

УДК 378.147+004:744

Тарас І., Витвицький В.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
Івано-Франківськ, Україна

ORCID ID 0000-0002-9865-0778

ORCID ID 0000-0003-3682-1612

**ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ
В ІННОВАЦІЙНІЙ МЕТОДИЦІ НАВЧАННЯ ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

DOI 10.14308/ite000773

Розглянуто досвід навчання в он-лайн режимі з інженерної та комп'ютерної графіки в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу для інженерних спеціальностей. Проаналізовано проблеми досягнення компетентностей проєктно-орієнтованого навчання в он-лайн режимі. Розглянуто використання систем автоматизованого проєктування для забезпечення передбачених програмою курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка» графічних компетентностей в он-лайн умовах організації навчального процесу. Як приклад розглянуто тему курсу ІКТ «Ескізування», яка належить до найбільш вразливих для досягнення графічних компетентностей в он-лайн навчанні, оскільки результатом цієї теми повинно бути одержання навичок створення ескізу з реальної деталі, набуття досвіду проведення її обмірів та визначення шорсткості поверхонь. До цієї теми входять графічні роботи зі створення ескізів кількох типів деталей (накривка, гайка накидна, штуцер тощо). Під час оф-лайн навчання в аудиторії кожному студенту видається реальна деталь, з якої методами обмірювання та візуального огляду він визначає всі параметри та атрибути, необхідні для створення ескізу. Проблеми, що виникають в он-лайн навчанні, стосуються не самого створення технічних креслеників, а вміння одержувати для них інформацію з реальної деталі. Розглянутий матеріал дозволяє стверджувати, що розвиток систем автоматизованого проєктування потребує вдосконалення методичного матеріалу для забезпечення набуття студентами компетентностей, пов'язаних з їх використанням. Також розвиток цих систем дає можливість використання їх не тільки як предмету освоєння студентами, але і для створення методичного забезпечення інженерної графіки, яке водночас розширює навички їх використання студентами.

Ключові слова: компетентність, інженерна графіка, комп'ютерна графіка, САПР, навчальний процес, он-лайн навчання

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Статтею 9 Закону України «Про освіту» серед інших форм освіти визначається інституційна, до якої належать очна (денна, вечірня), заочна, дистанційна, мережева. Обставини останніх років (пандемія Covid-19, воєнний стан) показали необхідність мати засоби швидкого переходу з оф-лайн до он-лайн режиму для різних видів навчання.

Метою вивчення різних дисциплін є формування та розвиток у студентів певних компетентностей, наприклад, графічних компетентностей майбутніх інженерів, що є важливим для кваліфікованого спеціаліста. Вони передбачають як здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді технічних креслень та моделей, так і здатність практично використовувати комп'ютерні системи обробки графічної інформації, що визначає необхідність застосування



Тарас І., Витвицький В.

сучасних САПР у процесі підготовки студентів. Такий підхід значно покращує професійну підготовку майбутніх фахівців. Зрозуміло, що деякі теми і компетентності, які вони забезпечують, не страждають від зміни оф-лайн режиму навчання на он-лайн, але є теми, освоєння яких і забезпечення певних компетентностей під час он-лайн навчання ускладнюються. Тому використання наявного “не цільового” програмного забезпечення під час створення методичного забезпечення для вирішення проблем, що виникають у процесі формування окремих графічних компетентностей в он-лайн умовах організації навчального процесу, є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Багато авторів обговорює різні аспекти використання технологій дистанційного навчання як в освітньому процесі загалом, так і у викладанні різних дисциплін [10]. Немає потреби описувати переваги оф-лайн навчання. Про недоліки та переваги он-лайн технологій було багато дискусій [1, 2, 4]. Для людини як істоти соціальної важливим недоліком он-лайн навчання відзначається відсутність класичних лекцій та семінарів, обмежений особистий контакт із викладачем та іншими студентами [3]. Багато авторів розглядають проблеми, пов'язані з он-лайн навчанням та способи їх вирішення [21, 1, 3]. У викладанні різних дисциплін виникають проблеми залежно від спрямування.

