів.

Є ще одне питання, якому під час вивчення згадуваних модулів приділяється увага не у повній мірі (хоча обчислювальні ресурси не залучені у такому обсязі як у випадку з анімацією). Такими темами є текстуровання віртуальних тривимірних об'єктів та створення для них матеріалів (мається на увазі процес надання цифровим геометричним формам певних оптичних властивостей для того щоб отримати максимальну подібність створюваної сцени до реального світу або ж реалізувати художні задуми).

Хоча й вони присутні у навчальних програмах з інформатики для школи, розкриваються ці важливі моменти досить обмежено та не у повній мірі з різних причин – зокрема відсутності якісного мето-

дичного забезпечення українською мовою як з цього питання так і загалом по тематичі 3D моделювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виконуючи аналіз наукових джерел, пов'язаних з методичними аспектами навчання тривимірній графіці школярів у курсі інформатики, та досліджуючи це питання в українській науковій і методичній літературі, відзначимо наявність досить обмеженої кількості праць з цієї тематики. У той же час, в наявних для загального доступу роботах все ж досить якісно розкриваються окремі методичні питання.

Так, Деркач А., Твердохліб І. здійснили порівняльний аналіз навчальних програм для 7 – 9 класів, щодо стану вивчення тем пов'язаних з тривимірним комп'ютерним моделювання [1]. Фещук Ю., Мисліничук В. звертають увагу на 3D моделювання як на інструмент реалізації міжпредметних зв'язків між природничими освітніми компонентами та вивченням технологій у школі [6]. Стожок О., Козяр М., Товт Б. більшою мірою звертають на значення тривимірної графіки для підготовки студентів технічних спеціальностей закладів вищої освіти [5]. У цьому ж контексті слід розглядати роботу Лопатюк С., у якій автор розкриває свій досвід організації лабораторних робіт для здобувачів освіти при вивченні комп'ютерної графіки за допомогою системи AutoCAD [4]. Значення неформальної освіти для навчання 3D графіці описують у своїй праці Юрченко А., Удовиченко О., Шершень О. [7].

Вивчають ці питання й закордоном. Так Нуретін Сельчук Багджі та Аттіла Ишик розкривають значення тривимірного моделювання у навчанні візуального дизайну [8]. Ряд науковців присвятили роботу дослідженню впливу технологій 3D моделювання на навчання таких предметів як креслення й дизайну. під час вивчення тривимірного друку [10], а Фанг Р. Дж., Чао С. Ф., Венг Л. К. досліджували більшою мірою значення застосування методів тривимірної комп'ютерної анімації у викладанні курсів

креслення в старших класах професійно-технічних училищ [9].

Резюмуючи короткий аналіз наукових джерел, зазначимо наступне: дослідження з питань вивчення та використання технологій тривимірного моделювання в освітніх закладах є актуальними як для методистів України так і для науковців й педагогів з різних куточків світу; у вільному доступі існує ряд наукових праць вітчизняних фахівців, присвячених вивченню відповідних програмних засобів здобувачами закладів професійної й вищої освіти; методика вивчення цієї теми у школі меншою мірою розкрита у роботах науковців; закордонні дослідження різнопланові, а їх тематика стосується як школи так і ЗВО.

Окремо зауважимо на тому, що опубліковані на праці українських педагогів, які б розкривали методики подачі відповідного матеріалу учням та підходи до навчання їх роботи з редакторами тривимірної графіки, майже не зустрічаються. Отже маємо констатувати факт відсутності у вітчизняних науковців і методистів системного бачення з цього питання.

Розуміючи всю складність та варіативність досліджень, пов'язаних з методикою навчання 3D графіки у шкільному курсі інформатики, зосередимося на висвітленні одного з важливих для цієї галузі інформаційних технологій питань – текстуруванню тривимірних моделей та розробці для них матеріалів.

У цьому контексті **метою статті** є розкриття окремих аспектів вивчення текстурування та створення матеріалів для тривимірних моделей у шкільному курсі інформатики, як важливої частини навчального процесу, покликаною сформулювати в учнів необхідні компетенції.

