

використання поновлювальних джерел енергії». *Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти*: зб. наук.-метод. пр. ТДАТУ. Мелітополь : ТДАТУ, 2020. Вип. 23. С. 192–197.

4. Підвищення якості знань при стимулюванні творчої активності здобувачів / Ковальов О.О., Самойчук К.О., Гулевський В.Б., Плахотник І.Г. *Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти* : збірник науково-методичних праць ТДАТУ. Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. Вип. 27. С. 178–185.

Hulevskyi V., Postol Y., Kovalov A. Dual training as an effective method of training specialists

Summary. *The article examines the experience of dual education as one of the forms of professional education. The implementation of dual education at the Faculty of Energy and Computer Technologies is disclosed.*

Keywords: *dual education, teaching methods, education, vocational training.*

УДК 004.92 +621.81

Дереза О.О., к.т.н., доцент, **І.О. Водяницький,** асистент
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

РОЛЬ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ У ПОДОЛАННІ ВИКЛИКІВ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Анотація. *Стаття присвячена особливостям використання 3D-технологій у закладах вищої освіти України. Проаналізовані проблеми й виклики підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей під час дистанційного навчання. Визначено, що значне місце та роль у системі вищої освіти набувають поєднання комп'ютерних засобів навчання з традиційними.*

Ключові слова: *комп'ютерне моделювання, просторове мислення, 3D-технології, програмне забезпечення.*

Постановка проблеми. *Перехід на дистанційний формат навчання під час пандемії, а пізніше в умовах воєнного стану виявив проблеми*

розвитку вітчизняної освіти. Забезпечення високої якості освіти в умовах дистанційного навчання є викликом для всіх закладів освіти. Найбільші труднощі виникали при опануванні точних наук. Найскладніші предмети в сучасній школі – математика та іноземна мова. Математика є одним з ключових факторів у формуванні сучасного світу, що постійно розвивається і знаходить нові застосування, особливо в сферах інженерії та технологій [1].

Такі науки, як фізика і хімія, також розуміють не всі, адже досить важко зрозуміти те, чого не можна побачити, а більшість фізичних понять є абстрактними. При дистанційному навчанні викладачі використовують різні методи, а комп'ютерне моделювання є одним із необхідних для розуміння фізичних явищ шляхом їх візуалізації.

У закладах вищої освіти ставиться задача формування певних компетентностей майбутніх інженерів, серед яких особливе місце займає здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми й задачі під час професійної діяльності із залученням методів математики та фізики. Одна з проблем дистанційного навчання – відсутність реального контакту. Оскільки здобувачі навчаються з дому, в них фактично відсутнє спілкування між собою поза парою. Через це може погіршитись розуміння матеріалу, адже зникає елемент дискусії та обміну ідеями.

Актуальним буде запропонувати різноманітність нових способів роботи з сучасним освітнім контентом. Таким способом може бути вивчення 3D-моделювання, завдяки якому спрощується розв'язання інженерних задач із сучасних методик комп'ютерного проєктування вузлів і деталей машин з усіма специфічними вимогами до конкретного проєкту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впровадженню засобів комп'ютерного моделювання приділяють увагу багато дослідників. Вивчення особливостей викладання вищої математики в закладах вищої освіти обумовлене необхідністю відповідності вимогам сучасного суспільства, роботі в умовах модернізації системи освіти та активного впровадження інноваційних цифрових технологій [1; 2].

Проведений аналіз літератури дозволяє зробити висновок про те, що вдосконалення системи викладання технічних дисциплін у закладах вищої освіти зараз потребує комплексного аналізу змін, що дозволить здійснювати процеси підвищення професійного розвитку майбутніх спеціалістів ефективніше.

