

УДК 378.09:377.8+004

DOI: 10.24144/2524-0609.2018.43.182-186

Мосіюк Олександр Олександрович

кандидат педагогічних наук, старший викладач

кафедра прикладної математики та інформатики

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

mosxandrowork@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3530-1359>

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ 3D МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ

Анотація. Для сучасного інформаційного суспільства професійна підготовка майбутніх учителів інформатики має включати різні компоненти. Однією із важливих складових процесу формування педагога є опанування студентами програмних засобів, необхідних для створення якісного графічного контенту, зокрема і систем тривимірного моделювання. Адже майбутні педагоги-інформатики мають розуміти сутність процесу створення 3D моделей за допомогою відповідних комп'ютерних додатків, що особливо важливо для використання у навчанні технологій тривимірного друку та популяризації STEM-освіти. Тож метою статті є розкриття особливостей вивчення тривимірної комп'ютерної графіки та моделювання у процесі професійної підготовки майбутніх учителів інформатики. Основними завданнями публікації є: виокремлення найбільш вагомих причин проблемної ситуації із викладанням тривимірної комп'ютерної графіки при підготовці майбутніх педагогів-інформатиків та розкриття особливостей вивчення 3D моделювання. Методи дослідження: аналіз наукових джерел. Загалом у статті розкриваються основні проблемні ситуації пов'язані із викладанням тривимірної графіки у педагогічних ЗВО. Висвітлено на прикладі графічного додатку Blender 3D ключові питання і особливості навчання студентів моделюванню, створенню текстур та матеріалів, рендеру просторових сцен. Запропоновано подальші напрями для дослідження відповідної тематики.

Ключові слова: професійна підготовка майбутніх учителів інформатики; комп'ютерна графіка; тривимірне моделювання; Blender 3D; рендер зображення.

Вступ. Професійна підготовка майбутніх учителів інформатики та спеціалістів із освітніх комп'ютерних технологій є багатокомпонентним процесом. Він включає обов'язкове вивчення одного важливих циклів предметів, які пов'язані із опануванням студентами програмних комплексів для генерації та редагування сучасних цифрових зображень. Традиційно до нього відносять такі дисципліни як «Основи комп'ютерної графіки» та «Тривимірне моделювання». При чому знавці із 3D графіки користуються попитом на ринку праці як сьогодні так і будуть затребувані у майбутньому (Осадча & Чемерис, 2017). А засвоєння відповідних знань є важливим елементом підготовки педагогів, які є фахівцями з комп'ютерних наук. Окрім того предмет докладно вивчають майбутні програмісти, дизайнери, спеціалісти із розробки комп'ютерних ігор, архітектори, спеціалісти із візуальних ефектів тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попри присутність предметів в навчальних планах відповідних спеціальностей вищих педагогічних закладів освіти, достатньо важко виокремити ключові підходи до викладання тривимірної графіки та моделювання у вітчизняній науково-методичній літературі. І це, у першу чергу, пов'язано із особливостями предмету. Тривимірне моделювання поєднує знання із різних галузей науки і техніки: геометрія, креслення, комп'ютерні технології, основи кольорознавства, композиції та графіки, дизайн, фотографія тощо. Це звичайно сприяє всебічному розвитку тих, хто здобуває знання та досвід, але, разом із тим, накладає додаткові вимоги до підготовки викладача. Саме тому, аналізуючи останні дослідження із цієї тематики, важливим було докладно дослідити напрацювання із різних наукових сфер, які є дотичними до предметів «Основи комп'ютерної графіки» і «Тривимірне моделювання».

Створення будь-якого віртуального тривимірного об'єкту або його зображення є важливою компонентою фахової підготовки студентів, майбутніх педагогів-інформатиків, зокрема формуванню у них просторового мислення, уяви та уявлень. Тож варто

виділити науковців, які присвятили роботи відповідній тематиці. Зокрема відзначимо праці Ленчука І. Г., Райковської Г. О., Фецука Ю. В., Штикало Т. С.

Загальні питання підготовки майбутніх вчителів інформатики та фахівців із освітніх комп'ютерних технологій висвітлюється у роботах Бикова В. Ю., Жалдака М. І., Рамського Ю. С., Семерікова С. О., Спіріна О. М., Триуса Ю. В.