Формуванню графічних компетентностей присвячено роботи Г. О. Райковської [13–15], О. В. Слободянюка [18] та інших авторів [6, 16]. Уже напрацьовано досвід викладання графічних дисциплін в умовах он-лайн та змішаного навчання [6]. Використанню інформаційних технологій в інженерній графіці присвячено роботи [7, 11]. Розроблено навчально-методичні комплекси з нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки для майбутніх фахівців [12, 21].

Умовам успішної професійної та графічної підготовки майбутнього фахівця засобами САПР присвячені роботи [8, 9], у яких зазначена важливість використання САПР і висвітлені науково-методологічні аспекти їх упровадження в навчальний процес. Ілюстративність матеріалу, особливо з інженерної та комп'ютерної графіки, має велике значення і сприяє інтенсифікації процесу його засвоєння [7]. У статті [14] відзначено, що вдосконалення методик інтегрального навчання з широким використанням САПР потребує подальшого дослідження.

Мета – обґрунтування забезпечення фундаментальної та спеціальної підготовки в галузі автоматизованого проектування та використання в навчальному процесі можливостей САПР для візуалізації матеріалів окремих розділів графічних дисциплін у процесі підготовки фахівців інженерного спрямування.

Завдання дослідження передбачає аналіз та теоретичне обґрунтування використання сучасних САПР не тільки як предмету вивчення для проєктно-орієнтованого навчання студентів інженерного напрямку, але і як засобу в інноваційній методиці навчання графічних дисциплін в он-лайн умовах організації навчального процесу.

Методи дослідження. У дослідженнях використовували теоретичні та емпіричні методи: вивчення та аналізу навчально-методичної літератури, аналізу сучасних САПР, вивчення та узагальнення досвіду викладання графічних дисциплін у ЗВО, педагогічного спостереження за навчальним процесом та педагогічного експерименту. Також ураховано власний досвід аналізу результатів навчання і спілкування із колегами та студентами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Зазвичай, вступники мають вибір, чи обирати очне навчання (що передбачає аудиторні заняття), чи вчитись дистанційно, тобто обрати он-лайн режим навчання.

В умовах пандемії Covid-19 доводилось працювати в он-лайн режимі навіть студентам очної форми навчання. До недоліків такого режиму належить обмежене безпосереднє спілкування з викладачем та іншими студентами. За послаблення умов карантину навчання переходило в оф-лайн режим.

До графічних дисциплін належить «Інженерна та комп'ютерна графіка» (ІКГ), яку вивчають студенти на перших курсах. Інженерна графіка розвиває фундаментальні інженерно-геометричні знання, набуті під час вивчення нарисної геометрії. Такі знання сприяють набуттю практичних навичок читання та розробки конструкторської документації відповідно до стандартів ДСТУ та ISO.

Комп'ютерна графіка дозволяє набути навички 3D моделювання та практично використовувати автоматизовані системи проєктування для створення конструкторської документації на основі знань із нарисної геометрії та інженерної графіки. Використання сучасних систем автоматизованого проєктування у вивченні комп'ютерної графіки значно покращують професійну підготовку майбутніх фахівців. Для студентів технічних спеціальностей Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ), наприклад, спеціальності «Прикладна механіка», передбачено починати освоєння комп'ютерної графіки з САПР SolidWorks у межах дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» (ІКГ). У цій дисципліні інженерна та комп'ютерна вивчаються у взаємозв'язку як дві частини курсу.

Опитування студентів показало, що не всі теми дисципліни ІКГ однаково сприймаються за обох форм навчання, а більшість студентів очної форми віддають перевагу навчанню в аудиторіях. Як показав досвід, використання змішаної форми дає можливість поєднати переваги обох форм навчання і зменшити їх недоліки, але за певних обставин проведення освітнього процесу в оф-лайн режимі стає неможливим.

Досвід он-лайн навчання показав, що ті з програмних компетентностей, які стосуються навичок використання інформаційних і комунікаційних технологій та здатності до пошуку, обробленню та аналізу інформації з різних джерел, не страждають під час дистанційного навчання, а набуваються студентами більш активно. Але є фахові компетентності, набуття яких ускладнюється. Особливо це відчутно для студентів спеціальності «Прикладна механіка», для яких передбачені фахові компетентності, що стосуються відтворення просторових об'єктів, конструкцій і механізмів у вигляді технічних креслень та моделей.