Питання забезпечення освітніх потреб здобувачів освіти у формуванні у них дослідницьких компетентностей під час комп'ютерного моделювання фізичних явищ та процесів при дистанційному навчанні розглядаються у роботі В. Дронь [3]. Шамшина Н.В. вважає сутність комп'ютерного моделювання як універсальний метод наукового пізнання, аналізує можливості застосування комп'ютерного моделювання при навчанні дисциплін природничо-математичного циклу [4].

Дослідження Стельмах М., Лисюк Л. довели, що використання 3D-технологій у різних дисциплінах стають все більш поширеними, оскільки присутні в багатьох сферах, від розваг і дизайну до освіти і науки [5]. Ряд досліджень довели, що використання 3D-моделювання можуть підвищити мотивацію та зацікавленість здобувачів у навчанні, а також розвинути їхні просторові та візуальні навички.

Формулювання цілей статті. У професійній підготовці здобувачів, крім методичної, психолого-педагогічної, предметної, комп'ютерної грамотності, необхідно сформувати і їх мислення, у тому числі просторове, що полягає у здатності створення просторових образів, оперування ними до правильної орієнтації у просторі.

Використання 3D-технологій можуть покращити розуміння здобувачами складних концепцій, що особливо актуально при дистанційному навчанні, коли немає можливості відтворити в лабораторії фізичні явища й провести експеримент. Дослідження ведеться з метою визначення ролі 3D-моделювання в рамках викладання технічних дисциплін здобувачам вищої освіти інженерних спеціальностей.

Виклад основного матеріалу дослідження. Важливим елементом розумової діяльності людини є просторове мислення. Воно відповідає за орієнтацію в просторі, здатність до вирішення завдань з геометрії, можливість представлення об'єктів у тривимірному вимірюванні.

Формування просторового мислення сучасної особистості можливе засобами комп'ютерної графіки. Основною складовою графічної компетентності є графічна грамотність, яка забезпечує вміння читати та створювати різні графічні зображення (креслення, схеми, діаграми) за допомогою різних типів програмних засобів комп'ютерної графіки.

Для створення математичного представлення будь-якої поверхні об'єкта в 3 вимірах використовується 3D-моделювання. Існує безліч програм для 3D-моделювання, але при виборі відповідного програмного

забезпечення необхідно переконатися, що є присутні необхідні інструменти та розширені оновлені функції відповідно до вимог вашого проекту.

Програмні пакети та математичні системи дозволяють майбутнім інженерам виконувати математичні обчислення, будувати графіки, інтегрувати функції, розв'язувати диференціальні рівняння і багато іншого. Їх використання у процесі викладання підвищує ступінь та швидкість засвоєння здобувачами вищої освіти навчального матеріалу з вищої математики в умовах грамотного використання нових інформаційних технологій, тому їх застосування необхідне для розвитку майбутніх інженерів [2; 11; 13].

Сучасні тенденції в освіті виходять за межі традиційних університетських програм. Окрім звичайного навчання, акцент зроблений на стимулювання особистісного росту та самостійності студентів. У зв'язку з цим здобувачам рекомендується взаємодіяти з новими формами навчання, такими як онлайн-курси, які є ефективними засобами для отримання освіти та додаткового навчання.

Найбільш поширеними графічними програмними продуктами, які застосовують у закладах освіти технічного спрямування в Україні та Європі є AutoCAD та SolidWorks. В останні роки одночасно із системою AutoCAD у навчальний процес активно впроваджується Autodesk Inventor – технологія цифрових прототипів, на основі яких можна проєктувати, візуалізувати і досліджувати виріб ще до виготовлення його фізичного зразка. Використання систем типу AutoCAD, SolidWorks та Autodesk Inventor є необхідною умовою успішного навчання сучасного здобувача технічного напрямку і майбутнього фахівця у цій галузі, оскільки саме ці програмні системи є промисловим стандартом для випуску графічної частини конструкторської документації різноманітного призначення.

Досліджуючи проблеми розвитку і формування просторового мислення, неможливо обійти стороною питання застосування наочності саме у процесі вивчення точних дисциплін. Для технічного моделювання потрібні точні та складні інструменти.