Підґрунтям для наукового пошуку стали загальнонаукові та теоретичні **методи дослідження**. У першу чергу аналізувалася, систематизувалася, порівнювалася та класифікувалася інформація, що стосувалася питань методики навчання учнів роботи з програмами тривимірної графіки й візуалізації.

Виклад основного матеріалу. Як уже зазначалося вище, питання, пов'язані з тематикою навчання 3D моделюванню досить обмежено розкрито у сучасній вітчизняній науковій думці. Проте вивчення цих тем присутнє у шкільній програмі й багато дітей цікавляться цією тематикою, більшою мірою асоціюючи її з можливостями створення комп'ютерних ігор або ж прагненням до розробки різного роду цифрових ефектів для художніх фільмів чи анімацій.

Якщо зі створенням віртуальних просторових моделей є вже певне розуміння того як її подавати у шкільній програмі (ця тема внесена до підручників основної школи з інформатики, виданих у 2022 році), то у питанні розробки матеріалів й текстурування цифрових об'єктів на 3D сцені в контексті шкільної інформатики є багато проблемних моментів. І це певною мірою пов'язано з багатоаспектністю цього процесу і неоднозначністю технологій, які тут використовують.

Спершу розглянемо програмний аспект цього питання. В залежності того, яку програму використовують для вивчення тем, пов'язаних з тривимірним моделюванням та графікою, вчитель має різний набір інструментів для створення візуального образу об'єкта, що моделюється. Так, наприклад, якщо в навчанні в 9 класі за основу взято онлайн сервіс TinkerCAD (що є досить оптимальним вибором щоб познайомити школярів з відповідною сферою комп'ютерних технологій), то тут маємо змогу змінювати лише кольори створюваних моделей й жодним чином не йдеться мова про реалістичну імітацію, наприклад, скляних чи дзеркальних поверхонь.

Дещо більше можливостей мають спеціалізовані системи автоматизованого проектування. Серед найдоступніших варто назвати Fusion 360, Onshape та онлайн сервіс Vectary. Тут існує можливість використовувати вже завчасно створені бібліотеки матеріалів для того щоб надати об'єкту, що проектується, тих оптичних властивостей, які закладалися в уяві школяра. Простота використання та досить великий набір інструментарію спрощує роботу з матеріалами і робить її більш зрозумілою для учнів. Як наслідок, вчителю не потрібно розкривати всі складні процеси, які характерні для полігональних програмних комплексів тривимірної графіки. Саме через це озвучені програми також можна рекомендувати для першого ознайомлення з цією тематикою школярам 9 класу. Окрім цього для них досить зручно реалізовано експорт моделей в stl формат, який дозволяє подальший друк на 3D принтері.

Програми полігонального та процедурного моделювання мають у своєму складі засоби, що дозволяють створювати складні матеріали та текстури, які при фінальній візуалізації будуть відображатися максимально реалістично та передавати всю складність, пов'язану з відображенням відбивання та заломлення світлових променів.

До загальнодоступних програмних комплексів, які мають повний набір функцій для створення якісних матеріалів та текстур, варто віднести програму Blender. Його нодовий редактор матеріалів, а також ряд інших інструментів, дозволяють створювати як складні реалістичні об'єкти так і певним чином стилізувати їх відповідно до художнього замислу. Тут, доречно зробити ряд зауважень. Програмний комплекс Blender є професійним інструментом й для першого ознайомлення з технологіями полігонального тривимірного моделювання є заскладним для учнів 9 класу. Проте його цілком доцільно використовувати у 11 класі, під час вивчення саме вибіркової теми «Тривимірне моделювання».

Обґрунтуємо цю тезу більш детально. Перше на що варто звернути увагу це кількість годин, які відводяться на вивчення тем. У 11 класі це повноцінні 35 годин аудиторного часу, що у порівнянні з 9 класом більше ніж у 2 рази. По друге, старшокласники краще розуміють значення вивченої теми для себе та можуть самостійно опрацьовувати інформацію з цієї тематики. Третя причина, чому Blender є більш актуальним для старшої школи ніж для 9 класу, це досвід школярів взаємодії з такого типу програмами. За умови вивчення учнями в основній школі теми «3D-графіка» з використанням таких програм як TinkerCAD або ж йому подібних (хоча й складніших) CAD систем, школярі вже матимуть ряд сформованих умінь та навичок, які дозволятимуть орієнтуватися у віртуальному просторі, шукати подібні інструменти в полігональній програмі Blender, розуміти концепт самого процесу моделювання тощо.