Тема курсу ІКГ «Ескізування» належить до найбільш вразливих для досягнення вказаних компетентностей за умов он-лайн навчання. Метою цієї теми ставиться одержання навичок створення ескізу з реальної деталі, набуття досвіду проведення її обмірів, визначення шорсткості поверхонь. До цієї теми входять графічні роботи зі створення ескізів кількох типів деталей (накривка, гайка накидна, штуцер тощо). Під час оф-лайн навчання в аудиторії кожному студенту видавалась реальна деталь, яку він тримав у руках, міг оглянути, зробити обміри, використовуючи вимірний інструмент, визначити шорсткість поверхонь методом візуального огляду та порівняння зі зразками шорсткості. Проблеми, що виникають при он-лайн навчанні, стосуються не самого створення технічних креслеників, а вміння одержувати для них інформацію з реальної деталі.

На кафедрі інженерної та комп'ютерної графіки ІФНТУНГ розроблено методичне забезпечення для он-лайн лабораторної роботи на тему «Ескізування», яка частково «зменшує втрати» при он-лайн навчанні. Ця робота включає виконання трьох ескізів різних типів деталей зі зростаючою складністю (не тільки конструкції, але і їх обмірювання). Перша з деталей містить тільки зовнішню нарізку, друга – тільки внутрішню.

Створена база 3D моделей деталей типу накривка, гайка накидна, штуцер із деталізованим представленням нарізей та дотриманням стандартних розмірів їх елементів (проточок, фасок) (рис. 1).

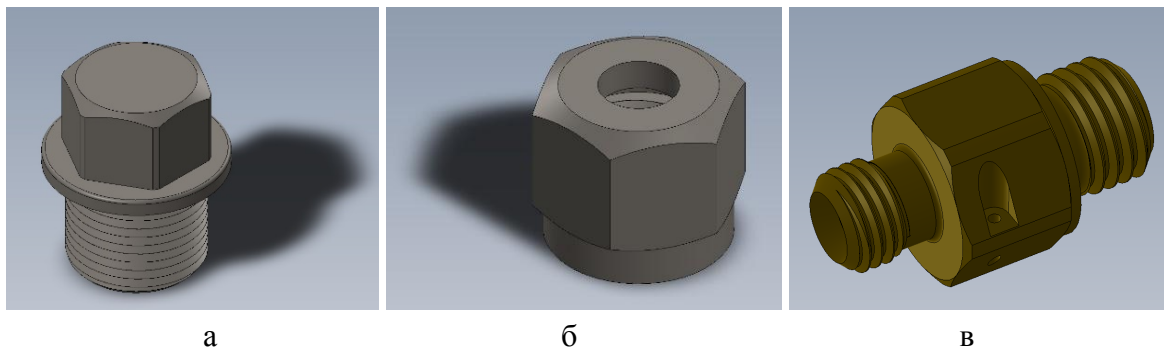


Рис. 1. Приклади деталей: а – накривка; б – гайка накидна; в – штуцер

Деталі типу гайка накидна та накривка були створені як конфігурації на основі таблиць, що дає зручність для викладача перевіряти правильність вимірювань цих деталей студентом. База 3D моделей штуцерів нараховує 22 моделі оригінальних деталей.

Для створення 3D моделей деталей було використано САПР SolidWorks. 3D моделі деталей, створені в форматі SLDPRT, переведені в універсальний формат EPRT (з підтриманням можливості обмірювання). Файл .eprt є документом eDrawings, який є інструментом для обміну проектними даними, що описує окрему деталь і збережений у власному двійковому форматі з високим ступенем стиснення даних. Цей формат є “рідним” для eDrawings. При установці eDrawings тип файлів .eprt автоматично реєструється в системі та асоціюється з цією програмою. Перегляд документів eDrawings (.eprt) можливий за допомогою безкоштовної утиліти eDrawings Viewer, що випускається Dassault Systèmes SOLIDWORKS Corp. Цей формат був обраний із таких причин [5]:

- дає можливість конвертувати EPRT в EXE (або ZIP з автоматично збереженим EXE всередині нього), що дає можливість перегляду файлу EPRT, без встановлення засобу перегляду EPRT. Отриманий EXE-файл відкриє файл 3D моделі без будь-якого іншого програмного забезпечення САПР;
- формат доступний лише для читання, а значить, що вихідні моделі не можуть бути змінені;
- програма eDrawings Viewer дозволяє переміщатися в 3D-просторі, масштабувати, запускати анімацію, що відображає всі сторони моделі;
- дозволяє обмірювання геометрії моделі за допомогою наявного інструментарію програми eDrawings Viewer;
- зберігає інформацію про матеріал деталі та його характеристики (рис. 2);
- дозволяє захищати файл EPRT паролем.