3D-технології – це не просто створення тривимірних зображень. Це цілий спектр інструментів та методів, які дозволяють моделювати, візуалізувати та взаємодіяти з об'єктами у віртуальному просторі. Їхнє використання в освіті може суттєво змінити методи навчання та

покращити його якість, роблячи його більш доступним, цікавим та ефективним.

Тривимірна графіка виконує ключову роль у візуалізації складних даних і концепцій у різних наукових дисциплінах, покращуючи розуміння та передачу складної інформації. Інтегруючи 3D-моделі, анімацію та симуляцію в навчальні програми STEM, викладачі можуть покращити концептуальне розуміння, підвищити зацікавленість, сприяти глибшому розумінню наукових принципів, стимулювати критичне мислення.

3D-графіка чудово підходить для використання у точних дисциплінах. Прикладом її застосування є:

- Візуалізація геометричних фігур: 3D-моделі дозволяють здобувачам досліджувати геометричні фігури, такі як кулі, циліндри, призми та багатогранники, з різних ракурсів, побудови розгортки (рис. 1).

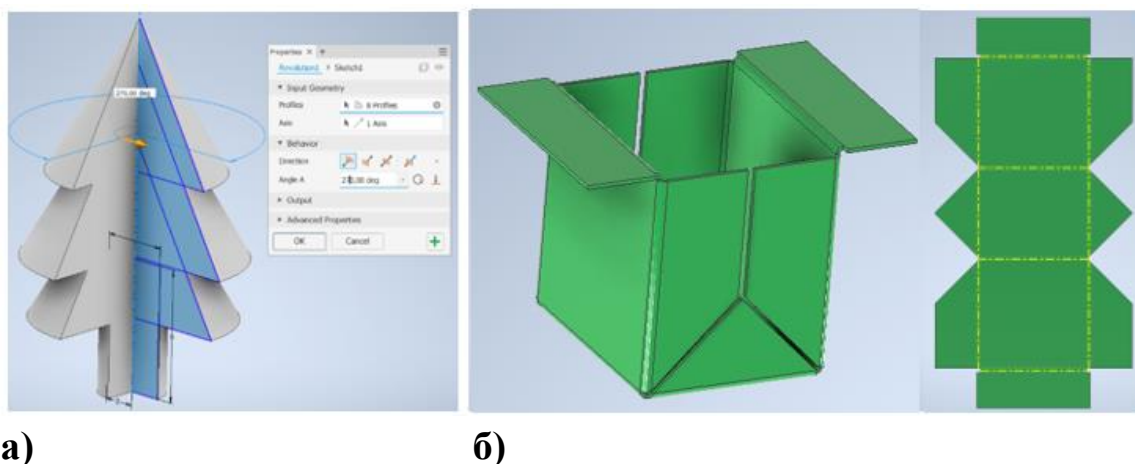


Рис. 1. Візуалізація геометричних фігур

а) побудова геометричних фігур; б) побудова розгортки

- Демонстрація математичних концепцій: анімації можуть візуалізувати динамічні процеси, такі як обертання фігур або зміна об'єму при масштабуванні, а також для наочного пояснення симетрії, конгруентності, подібності тощо.

- Вирішення математичних задач: Наприклад, 3D-модель будівлі може допомогти здобувачам розрахувати її об'єм або площу поверхні.

- Розвиток просторового мислення: 3D-моделі дозволяють здобувачам бачити об'єкти з різних ракурсів, що може допомогти їм краще уявити їх у просторі.

- Дослідження та моделювання дозволяє краще зрозуміти складні явища в техніці.

При проектуванні пружин для визначення їхніх параметрів зручним буде користування генератором пружин в Autodesk Inventor (рис. 2). Доопрацювання складових вузла й відтворення процесу анімації дає змогу спостерігати роботу пружини під навантаженням. Це полегшує зрозуміти явища деформації пружних елементів.