Питання, які пов'язані із методикою навчання інформатики та комп'ютерних технологій, розглядали: Ветрова І. Г., Дем'яненко В. М., Красюк Ю. М., Міхесв В. В., Морзе Н. В. та інші.

Нажаль тематиці, яка розкриває особливості організації навчального процесу із комп'ютерної графіки, вітчизняні науковці не приділяли достатньої уваги. Проте окремі аспекти висвітлені у працях Бабенка Л. В., Веселовської Г. В., Горобця С. М., Ємець Є. М., Коцюбинського В. Ю., Романюка О. Н. Що стосується вивчення тривимірних пакетів, то їх вітчизняні науковці та методисти розглядають як складову частину фахової підготовки із інженерної графіки. Зокрема Стеблянка В. Г. описує особливості роботи у системі автоматизованого проектування AutoCAD (Стеблянка, 2008).

Кардинально інші погляди на значення комп'ютерної графіки у навчання молодшого покоління, особливо 3D моделювання, мають провідні педагоги закордоном. Зокрема Trust T. та Maloy R. W. представили власні дослідження, що показують, які знання, уміння та навички здобувають студенти при вивченні тривимірного моделювання та 3D друку (Trust & Maloy, 2017). Thien-Chi Huang і Chun-Yu Lin досліджують вплив зазначених технологій на розвиток просторових уявлень студентів (Huang & Lin, 2017), а Groenendyk M. виклав своє бачення класифікації доступних освітніх тривимірних моделей у мережі Internet (Groenendyk, 2016). І це лише мізерна частина наукових пошуків закордонних фахівців, які досліджують вплив сучасних 3D технологій на модернізацію освіти у відповідності до вимог XXI століття.

Виходячи із цього **метою** статті є розкрити осо-

бливості вивчення тривимірної комп'ютерної графіки та моделювання у процесі професійної підготовки майбутніх учителів інформатики.

Відповідно до мети визначено основні завдання публікації.

1. Виокремити найбільш вагомими причини достатньо складної ситуації із викладанням тривимірної комп'ютерної графіки при підготовці майбутніх учителів інформатики та фахівців із освітніх комп'ютерних технологій.

2. Розкрити особливості вивчення 3D моделювання на прикладі програмного графічного комплексу Blender.

Методи дослідження: аналіз наукових джерел.

Виклад основного матеріалу. Важливою складовою підготовки вчителів інформатики та фахівців із освітніх комп'ютерних технологій є вивчення програмних засобів необхідних для створення якісного графічного контенту. Зокрема, на заняттях із основ комп'ютерної графіки або близьких за тематикою предметів, студенти знайомляться із найпоширенішими відповідними програмними комплексами. До найбільш відомих комп'ютерних графічних пакетів варто віднести: Adobe Photoshop та Illustrator, Corel Draw, Affinity Designer та інші. Серед програм, які поширюються під ліцензією GPL, варто виділити GIMP, Inkscape, Krita, Paint.NET тощо. Кожна із наведених програм є потужним інструментарієм для генерації якісного графічного контенту. Але всі вони розраховані на роботу із двовимірною графікою. У той же час програмам, призначеним для роботи із тривимірними об'єктами не приділяють значною уваги. Хоча розуміння особливостей моделювання 3D об'єктів є важливим для формування у студентів цілісних знань із сучасної комп'ютерної графіки.

Важко виділити однозначні причини такої ситуації. Серед основних варто назвати недостатню забезпеченість комп'ютерами, необхідними для роботи із програмами тривимірної графіки. Це можна пояснити тим, що для опрацювання великих масивів графічної інформації та імітації 3D простору на площині необхідні значні обсяги оперативної пам'яті і потужні обчислювальні можливості центрального процесора та відеокарти. Приклад системи для роботи із відповідним програмним забезпеченням подано у статті Міловського А. В. (Миловский, 2018).

Проте ця проблема не є визначальною. Важливішим є питання методичного забезпечення процесу викладання дисциплін, загалом пов'язаних із комп'ютерною графікою, наявність сучасної літератури тощо. І, напевно, саме ця проблемна ситуація є більш пріоритетною для вирішення, оскільки існують програмні комплекси, які надають можливість працювати із графічними засобами, зокрема і програмами тривимірного моделювання на більшості навчальних ПК, що використовуються у комп'ютерних класах вищих закладів освіти.