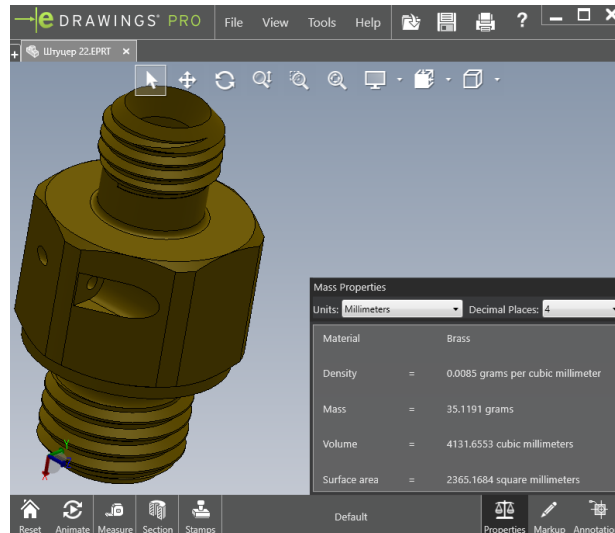


Рис. 2. Інформація про матеріал деталі та його характеристики

До недоліків eDrawings Viewer для лабораторної роботи є те, що інструментарій визначає тільки довжину гвинтової лінії, не дозволяючи виміряти її діаметр та крок, що важливо для ідентифікації нарізи, та нахил конічної поверхні для ідентифікації фаски (рис. 3).

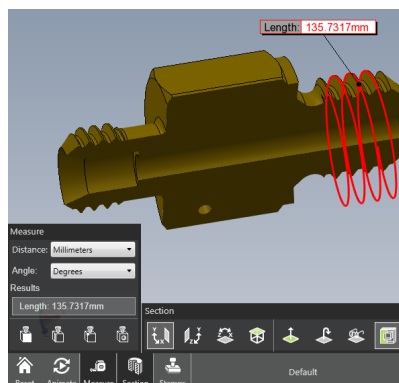


Рис. 3. Вимірювання довжини гвинтової лінії нарізи

При створенні цієї лабораторної роботи недоліки інструментарію eDrawings Viewer для вимірювання нарізи та кута фаски минули декількома способами. Один із них – запропонувати студентам розрахувати кут нахилу фаски на шестигранній поверхні, скориставшись обмірами інших елементів, для ідентифікації нарізи – скористатись діаметром фаски та діаметром проточки (яка виконана діаметром впадини нарізи, що не завжди відповідає стандарту). А, як відомо, діаметр впадини нарізи і її крок пов'язані геометричними залежностями.

Інший спосіб вирішення такої проблеми – це створення деталей-супутників. Один із таких супутників – це деталь, у якій замість нарізи в її кінці зроблена проточка діаметром западини нарізи. Отже, студент за діаметрами виступів і впадин може ідентифікувати нарізь, використовуючи таблиці зі стандартів нарізей (рис. 4).