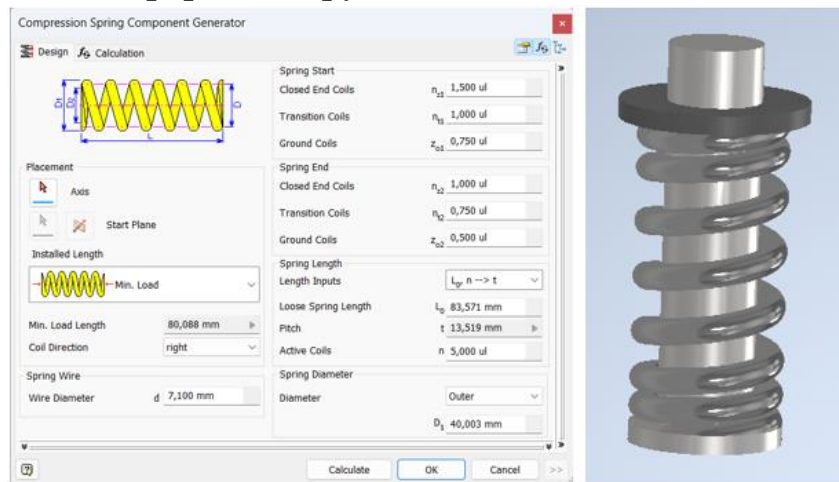
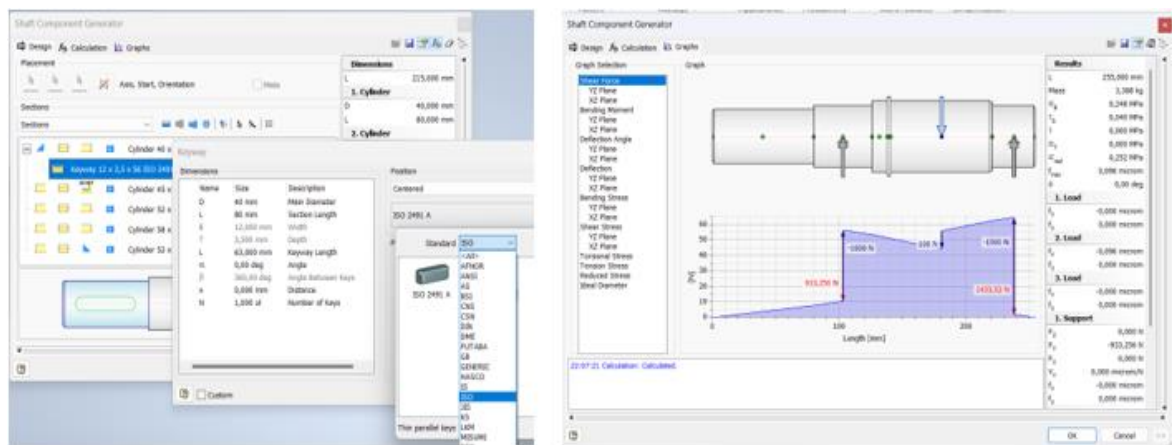


Рис. 2. Проектування вузла з пружиною стиску

Побудова й редагування будь-якої ескізної геометрії, включаючи такі дії над ними, як нанесення розмірів і накладення залежностей, виконуються в середовищі побудови ескізів.

Вал є однією з розповсюджених деталей, оскільки використовує достатньо багато параметричних зв'язків між елементами та іншими деталями, в будь-якій графічній програмі може бути створена за допомогою операції Extrude або Revolve. В Autodesk Inventor завдяки «Генератору компонентів валу», що входить до складу «Майстрів проектування» програми AI, отримаємо достатньо досконалу параметричну модель з широкими можливостями. Вал будується окремими ділянками, на яких можна створити додаткові елементи - шпонковий паз, різьбу, канавки тощо. Генератор компонентів валу надає можливість побудувати стандартні додаткові елементи на валу різних типів в залежності від вибраного стандарту. Після призначення матеріалу й прикладання навантажень на вал виконується розрахунок. Результати розрахунку в текстовому вигляді представлені на вкладках розрахунку та додатково у вигляді епюр на вкладці графіків (рис. 3). Тобто можна отримати розрахунок вала на міцність без проведення стрес-аналізу. Таким чином, створення деталі за допомогою Генератора компонентів валу в Autodesk Inventor дозволяє автоматизувати процес проектування валів, забезпечуючи високу точність і відповідність стандартам [6].