Що стосується вивчення тем пов'язаних створенням текстур та матеріалів для тривимірних об'єктів в програмі Blender у 11 класі, то тут варто звернути на ряд важливих моментів. Ця тема є комплексною, а отже її не можна відділяти від власне полігонального моделювання. Важливо наголосити, що на якісне візуальне представлення 3D моделей впливає, найперше, правильна геометрія поверхні, побудованої у переважній більшості з просторових чотирикутників і коректному розміщенні векторів нормалі для них. Тому перш ніж переходити до вивчення інструментів програми, пов'язаних з створенням візуального аспекту об'єкта на віртуальній сцені, варто навчити школярів правильно працювати з сіткою «меша» (у

термінології програми Blender мешем називають поверхню, утворену з великої кількості просторових полігонів). Так, вивчення базових прийомів й принципів полігонального моделювання вимагає навчального часу і кропіткої роботи вчителя, але це дозволить уникнути багатьох проблемних моментів у подальшому, так як прибирає значну кількість помилок під час візуалізації всієї тривимірної сцени.

Далі важливо наголосити, що створення матеріалів та текстур, які передають певні оптичні властивості предмета у реальній природі, передбачає значний дослідний та пошуковий етап. Під час нього учень має дослідити як виглядатиме умовний створюваний матеріал (тут йде мова у першу чергу не про матеріал з якого створений предмет в реальному світі, а про його оптичні властивості – відбивання й заломлення світлових променів, їх розсіювання, поглинання окремих часток спектру тощо). Варто запропонувати учням підібрати набір зображень з реальним предметом й ознайомитися як відбувається розсіювання або ж заломлення світла в різних ситуаціях. В професійній індустрії тривимірного моделювання цей етап є одним із найважливіших й передбачає створення референсів (наборів зображень) для того щоб зрозуміти як виглядатиме створюваний об'єкт в реальних ситуаціях. Звичайно це також стосуватиметься й уявлених і неіснуючих предметів. Головна відмінність у тому, що у таких наборах зображень (обов'язково реальних, а не створених за допомогою технологій штучного інтелекту) виокремлювати варто певні елементи та в уяві адаптувати їх для створеного віртуального, певною мірою фантастичного, образу тривимірного предмета.

Далі, на ряду з концептуальним представленням майбутнього кольорового оформлення 3D об'єкта, варто звернути увагу на інструментарій програми, яка вивчається. Характерною особливістю Blender є те, що програмний комплекс містить уже вбудовані модулі, які забезпечують фізично коректну візуалізацію (рушій Cycles). А отже учні можуть безпосередньо у програмі бачити результати своєї роботи та у реальному часі видозмінювати налаштування, щоб отримати бажаний результат.

Важливим моментом є пояснення школярам 11 класу функціонування редактора матеріалів. У програмі Blender є можливість створювати матеріали за допомогою різних інструментів: безпосередньо у панелі властивостей, за допомогою нодового редактора матеріалів й наносити текстури на об'єкт у спеціальному режимі. Серед усіх означених способів найоптимальнішим для навчання є використання саме нодового редактора матеріалів. Головною його перевагою є те, що у цьому випадку процес надання певних оптичних властивостей тривимірній моделі перетворюється на динамічне конструювання дерева взаємопов'язаних нодів, кожен з яких відповідає за певну особливість візуалізації матеріалу. Звичайно, всі інструменти редактора не можливо опанувати у той короткий час, який відводиться у шкільному курсі, але базові принципи та особливості поєднання елементів дерева учні мають засвоїти та вміти оперувати ними для досягнення своїх задумів.

Загалом всі ноди об'єднані в декілька основних груп за призначенням. Виділяють – Shader Nodes, Texture Nodes, Input Nodes, Vector Nodes, Color Nodes, Converter Nodes, Output Nodes. Поєднання «вузлів» у єдиний граф забезпечує створення необхідного матеріалу.