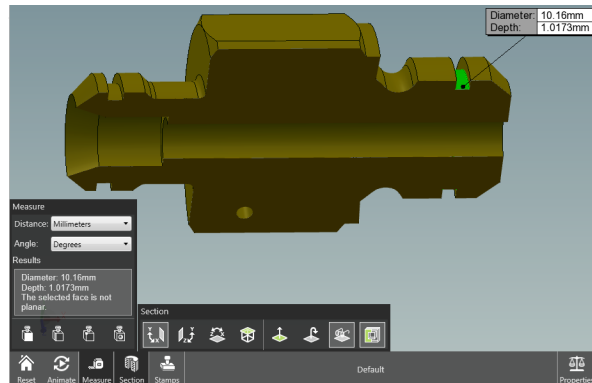
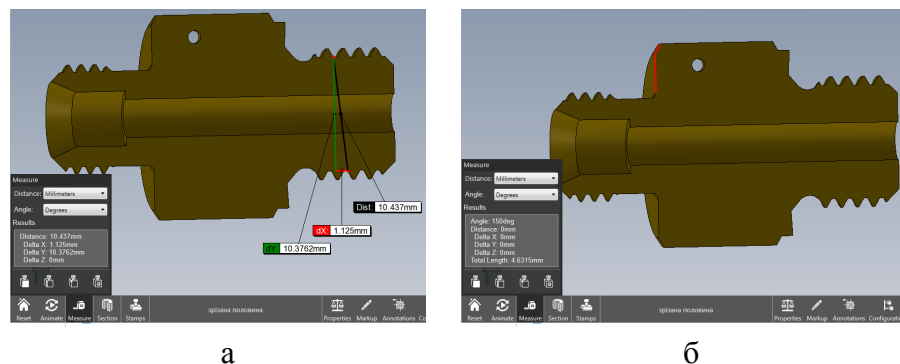


Рис. 4. Приклад вимірювання внутрішнього діаметру нарізі для подальшого визначення її кроку

Іншою деталлю-супутником є півдеталь. Тож eDrawings Viewer може ідентифікувати вершини і впадини нарізі в площині, яка і створила півдеталь (рис. 5, а). Така деталь-супутник дозволяє також визначити кут нахилу фаски, використовуючи ребра, утворені в площині, яка і створила півдеталь (рис. 5, б).



а

б

Рис. 5. Безпосереднє визначення параметрів нарізі (а) та кута нахилу фаски (б)

Завдання студента – накреслити ескіз деталі. Йому пропонується відкрити деталь за своїм варіантом в eDrawings Viewer. У такий спосіб він може одержати інформацію про форму, розміри (провести обміри), використовуючи за потреби деталь-супутник (рис. 4, 5) та матеріал заданої деталі (рис. 2). На час виконання цієї роботи студенти вже мають навички створення 3D моделей в САПР системах, тому робота з інструментами нової програми не викликає особливої складності.

Висновки. САПР стає одним із засобів формування науково-навчального інформаційного простору для проєктної діяльності в університеті та запровадження проєктно-орієнтованого навчання.

Вище розглянуте дає підстави стверджувати, що розвиток систем автоматизованого проєктування потребує вдосконалення методичного матеріалу для забезпечення набуття студентами компетентностей, пов'язаних з їх використанням. Також розвиток цих систем дає можливість використання їх не тільки як предмету освоєння студентами, але і для створення методичного забезпечення інженерної графіки, яке водночас розширює навички використання систем автоматизованого проєктування студентами.

Як показав досвід, не дивлячись на те, що більшість студентів віддають перевагу навчатись в он-лайн режимі, і на наявність тем, для яких пріоритетним є он-лайн режим, реалії життя потребують мати методичне забезпечення для двох режимів навчання.