а) б)
Рис. 3. Параметрична модель вала
а) побудова вала; б) розрахунок вала

Велику роль при підготовці інженерних кадрів відіграє курсове проектування з деталей машин, яке надає можливість, шляхом рішення конкретних технічних завдань, розвивати навички самостійної роботи. Викладачам дисципліни Інженерна механіка (деталі машин) добре відомі труднощі, з якими зустрічаються здобувачі при виконанні складних розрахунків механічних передач. Особливістю виконання курсового проекту є необхідність виконання графічної частини, без якої неможливо провести всі необхідні розрахунки.

Креслення можуть виконуватися в системах автоматизованого проектування, таких як AutoCAD, SolidWorks або Inventor. Але тільки в Autodesk Inventor є можливість виконати розрахунок на міцність і отримати звіт за цим розрахунком з генерацією 3D моделі передачі. Після побудови додаткових елементів зубчастих коліс і завантаження моделі до файлу кресленника, отримаємо робочий кресленик деталі.

До складу графічних програмних продуктів AutoCAD, SolidWorks та Autodesk Inventor входять модулі управління інженерними даними та структурою виробів, управління електронним архівом, маршрутизації документів, створення різних звітів, інтеграції. Такі програмні продукти мають різні функціональні можливості, але схожі інструменти для роботи.

На сьогодні існує багато програмних засобів, які використовуються для створення 3D-моделей, проте кожен із них відрізняється тим, що використовується в різних прикладних напрямках та має різні функціональні можливості. 3D моделювання набагато ефективніше традиційних креслень і двомірних зображень проєктованих виробів,

оскільки дозволяє в деталях оцінити характеристики об'єкта на початкових етапах роботи. Створити зубчасті колеса можна безпосередньо в 3ds-max [7; 8; 11]. Але це також робиться «вручну», тобто поетапно будуються окремі поверхні. Цей спосіб не найкращий – він складний і неточний.

Проектування механічних передач в Autodesk Inventor проводиться за допомогою відповідних «Майстрів проектування», наприклад Spur Gears Component Generator - генератор проектування циліндричної зубчастої передачі. Генератор розраховує виробництво, перевіряє розміри та сили навантаження, а також виконує перевірку міцності відповідно до стандартів Bach, Merrit, ISO, DIN, ANSI тощо. При першому знайомстві з механічними передачами виникають певні складнощі з уявленням їх конструкцій, тому буде доцільним отримання зображення моделей саме за допомогою відповідних генераторів. Після побудови всіх додаткових елементів зубчастих коліс отримаємо модель циліндричної зубчастої передачі (рис. 4).