Наприклад використання у навчальній системі тривимірної графіки Blender 3D (на даний час є актуальною версією Blender 2.79). Ця програма розповсюджується за ліцензією GPL (Офіційний сайт Blender.org, 2018), а отже може використовуватися у навчальному процесі. Окрім цього Blender 3D має такі системні вимоги, які дозволяють встановлювати його на переважну більшість персональних комп'ютерів у освітніх закладах. Присутня можливість українізації інтерфейсу.

Важливо відзначити й те, що програмний комплекс тривимірної графіки Blender 3D не є вузькоспеціалізованим, як, наприклад, такі додатки як ZBrush або Mudbox, що пристосовані тільки для скульптин-

га та текстурювання об'єктів у реальному часі. Загалом, Blender 3D дозволяє використовувати різні підходи до формування геометричної форми об'єкта, що значно виділяє його серед інших йому подібних аналогів.

Blender 3D також має два вбудованих модулі для візуалізації 3D сцен (Blender Internal та фізично коректний рендер Cycles Render). Окрім того програмний комплекс дозволяє створювати анімацію, моделювати фізичну взаємодію твердих та м'яких тіл, потік рідин тощо. Вказана програма тривимірного моделювання забезпечена інструментарієм для роботи комп'ютерних ігор (Blender Engine); здійснення композитінгу та виконання монтажу відеофайлів.

Відкритість коду дозволяє користувачам створювати за допомогою мови програмування Python додатковий інструментарій, який розширює інструментарій програми. Виходячи із таких широких можливостей можна зробити висновок, що Blender 3D є оптимальним програмним комплексом для початкового освоєння тривимірного моделювання студентами вищих педагогічних закладів освіти.

В контексті використання вказаного програмного засобу тривимірного моделювання важливо розкрити основну тематику змістового модуля «3D моделювання» у рамках курсу «Основи комп'ютерної графіки» або ж окремого курсу «Тривимірна графіка». Загалом тему необхідно розбити на три великі частини: моделювання геометричної поверхні, налаштування матеріалів об'єктів і накладання текстур та налаштування фінального рендеру. За можливості перелічену тематику варто доповнити питаннями, які стосуються анімації, налаштування освітлення віртуальної сцени тощо.

Розглянемо питання, з якими варто ознайомити студентів. Так, найважливішою є перша тема, яка стосується моделювання геометричної поверхні об'єктів у системах тривимірної графіки. На цих заняттях студенти мають ознайомитися із інтерфейсом програми, призначеної для створення тривимірних віртуальних поверхонь геометричних фігур та предметів. Особливо важливим для розуміння процесу моделювання є засвоєння інструментарію для навігації (переміщення, масштабування та повороту сцени навколо заданої осі) у віртуальному тривимірному просторі та вивчення комбінацій клавіш для швидкого доступу до базових команд. Окрім цього тим, хто здобуває знання, варто призвичаїтися працювати з двовимірними проекціями об'єкта, а також перспективними та ортогональними видами і вміти швидко перемикаєти їх.

На наступному етапі варто розглядати підходи до формування геометричної форми. Загалом виділяють такі основні техніки створення тривимірних моделей: твердотільне моделювання, полігональне моделювання, процедурне моделювання, цифрова скульптура (скульптинг), моделювання за допомогою сплайнів (Сайт 3d-modeli.net, 2018). На даний час переважна більшість програмних комплексів забезпечує підтримку майже всіх вище перерахованих підходів. Зокрема в Blender 3D реалізована підтримка твердотільного та полігонального моделювання, а також формування поверхні за допомогою сплайнів. Присутній інструментарій і для віртуального скульптинга.

Існують програми, які спеціалізуються на використанні певної техніки створення геометричної поверхні. Прикладами таких програм є ZBrush, Mudbox та Houdini. У перших двох реалізовано ефективну техніку цифрової скульптури, а у Houdini найкращі реалізовані можливості для процедурного моделю-

вання.