Перспективи подальших розвідок в обраному напрямі. У подальших дослідженнях планується розширити базу 3D моделей та визначити вплив їх складності на набуття навичок студентами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Adedoyin, O. B., Soykan, E. (2020). Covid-19 pandemic and online learning: the challenges and opportunities. *Interactive Learning Environments*, 31 (2), 863–875. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1813180>
2. Daniel, S. J. (2020). Education and the COVID-19 pandemic. *Prospects*, 49, 91–96. <https://doi.org/10.1007/s11125-020-09464-3>
3. Fojtik, Rostislav (2018). Problems of Distance Education. *International Journal of Information and Communication Technologies in Education*, 7, 14–23. <https://doi.org/10.2478/ijicte-2018-0002>
4. Park, H., Shea, P. (2020). A review of ten-year research through co-citation analysis: Online learning, distance learning, and blended learning. *Online Learning Journal*, 24 (2), 225–244. <https://doi.org/10.24059/olj.v24i2.2001>
5. .EPRT File Extension. URL: <https://fileinfo.com/extension/eprt> (28.04.22)
6. Гнітецька, Т. В. (2020). Інтерактивна дидактична система в практиці навчання інженерно-графічним дисциплінам. *Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Графічні технології моделювання об'єктів, процесів та явищ»*, Одеса, 23–24 квітня 2020 р., 111.
7. Карпюк, Л. В., Давіденко, Н. О. (2021). Інформаційні технології в інженерній графіці. *Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*, 1 (265), 29–32. <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2021-265-1-29-32>
8. Козяр, М., Сасюк, З., Парфенюк, О. (2018). Графічна підготовка майбутнього фахівця засобами САПР. *Нова педагогічна думка*, 2 (94), 122–126. URL: http://irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Npd_2018_2_33.pdf
9. Кокарева, А. М. (2017). Сучасний стан професійної підготовки інженерів в технічному університеті. *Вісник Національного авіаційного університету. Серія: Педагогіка, Психологія*, 10, 77–80. <https://doi.org/10.18372/2411-264X.10.12509>
10. Кухаренко, В. М., Бондаренко, В. В. (2020). *Екстрене дистанційне навчання в Україні: монографія*. Харків: КП «Міська друкарня», 409 с. URL: https://duan.edu.ua/images/News/UA/Departments/Management/2020/monograph_ekstr_dyst_navch.pdf
11. Мацюк, І. М., Савельєва, Т. С., Пустовой, Д. С. (2020). Викладання інженерної графіки з використанням сучасних інформаційних технологій. *Матеріали Міжнародної наукової конференції «Здобутки та досягнення прикладних та фундаментальних наук XXI століття»*, Черкаси: МЦНД, 7 серпня 2020 р., 37–41. <https://doi.org/10.36074/07.08.2020.v2.07>
12. Морозенко, О. П., Грибанова, Н. Ю. (2019). Інноваційні підходи підвищення якості викладання дисципліни «Комп'ютерні методи нарисної геометрії та інженерної графіки». *Системні технології*, 4 (123), 28–33. <https://doi.org/10.34185/1562-9945-4-123-2019-03>
13. Райковська, Г. О. (2017). Інноваційна концепція модернізації графічної підготовки у ВТНЗ: Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти: *Збірник наукових праць «Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету»*, 16 (59), 5–8.
14. Райковська, Г. О., Соловійов, А. В. (2019). Система автоматизованого проектування в графічній підготовці. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*, 2 (45), 149–153. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2019.45.149-153>

15. Райковська, Г. О. (2015). Формування професійної компетентності майбутніх інженерно-технічних фахівців засобами геометричного моделювання. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*, 52, 188–193. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/8229/Raykovska.pdf?sequence=1>
16. Салацінська, Л. А., Панасюк, Я. П., Скотар, В. Т. (2021). Застосування технологій дистанційного навчання у процесі викладання графічних дисциплін у закладах вищої освіти. *Сучасні технології підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій, педагогів професійної освіти і фахівців образотворчого та декоративного мистецтва*, 3, 42–47. URL: <http://93.183.203.244:80/xmlui/handle/123456789/8992>
17. Сидорова, Н. В., Доценко, Ю. В., Вікторов, О. В. (2021). Сучасне викладання онлайн графічних дисциплін. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*, 74 (3) 126–129. <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2021.74-3.23>
18. Слободянюк, О. В., Мокін, В. Б., Мокін, Б. І. (2016). *Формування вмінь з інженерної та комп'ютерної графіки в умовах дистанційного навчання: монографія*. Вінниця: ВНТУ, 208. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/34/53/59-1?inline=1>
19. Тарас, І. П. (2021). Формування програмних компетентностей дисципліною «Інженерна та комп'ютерна графіка» в умовах карантину. *Monografia rok konferencyjna «Science, Research, Development #40», Rotterdam, 29–30 квітня 2021 р.*, 50–52. URL: http://xn--e1aajfpcds8ay4h.com.ua/files/112_1_.pdf
20. Шкіца, Л. Є. (2019). Методичні аспекти формування дистанційних курсів для вивчення графічних дисциплін. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в освіті»*, Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 9–11 квітня 2019 р., 272–274.
21. Шкіца, Л. Є., Тарас, І. П., Бекіш, І. О. (2021). Методичні аспекти викладання інженерної та комп'ютерної графіки в дистанційному режимі. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, 201, 45–48. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-201-45-48>