Окремо варто наголосити на наявності спеціалізованої ноди Principled BSDF. Вона є унікальним поєднанням властивостей, які забезпечують досить

якісну імітацію оптичних властивостей для багатьох матеріалів. Фактично, маніпулюючи числовими параметрами більшості з них школярі можуть реалізувати матеріали, які імітують поведінку світлових променів поверхонь для багатьох об'єктів реального світу. Єдине умова, для візуалізації має використовуватися рендер Cycles. Таким чином методичною правильною буде починати ознайомлення з редактором матеріалів саме з нього.

Подальше вивчення цієї тематики неможливе без поняття текстуровання – накладання графічного двовимірного зображення на поверхню створюваного об'єкта. Цей етап тривимірного моделювання має ряд переваг. Він дозволяє фахівцям спростити геометричну поверхню моделі, не відображаючи ряд дрібних деталей, а зімітувати їх за допомогою спеціалізованих зображень, що моделюють просторову поверхню. До них належать карти нормалей, карти нерівностей, карти освітленості тощо. Наприклад, за допомогою карт нормалей дозволяється зімітувати ряд дрібних деталей моделі таким чином, що модель матиме реалістичний вигляд і при цьому на їх реалізацію не витратиметься додаткова пам'ять комп'ютера.

Питання текстуровання моделей безпосередньо пов'язане з поняттям розгортки поверхні на площину. Так, звичайно, Blender має ряд інструментів для автоматизації цього процесу. Проте саме введення цього поняття варто пов'язати з геометрією й темами, які стосуються многогранників. Важливо вказати на практичному напрямленні геометричних знань, зокрема й для створення реалістичних тривимірних моделей. Тут варто також продемонструвати як розгортаються на площину всі многогранники (куб, призма, піраміда тощо), які вивчаються у курсі стереометрії старшої школи; показати як це можна використати, щоб забезпечити коректне накладання текстури на поверхню. Після таких операцій з звичними мешами, варто зосередитися на об'єктах, які містять поєднання складних форм, у тому числі й різноманітних криволінійних поверхонь.

Окремо треба згадати й про створення процедурних текстур. Цей підхід є надзвичайно гнучким й дозволяє зімітувати різні дефекти поверхні, зробити її максимально реалістичною. Загалом, створення автоматично згенерованих текстур нічим не відрізняється від створення матеріалів за допомогою редактора. Більше того, додавання відповідних нодів у загальний граф створюваного матеріалу надає змогу зімітувати зовнішній вигляд поверхні тривимірного об'єкта максимально реалістично (за необхідності) й, у той же час, вносить елемент художньої творчості в достатньо кропіткий процес створення віртуальної просторової моделі.

Якщо узагальнювати вище описане, то на засвоєння учнями базових основ створення матеріалів та принципів текстуровання при вивченні вибіркового модуля «Тривимірне моделювання» в старшій школі варто виділяти від 4 до 6 академічних годин. Це буде оптимальною кількістю уроків, яка дозволить учням не тільки з вчителем розібрати основні концепти створення матеріалів, а більшою мірою самим отримати досвід роботи над розробкою певних візуальних образів.

Підсумовуючи, звернемо увагу на таких важливих методичних аспектах навчання текстурованою та створенню матеріалів у шкільному курсі інформатики. Вивчення технологій 3D моделювання є складним та багатоаспектним процесом, а отже вимагає від вчителів його детального планування й підготовки завдань до лабораторних і практичних

робіт. Питання, пов'язані з особливостями налаштування оптичних властивостей віртуальних тривимірних об'єктів не можливо розглядати відокремлено від напрацювання навичок в учнів, необхідних для створення коректної полігональної сітки на поверхні. Правильне її виконання дозволить не тільки забезпечити візуалізацію предмета без помилок, а спростить виконання операції розгортання поверхні на площину, що особливо важливо при текстурованні. Важливо пояснити учням, що найпершою умовою створення якісного матеріалу для відповідної сцени чи об'єкта є виконання міні дослідження, пов'язаного з формуванням певного набору реальних зображень з мережі Internet для того, щоб максимально точно зрозуміти як створювана майбутня модель відобразатиметься

на рендері при співпадінні певних подібних умов і як цього досягти відповідними засобами. Вивчення інструментів редактора матеріалів варто почати з розгляду ноди Principled BSDF, як універсального засобу для їх створення. Завдяки наявності багатьох параметрів, зібраних в одному модулі, учні зможуть швидко опанувати базові навички роботи. Подальші перспективи наукових пошуків варто пов'язати з систематизованим дослідження методичних підходів до вивчення теми тривимірного моделювання та його особливостей як у шкільному курсі інформатики так і в закладах вищої освіти відповідних спеціальностей. Окремо варто дослідити роль й місце технологій генеративного штучного інтелекту під час навчання відповідної тематики.