Враховуючи таку різноманітність підходів, студентам необхідно донести сутність кожного із них, але доцільніше розглядати докладно тільки створення об'єктів за допомогою технік твердотільного та полігонального моделювання. Це пов'язано із тим, що вони є базовими для розуміння решти підходів до формування геометричної форми об'єкта.

Розкриємо сутність кожного з них. Для твердотільного моделювання характерним є формування поверхні на основі базових примітивів (паралелепіпед, піраміда, сфера, циліндр, конус тощо), геометричних перетворень (паралельне перенесення, поворот навколо заданої осі, симетрія відносно площини, масштабування) та бульових операцій (об'єднання, перетину та різниці множин). Представлений підхід найбільш використовується системами автоматизованого проектування та підготовки технічної документації, хоча він також реалізований і у більшості програмах тривимірного моделювання.

Питання полігонального моделювання не менш важливим є для розуміння суті сучасного стану 3D технологій. Ключовою особливістю цього підходу є те, що користувач переміщуючи та додаючи нові вершини, ребра та полігони формує оболонку віртуального об'єкта. У рамках ознайомлення студентів із цією технікою моделювання важливо, щоб вони засвоїли такі поняття як: «екстрадування», «вершина», «ребро», «полігон», «каркасне відображення моделі», «відображення моделі із урахуванням текстур та матеріалів», «правильна полігональна сітка» тощо. Окрім цього студенти мають вивчити також і інструментарій, який дозволить виконувати коректну побудову поверхні тривимірного об'єкта. У програмі Blender 3D вони представлені за допомогою таких команд як: «Edit Mode» – активація режиму редагування полігональної сітки; «Translate», «Rotate», «Scale» – дозволяють виконувати паралельне перенесення, поворот навколо вказаної осі, масштабування ребер та полігонів; «Extrude Region» – процес формування нових полігонів, ребер та вершин на основі вже створених; «Subdivide» – розділення заданого ребра або полігона на вказану кількість частин тощо.

Решта технік створення геометричної форми тривимірних об'єктів буде базуватися на основі вже розглянутих і тому їх можна розглядати описово.

Не менш значимими є теми пов'язані присвоєнням 3D моделі оптичних властивостей та їх налаштування. Загалом під матеріалом віртуального 3D об'єкта розуміють набір даних, які дозволяють змоделювати оптичні властивості реального предмету (передати колір, відбиття світла, прозорість, блики на поверхні тощо). Також важливо пояснити сутність процесу текстуровання об'єкту. Зазвичай під ним розуміють процес накладання на поверхню віртуальних тривимірних об'єктів зображення, які дозволяють імітувати певну рельєфну поверхню (імітація поверхні дерева, каменю, ґрунту тощо).

При текстурованні об'єктів необхідно враховувати створення розгортки та їх редагування, адже від правильності та якості виконання розгортки поверхні залежить коректність відображення зображень та рельєфу на поверхні. Крім цього правильна розгортка поверхні моделі спрощує обчислення при виконанні загального рендеру сцени, оскільки дозволяє використання спеціалізованих карт нормалей, нерівностей (висот), освітлення тощо.

Вивчення процесу рендеру тривимірної сцени полягає у засвоєнні студентами особливостей налаштування віртуальних джерел освітлення 3D сцени, розміщення стилізованої віртуальної фотокамери для визначення точки спостереження за створеними моделями та імітації процесу фотографування. На цьому етапі важливо пояснити, що, власне, являє процес рендеру.

Рендер віртуальної тривимірної сцени (з англ. rendering – візуалізація) – це процес візуалізації проекту та збереження результату у вигляді графічних та відеофайлів на основі спеціально створених алгоритмів, які моделюють хід променя світла (Прахов, 2013). Окремо варто розглядати налаштування параметрів графічного зображення (розширення зображення, кольорова модель, глибина кольору тощо).

У випадку вивчення тривимірного моделювання як окремого предмету зазначені теми варто розширити, а також доповнити питаннями пов'язаними із застосуванням модифікаторів при моделюванні тривимірних об'єктів, створенням складних матеріалів та текстур, моделювання різних типів освітлення віртуальної сцени, покадрову та скелетну анімацію, композитинг тощо.