REFERENCES

1. Adedoyin, O. B., Soykan, E. (2020). Covid-19 pandemic and online learning: the challenges and opportunities. *Interactive Learning Environments*, 31 (2), 863–875. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1813180>
2. Daniel, S. J. (2020). Education and the COVID-19 pandemic. *Prospects*, 49, 91–96. <https://doi.org/10.1007/s11125-020-09464-3>
3. Fojtik, Rostislav (2018). Problems of Distance Education. *International Journal of Information and Communication Technologies in Education*, 7, 14–23. <https://doi.org/10.2478/ijicte-2018-0002>
4. Park, H., Shea, P. (2020). A review of ten-year research through co-citation analysis: Online learning, distance learning, and blended learning. *Online Learning Journal*, 24 (2), 225–244. <https://doi.org/10.24059/olj.v24i2.2001>
5. .EPRT File Extension. URL: <https://fileinfo.com/extension/eprt> (28.04.22)
6. Hnitska, T. V. (2020). Interaktyvna dydaktychna systema v praktytsi navchannia inzhenerno-hrafichnym dystsyplinam. *Zbirnyk tez dopovidei Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Hrafichni tekhnolohii modeliuвання об'єктів, protsesiv ta yavvyshch»*, Odesa, 23–24 kvitnia 2020 r., 111.
7. Karpiuk, L. V., Davidenko, N. O. (2021). Informatsiini tekhnolohii v inzhenernii hrafitsi. *Visnyk skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia*, 1 (265), 29–32. <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2021-265-1-29-32>

8. Koziar, M., Sasiuk, Z., Parfeniuk, O. (2018). Hrafichna pidhotovka maibutnoho fakhivtsia zasobamy SAPR. *Nova pedahohichna dumka*, 2 (94), 122–126. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Npd_2018_2_33.pdf
9. Kokarieva, A. M. (2017). Suchasnyi stan profesiinoi pidhotovky inzheneriv v tekhnichnomu universyteti. *Visnyk Natsionalnoho aviatsiinoho universytetu. Serii: Pedahohika, Psykholohiia*, 10, 77–80. <https://doi.org/10.18372/2411-264X.10.12509>
10. Kukharenko, V. M., Bondarenko, V. V. (2020). *Ekstrene dystantsiine navchannia v Ukraini: monohrafiia*. Kharkiv: KP «Miska drukarnia», 409. URL: https://duan.edu.ua/images/News/UA/Departments/Management/2020/monograph_ekstr_dyst_navch.pdf
11. Masiuk, I. M., Saveleva, T. S., Pustovoi, D. S. (2020). Vykladannia inzhenernoi hrafiky z vykorystanniam suchasnykh informatsiinykh tekhnolohii. *Materialy Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii «Zdobutky ta dosiahnennia prykladnykh ta fundamentalnykh nauk XXI stolittia»*, Cherkasy: MTsND, 7 serpnia 2020 r., 37–41. <https://doi.org/10.36074/07.08.2020.v2.07>
12. Morozenko, O. P., Hrybanova, N. Iu. (2019). Innovatsiini pidkhody pidvyshchennia yakosti vykladannia dystsypliny «Kompiuterni metody narysnoi heometrii ta inzhenernoi hrafiky». *Systemni tekhnolohii*, 4 (123), 28–33. <https://doi.org/10.34185/1562-9945-4-123-2019-03>
13. Raikovska, H. O. (2017). Innovatsiina kontseptsiiia modernizatsii hrafichnoi pidhotovky u VTNZ: Onovlennia zmistu, form ta metodiv navchannia i vykhovannia v zakladakh osvity: *Zbirnyk naukovykh prats «Naukovi zapysky Rivnenskoho derzhavnogo humanitarnoho universytetu»*, 16 (59), 5–8.
14. Raikovska, H. O., Soloviov, A. V. (2019). Systema avtomatyzovanoho proektuvannia v hrafichnii pidhotovtsi. *Naukovi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii: Pedahohika. Sotsialna robota*, 2 (45), 149–153. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2019.45.149-153>
15. Raikovska, H. O. (2015). Formuvannia profesiinoi kompetentnosti maibutnykh inzhenerno-tekhnichnykh fakhivtsiv zasobamy heometrychnoho modeliuvannia. *Naukovi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Serii 5. Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy*, 52, 188–193. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/8229/Raikovska.pdf?sequence=1>
16. Salatsinska, L. A., Panasiuk, Ya. P., Skotar, V. T. (2021). Zastosuvannia tekhnolohii dystantsiinoho navchannia u protsesi vykladannia hrafichnykh dystsyplin u zakladakh vishchoi osvity. *Suchasni tekhnolohii pidhotovky maibutnykh uchyteliv trudovoho navchannia ta tekhnolohii, pedahohiv profesiinoi osvity i fakhivtsiv obrazotvorchoho ta dekoratyvnoho mystetstva*, 3, 42–47. URL: <http://93.183.203.244:80/xmlui/handle/123456789/8992>
17. Sydorova, N. V., Dotsenko, Yu. V., Viktorov, O. V. (2021). Suchasne vykladannia onlain hrafichnykh dystsyplin. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vishchii i zahalnoosvitnii shkolakh*, 74 (3), 126–129. <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2021.74-3.23>
18. Slobodianiuk, O. V., Mokin, V. B., Mokin, B. I. (2016). *Formuvannia vmin z inzhenernoi ta kompiuternoi hrafiky v umovakh dystantsiinoho navchannia: monohrafiia*. Vinnytsia: VNTU, 208. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/34/53/59-1?inline=1>
19. Taras, I. P. (2021). Formuvannia prohramnykh kompetentnosti dystsyplinoiu «Inzhenerna ta kompiuterna hrafika» v umovakh karantynu. *Monografia pokonferencyjna «Science, Research, Development #40»*, Rotterdam, 29–30 kvitnia 2021 r., 50–52. URL: http://xn--e1aajfpcds8ay4h.com.ua/files/112_1_.pdf
20. Shkitsa, L. Ie. (2019). Metodychni aspekty formuvannia dystantsiinykh kursiv dlia vyvchennia hrafichnykh dystsyplin. *Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi nauково-tekhnichnoi konferentsii «Innovatsiini tekhnolohii v osviti»*, Ivano-Frankivsk: IFNTUNH, 9–11 kvitnia 2019 r., 272–274.