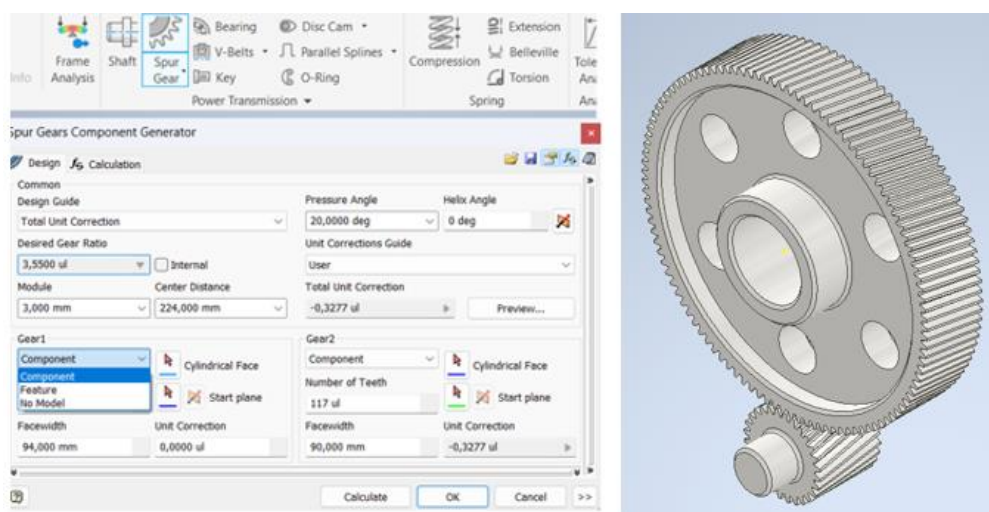


Рис. 4. Проектування циліндричної зубчастої передачі

В умовах воєнного стану у здобувачів не завжди є можливість відвідувати заняття в ZOOM через повітряні тривоги, відключення електроенергії, відсутність інтернету та мобільного зв'язку внаслідок обстрілів [9]. Дистанційна форма навчання дозволяє надає можливість займатися освітою в будь-якому місці, де є комп'ютер; дозволяє здобувачу виконувати завдання в зручний для нього час, в тому темпі, який він для себе обрав в межах встановлених термінів проведення навчання; сприяє поглибленню навчання завдяки застосуванню

мультимедійних ефектів; відкриває доступ до більшого обсягу матеріалу через бібліотеки мережі [10].

Використання 3D-моделей вимагає відповідних знань і навичок. Також є певні вимоги до потужності пристроїв користувачів, деталізовані 3D-моделі довго завантажуються на сайт. Тому доцільно користуватися Autodesk Inventor, програмне забезпечення якого дозволяє пряме читання та запис файлів DWG без трансляторів. Розширені інструменти публікації дозволяють створювати інтерактивну технічну документацію та ділитися проєктами в хмарі. 3D- або BIM-моделі виробів вбудовуються на web-сайт за допомогою хмарних технологій Autodesk. Здобувачі перейшовши за відповідним посиланням зможуть переглядати ці 3D-моделі, покрутити та зробити перерізи, розібрати та зібрати, зробити виміри навіть не маючи відповідного програмного забезпечення.

Систематична робота щодо впровадження новітніх ІТ-технологій дистанційного навчання – перегляд, обмін 2D та 3D форматів файлів безпосередньо у браузері сприяє підвищенню ефективності навчання, взаємодії з сучасними виробничими процесами та підготовці конкурентоспроможних фахівців у сфері інженерії.

Тривимірна графіка виконує ключову роль у візуалізації складних даних і концепцій у різних наукових дисциплінах, покращуючи розуміння та передачу складної інформації. Окрім безлічі переваг варто пам'ятати про виклики:

- **Вартість.** Програмне забезпечення та обладнання для 3D-графіки може бути дорогим, що може обмежити його доступність для деяких навчальних закладів.
- **Навчання.** Викладачам може знадобитися додаткова підготовка для того, щоб використовувати 3D-графіку в своїх навчальних курсах.
- **Час.** Створення 3D-моделей та анімацій може бути трудомістким, що може обмежити їх використання в деяких випадках.

Традиційні заняття з наступним їх обговоренням з викладачем через Інтернет не завжди дає гарний результат. Раціональне поєднання комп'ютерних засобів навчання з традиційними значно підвищує розвиток просторового мислення, забезпечує раціональні можливості та підходи у процесі організації освітньої діяльності майбутніх фахівців, значно підвищує рівень графічних компетентностей та розкриває їх творчий потенціал.