Підводячи **підсумок** зауважимо, що питання вивчення тривимірного моделювання у вищих закладах освіти, які готують вчителів інформатики та фахівців із освітніх комп'ютерних технологій, не є достатньо розкритим і саме тому потребує вивчення та присклипливої уваги з боку спеціалістів, зокрема фахівців із методики навчання інформатики та професіоналів із комп'ютерної графіки та моделювання. Наведені особливості вивчення 3D моделювання на прикладі програмного графічного комплексу Blender розкриваються у статті лише частково, проте дозволяють зорієнтуватися у такій складній тематиці як навчання тривимірної комп'ютерної графіки. На даний момент потребують розробки питання пов'язані із створенням навчально-методичних комплексів, навчальних посібників із вказаною тематики для спеціалізованих програмних комплексів 3D моделювання (Blender, 3DS Max, Maya, Houdini) тощо.

Серед подальших досліджень варто виділити такі не розроблені напрями: детальний опис методик навчання моделюванню із використанням різних технік створення 3D об'єктів, використання систем тривимірного моделювання у рамках STEM-освіти, застосування технологій 3D друку в навчанні та при підготовці наукових проектів МАН України.

Список використаної літератури

- Виды 3D моделирования. *Саїт 3d-modeli.net*. 2018. URL: <http://3d-modeli.net/uroki-3d/6175-vidy-3d-modelirovaniya.html> (дата звернення: 14.10.2018).
- Миловський А. В. Как выбрать компьютер для 3D. Рекомендации 3D-шникам. *Саїт 3dmaster.ru*. URL: <https://3dmaster.ru/uroki/hardware-for-3d-graphics-designer/> (дата звернення: 14.10.2018).
- Осадча К. П., Чемерис Г. Ю. Добір засобів тривимірного моделювання для формування графічної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерних наук. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Том 62, № 6. С. 70 – 85.
- Прахов А. А. *Самоучитель Blender 2.6*. СПб. БХВ-Петербург, 2013. 384 с.
- Стеблянко В. Г. *Комп'ютерна графіка. AutoCAD*: навч. посіб. / Донецький національний ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. Донецьк: ДонНУЕТ, 2008. 266 с.
- Blender. *Official site blender.org*. URL: <https://www.blender.org> (дата звернення: 14.10.2018).
- Groenendyk M. Cataloging the 3D web: The availability of educational 3D models on the internet. *Library Hi Tech*. 2016. 34(2). P.239-258. DOI: 10.1108/LHT-09-2015-0088.
- Tien-Chi Huang, Chun-Yu Lin. From 3D modeling to 3D printing: development of a differentiated spatial ability teaching

model. *Telematics and Informatics*. 2017. Volume 34, Issue 2. P. 604 - 613. DOI: 10.1016/j.tele.2016.10.005.

Trust T., Maloy R. W. Why 3D print? The 21st-century skills students develop while engaging in 3D printing projects. *Computers in the schools*. 2017. Volume 34, Issue 4. P.253-266. DOI: 10.1080/07380569.2017.1384684.

References

Blender. (2018). *Official site blender.org*. URL: <https://www.blender.org> (last accessed: 14.10.2018).

Groenendyk, M. (2016). Cataloging the 3D web: The availability of educational 3D models on the internet. *Library Hi Tech*, 34(2), 239–258. DOI: 10.1108/LHT-09-2015-0088.

Milovskiy, A. V. (2018) Kak vyibrat kompyuter dlya 3D. Rekomendatsii 3D-shnikam. [How choose a computer for 3D. Recommendations for 3D masters] *Sayt 3dmaster.ru*. URL: <https://3dmaster.ru/uroki/hardware-for-3d-graphics-designer/> (last accessed: 14.10.2018) [in Russian].

Osadcha, K.P., & Chemerys, H.Yu. (2017). Dobir zasobiv tryvymirnogo modeliuвання dlia formuvannya hrafichnoi kompetentnosti maibutnikh bakalavriv komp'uternykh nauk [The choice of three-dimensional modeling tools for the development of graphic competence of the future bachelors of computer science]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, 62(6), 70-85 [in Ukrainian].

Prahov, A.A. (2013). *Samouchitel Blender 2.6*. [Tutorial of Blender 2.6.] SPb. BHV-Peterburg. [in Russian].