Конфлікт інтересів. Автори підтверджують відсутність фінансових, особистих чи інших інтересів, що можуть розглядатися як потенційний конфлікт інтересів щодо публікації цієї статті.

Фінансування. Робота виконана за відсутності фінансової підтримки з боку будь-яких організацій.

Доступність даних. Це теоретичне дослідження не передбачає використання додаткових наборів даних.

Використання штучного інтелекту. Інструменти штучного інтелекту не використовувалися при написанні цієї роботи.

Список використаної літератури

1. Деркач А., Твердохліб І. Дослідження стану вивчення 3D-моделювання в закладах загальної середньої освіти України. Проблеми сучасного підручника. 2024. № 33. С. 106–116. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2024-33-106-116>.
2. Інформатика. 5–9 класи. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/ovovlennya-12-2017/8-informatika.docx> (дата звернення: 28.03.2025 р.)
3. Інформатика. Навчальна програма вибірково-обов'язкового предмету для учнів 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту). URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/informatika-standart-10-11.docx>. (дата звернення: 28.03.2025 р.)
4. Лопатюк С.П. Віртуальні лабораторні роботи з комп'ютерної графіки та 3D-моделювання. Водний транспорт. 2023. № 1 (37). С.222–229. DOI: <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2023.1.37.25>.
5. Стожок О., Козьєр М., Товт Б. Використання 3D-моделювання у підготовці фахівців із механічної інженерії. Наука і техніка сьогодні. Серія: Техніка. 2024. № 9 (37). С.855–877. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-9\(37\)-855-877](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-9(37)-855-877).
6. Фешчук Ю., Мислінчук В. Реалізація міжпредметних зв'язків технологій та природничих дисциплін із використанням 3D моделювання. Освіта. Інноватика. Практика. 2024. № 12 (2). С.72–78. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i2-011>.
7. Юрченко А., Удовиченко О., Шершень О. Особливості вивчення 3D-графіки в умовах неформальної освіти. Освіта. Інноватика. Практика. 2022. № 10 (5). С.48–57. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol10i5-007>.
8. Bağıcı N. S., Işık A. Three-dimensional modeling in visual design education. Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi. 2025. No. 15 (1). P.284–313. DOI: <https://doi.org/10.48146/odusobiad.1430024>.
9. Fang R.J., Chao S.F., Weng L.C. Study of 3D interactive model Web construction for vocational high school drawing courses in Taiwan. In Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'05) July, 2005. P.725–729. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICALT.2005.245>.
10. Huang C.Y., Wang J.C. Effectiveness of a three-dimensional-printing curriculum: Developing and evaluating an elementary school design-oriented model course. Computers & Education. 2022. No.187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104553>.