Висновки. Впровадження 3D-моделювання для вивчення технічних дисциплін в закладах освіти – це можливості для

цілеспрямованого формування не тільки практичних, але й інтелектуальних умінь, життєвих компетенцій для досягнення навчально-виховних цілей шляхом формування просторового мислення. Моделювання фізичних процесів і явищ дає можливість більш глибоко зрозуміти основи досліджуваних явищ шляхом візуалізації процесів, швидкий розвиток комп'ютерної техніки та інформаційних технологій створює сприятливі умови для появи нових комп'ютерних експериментів і їх демонстрації.

Література

1. Дяденчук А.Ф., Халанчук Л.В. Візуалізація задач диференціального числення при підготовці студентів інженерних спеціальностей. *Класичні та прикладні математичні проблеми у наукових дослідженнях здобувачів вищої освіти і молодих вчених: історичний та сучасний аспекти*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих вчених (м. Харків, 9-10 квітня 2020 р.). Харків: ХНАДУ, 2020. С. 114–117.

2. Дьоміна Н. Сучасні форми та технології викладання вищої математики майбутнім інженерам. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конфер. Переяслав, 2023. Вип. 100. С. 133–136.

3. Дронь В. Формування дослідницьких компетентностей у здобувачів освіти під час комп'ютерного моделювання фізичних явищ та процесів при дистанційному навчанні. *Фізико-математична освіта*. 2022. Т. 35. № 3. С. 19–25.

4. Шамшина Н.В. Переваги застосування комп'ютерного моделювання в навчальному процесі. «НПК – 2018»: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Суми: СДПУ, 2018. С. 70–71.

5. Стельмах М.С., Лисюк Л.П. Дослідження використання 3D-технологій у різних дисциплінах. *Theoretical and Practical Aspects of Modern Research: XXVI International scientific and practical conference*, june 5-7 2024. Ottawa: International Scientific Unity, 2024. С. 206–211.

6. Дереза О.О., Вершков О.О., Тетервак І.Р. Функціональне проектування в середовищі Autodesk Inventor: навчальний посібник. Запоріжжя, 2024. 204 с.

7. Дереза О.О., Дереза С.В. Моделювання механічних передач. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного*

університету імені Дмитра Моторного. Мелітополь : ТДАТУ, 2020. Вип. 10. Т. 1. DOI: 10.31388/ 2220-8674-2020-1-28.

8. Холодняк Ю.В. Комп'ютерне проєктування промислових виробів: навчально-методичний посібник з виконання практичних робіт. Мелітополь : ТДАТУ, 2020. 152 с.

9. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Дистанційна освіта в умовах воєнного стану. *Удосконалення освітньо-виховного процесу в вищому навчальному закладі: збірник науково-методичних праць / Таврійський державний агротехнологічний університет*. 2024. Вип. 27. С. 54–61.

10. Дереза О.О., Дереза С.В. Аналіз процесу впровадження дистанційної форми навчання у закладі вищої освіти. *Удосконалення освітньо-виховного процесу в вищому навчальному закладі: збірник науково-методичних праць / Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*. 2021. Вип. 24. С. 454–461.

11. Ворощук В.Я., Вітенько Т.М. Solidworks у завданнях 3D моделювання та інжинірингу технічних систем : навч. посібник. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2021. 164 с.

12. Донченко М.В. Технології комп'ютерного проєктування : навч. посіб. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. 364 с.

13. Troyanchuk B., Fedik, L. The use of CAD systems in the design of automation systems. *Computer-integrated technologies: education, science, production*. 2021. 45. P. 39–43.

Dereza O., Vodyanitskyi I. The role of 3D modeling in overcoming the challenges of distance learning

Summary. *The article is devoted to the features of the use of 3D technologies in higher education institutions of Ukraine. The problems and challenges of training future specialists in technical specialties during distance learning are analyzed. It is determined that a significant place and role in the higher education system is acquired by the combination of computer-based learning tools with traditional ones.*

Keywords: *computer modeling, spatial thinking, 3D technologies, software.*