21. Shkitsa, L. Ie., Taras, I. P., Bekish, I. O. (2021). Metodichni aspekty vykladannia inzhenernoi ta kompiuternoi hrafiiky v dystantsiinomu rezhymi. *Naukovi zapysky. Serii: Pedagogichni nauky*, 201, 45–48. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-201-45-48>

Iryna Taras, Vasyl Vytvytskyi

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

THE USE OF CAD SYSTEM IN THE INNOVATIVE METHOD OF TEACHING GRAPHIC DISCIPLINES

The experience of online engineering and computer graphics education at the Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas for engineering majors is considered. The problems of achieving project-oriented learning competencies in online mode are analyzed. The use of CAD systems is considered to ensure the graphic competencies provided by the “Engineering and Computer Graphics” course program in the online conditions of the organization of the educational process. As an example, “Sketching” (the IKG course topic) is considered, which is one of the most vulnerable to the achievement of graphic competencies in online learning. The result of this topic should be acquiring skills for creating a sketch from a part made of metal, gaining experience in measuring it, and determining the roughness of surfaces. This topic includes graphic works for sketching several details (cover, union nut, fitting, etc.). During off-line training in the classroom, each student is given a part made of metal, from which he determines all the parameters and attributes necessary for creating a sketch using the methods of measurement and visual inspection. The problems that arise during online training are not related to the creation of technical drawings but to the ability to obtain information from parts made of metal. The considered material gives reasons to assert that the development of CAD systems requires methodical material improvement to ensure students' acquisition of competencies related to their use. Also, the development of these systems makes it possible to use them not only as a subject of study by students but also to create methodological support for engineering graphics, which in turn expands the skills of their use by students.

Keywords: competence, engineering graphics, computer graphics, CAD system, learning process, online learning

Стаття надійшла до редакції 04.08.2023

The article was received 04 August 2023