References

1. Derkach, A., & Tverdokhlib, I. (2024) Doslidzhennia stanu vyvchennia 3D-modeliuvannia v zakladakh zahalnoi serednoi osvity Ukrainy [The research of the state of studying 3D modeling ingeneral secondary education schools of Ukraine]. *Problems of the modern textbook*, 33. 106–116. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2024-33-106-116>. [in Ukrainian]
2. Informatyka. 5–9 klasy. Prohrama dlia zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv [Computer science. Grades 5–9. Program for secondary schools]. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/ovovlennya-12-2017/8-informatika.docx> [in Ukrainian]
3. Informatyka. Navchalna prohrama vybirkovo-oboviazkovoho predmetu dlia uchniv 10-11 klasiv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv (riven standartu) [Computer Science. Curriculum of an elective compulsory subject for students in grades 10-11 of secondary schools (standard level)]. URL <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/informatika-standart-10-11.docx>. [In Ukrainian]
4. Lopatiuk, S.P. (2023). Virtualni laboratorni roboty z kompiuternoi hrafiky ta 3D-modeliuvannia [Virtual laboratory works on computer graphics and 3D modeling]. *Water transport*, 1 (37), 222–229. DOI: <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2023.1.37.25>. [in Ukrainian]
5. Stozhok, O., Koziar, M., & Tovt B. (2024). Vykorystannia 3D-modeliuvannia u pidhotovtsi fakhivtsiv iz mekhanichnoi inzhenerii [Use of 3D modeling in the educational process of mechanical engineers]. *Science and Technology Today. Series: Technology*, 9 (37), 855–877. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-9\(37\)-855-877](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-9(37)-855-877). [in Ukrainian]
6. Feshchuk, Yu., & Myslinchuk, V. (2024) Realizatsiia mizhpredmetnykh zviazkiv tekhnolohii ta pryrodnychyykh dystsyplin iz vykorystanniam 3D modeliuvannia [Implementation of intersubject connections of technologies and natural disciplines using 3D modeling]. *Education. Innovation. Practice*, 12, 72–78. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i2-011>. [in Ukrainian]
7. Yurchenko, A., Udovychenko, O., & Shershen, O. (2022) Osoblyvosti vyvchennia 3D-hrafiky v umovakh neformalnoi osvity [Features of learning 3D graphics in the conditions of informal education] *Education. Innovation. Practice*, 10 (5) 48–57. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol10i5-007>. [In Ukrainian]
8. Bağıcı, N.S., & Işık, A. (2025) Three-dimensional modeling in visual design education. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler*

- Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 15 (1), 284–313. DOI: <https://doi.org/10.48146/odusobiad.1430024>.
9. Fang, R.J., Chao, S.F., & Weng, L.C. (2005, July) Study of 3D interactive model Web construction for vocational high school drawing courses in Taiwan. In *Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'05)* (pp.725–729). DOI: <https://doi.org/10.1109/ICALT.2005.245>.
10. Huang, C.Y., Wang, J.C. (2022). Effectiveness of a three-dimensional-printing curriculum: Developing and evaluating an elementary school design-oriented model course. *Computers & Education*, 187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104553>.

Статус статті:

Отримано: 31.03.2025 Прийнято: 03.05.2025 Опубліковано: 05.05.2025

Mosiuk Oleksandr

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Department of Computer Sciences and Information Technologies
Ivan Franko Zhytomyr State University, Zhytomyr, Ukraine

METHODICAL ASPECTS OF STUDYING TEXTURING AND MATERIAL CREATION FOR 3D MODELS IN THE SCHOOL COURSE OF COMPUTER SCIENCE

Abstract. The active involvement of 3D graphics technologies in various areas of industrial production and 3D content creation has contributed to the introduction of relevant modules in elementary and secondary school computer science curricula. However, it is also worth recognizing that teachers, in most cases, were not sufficiently prepared to explain topics related to three-dimensional modeling to students. Among the difficulties is the limited attention of methodologists to this issue and, thus, the lack of quality methodological support. If one analyzes the modules' topics directly related to three-dimensional technologies, the most difficult ones include modeling, creating materials and textures, and animation. The latter is hardly covered in the national methodological literature. Considering this, this paper aims to reveal the methodological aspects of studying texturing and creating materials for three-dimensional models in a school computer science course. The main scientific research methods included analysis, systematization, comparison, and information classification on the relevant topic. First, the author focused on identifying the impact of the software studied by students in grades 9 and 11 on this process in the central part of the article. Next, it emphasizes the importance of developing students' skills in correctly constructing a polygonal surface, as this minimizes the impact of poorly created 3D models on texturing and creating realistic materials. The importance of conducting micro-research by secondary school students to understand the behavior of light rays on the surface of modeled materials is also revealed. The article also discusses important aspects of teaching students to work with the Blender material editor and its node concept for constructing realistic materials and pre-generated textures. The author also provides recommendations on the total number of academic hours that should be allocated to studying the topic under consideration. The conclusions finalize the materials presented in the paper and outline directions for further research.

Keywords: three-dimensional graphics, technique for learning 3D editors, Blender, texturing of three-dimensional objects.