Steblianko, V.H. (2008). *Kompiuterna hrafika. AutoCAD* [Computer Graphics. AutoCAD]. Donetsk: Donetskyyi Natsionalnyi Universytet ekonomiky i torhivli imeni Mykhaila Tuhan-Baranovskoho [in Ukrainian].

Tien-Chi, Huang, & Chun-Yu, Lin (2017). From 3D modeling to 3D printing: development of a differentiated spatial ability teaching model. *Telematics and Informatics*, 34(2). 604 – 613. DOI: 10.1016/j.tele.2016.10.005.

Trust T., & Maloy R. W. (2017). Why 3D print? The 21st-century skills students develop while engaging in 3D printing projects. *Computers in the schools*, 34(4), 253 – 266. DOI: 10.1080/07380569.2017.1384684.

Vidy 3D modelirovaniya [Types of 3D modeling]. *3d-modeli.net*. (2018). URL: <http://3d-modeli.net/uroki-3d/6175-vidy-3d-modelirovaniya.html> (last accessed: 14.10.2018) [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 15.10.2018 р.

Стаття прийнята до друку 21.10.2018 р.

Моснюк Александр

кандидат педагогических наук, старший преподаватель

кафедра прикладной математики и информатики

Житомирский государственный университет имени Ивана Франко

г.Житомир, Украина

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ

Аннотация. Для современного информационного общества профессиональная подготовка будущих учителей информатики должна включать различные компоненты. Одной из важных составляющих процесса формирования соответствующего специалиста является овладение студентами программными средствами, необходимых для создания качественного графического контента, в том числе и системы трехмерного моделирования. Ведь будущие педагоги-информатики должны понимать сущность процесса создания 3D моделей с помощью соответствующих компьютерных приложений, что особенно важно для использования в обучении технологий трехмерной печати и популяризации STEM-образования. Поэтому целью статьи является раскрытие особенностей изучения трехмерной компьютерной графики и моделирования в процессе профессиональной подготовки будущих учителей информатики. Основными задачами публикации являются: выделение наиболее весомых причин проблемной ситуации с преподаванием трехмерной компьютерной графики, при подготовке будущих педагогов-информатиков и раскрытие особенностей изучения 3D моделирования. Методы исследования: анализ научной литературы. В статье раскрываются основные проблемные ситуации, связаны с преподаванием трехмерной графики в педагогических ВУЗах. Освещены на примере графического приложения Blender 3D ключевые вопросы обучения студентов моделированию, созданию текстур и материалов, рендера пространственных сцен. Предложено дальнейшие направления для исследования соответствующей тематики.

Ключевые слова: профессиональная подготовка будущих учителей информатики; компьютерная графика; трехмерное моделирование; Blender 3D; рендер изображения.

Mosiyuk Oleksandr

Candidate of Pedagogical Sciences, PhD, Senior Lecturer

Department of Applied Mathematics and Computer Science

Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

THE FEATURES OF TEACHING 3D MODELING DURING PROCESS OF PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE COMPUTER SCIENCES TEACHERS

Abstract. The professional training of future informatics teachers should contain different components. One of the important components of the informatics teacher training process is the students' study of computer graphic programs which helps to create high-quality graphics content. Also, 3D programs allow creating digital images, and they are also used in 3D printing technologies. Therefore, the future teachers of computer science should understand the process of creating 3D models via special computer applications. The purpose of the article is to describe the specifics of the teaching of three-dimensional computer graphics and modeling during a process of training future teachers of computer science. The main tasks of the article are a description of the issues of teaching 3D computer graphics during training future teachers of computer science and a disclosure of the features of the teaching of 3D modeling on the example of software graphics complex Blender 3D. Methods used: analysis of scientific literature. In general, the

article describes the causes of problems in the teaching of 3D modeling. The main problems of the training of three-dimensional graphics are the lack of the required number of specialized computers in higher pedagogical schools and teaching materials on this subject. Also, the author reveals the features of teaching 3D graphics on examples of such topics as the modeling of three-dimensional objects, the creation of materials and textures for them, the render of spatial scenes. He represents the main topics of the course based on the example of the Blender 3D program. In conclusion, the author offers further research directions on this topic.

Key words: professional training of future teachers of the computer science; computer graphics; three-dimensional modeling; Blender 3D; image renderer.