

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-357-2>

УДК 378.147:004.9:744.4(477)

АФТАНАЗІВ ІВАН

Національний університет «Львівська політехніка» м. Львів, Україна

<http://orcid.org/0000-0003-3484-7966>

e-mail: ivan.aftanaziv@gmail.com

КОМАРОВ СЕРГІЙ

Національний університет «Львівська політехніка» м. Львів, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-1247-1662>

e-mail: serhii.m.komarov@lpnu.ua

СТРОГАН ОРИСЯ

Національний університет «Львівська політехніка» м. Львів, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-1790-6736>

e-mail: orysia.i.strohan@lpnu.ua

СВІДРАК ІНГА

Національний університет «Львівська політехніка» м. Львів, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-1811-2011>

e-mail: inha.h.svidrak@lpnu.ua

ЗАЛУЧЕННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДО ПОГЛИБЛЕНОГО ЗАСВОЄННЯ СТУДЕНТАМИ ДИСЦИПЛІНИ «НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»

Проведено аналіз ефективності використання обчислювальної техніки у навчальному процесі під час вивчення графічних дисциплін студентами денної форми навчання. Експериментальне соціологічне дослідження базується на результатах вивчення дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» студентами спеціальності 237 «Транспортні технології» Інституту механічної інженерії та транспорту Національного університету «Львівська політехніка» у весняному семестрі 2024–2025 навчального року. Відповідно до освітньо-професійної програми на вивчення цієї дисципліни передбачено 5 кредитів ЄКТС, що становить загалом 150 годин, з яких 60 годин — аудиторні заняття, решта — самостійна робота студентів.

Із метою врахування соціологічних чинників кінцеві результати успішності студентів розподілено на декілька груп залежно від статевих ознак студентів, а також від обраної форми виконання іспитових завдань — із повним або частковим використанням обчислювальної техніки.

Результати дослідження свідчать про те, що використання обчислювальної техніки у процесі вивчення дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» позитивно впливає на загальний рівень академічної успішності студентів, а також на якість засвоєння навчального матеріалу. Особливої уваги заслуговують показники тієї групи студентів, яка виконувала іспитові завдання із повним (100%) застосуванням обчислювальної техніки. Їх показники якості успішності на 20–25% перевищують ці параметри порівняно з іншими студентами.

Ключові слова: навчальний процес, нарисна геометрія, комп'ютер, графіка, студент, успішність.

AFTANAZIV IVAN

KOMAROV SERHII

STROHAN ORYSIA

SVIDRAK INHA

Lviv Polytechnic National University

INTEGRATION OF COMPUTER TECHNOLOGY INTO THE ADVANCED MASTERY OF THE DISCIPLINE "DESCRIPTIVE GEOMETRY AND ENGINEERING GRAPHICS" BY UNIVERSITY STUDENTS

This paper presents an analytical study on the effectiveness of integrating computer technology into the educational process during the instruction of graphic disciplines for full-time university students. The experimental sociological research was conducted based on the outcomes of mastering the discipline descriptive geometry and engineering graphics by students enrolled in the 237 "transport technologies" specialty at the institute of mechanical engineering and transport, Lviv polytechnic national university, during the spring semester of the 2024–2025 academic year. According to the curriculum of the corresponding educational and professional program, the discipline is allocated 5 ects credits, amounting to a total workload of 150 hours, of which 60 hours are designated for in-class instruction, with the remaining time allocated for students' independent study. To incorporate sociological variables into the analysis, the students' academic performance outcomes were disaggregated by gender and by the mode of completing examination tasks — with either full or partial use of computer technology. The results of the study reveal that the application of computer technology in the learning process significantly enhances students' academic achievements and contributes to a deeper comprehension of the course content. Of particular note are the performance indicators of the cohort that employed computer technology to the fullest extent (100%) in completing examination assignments. Their academic quality indicators exceeded those of their peers by 20–25%, underscoring the pedagogical efficacy of integrating computational tools into the study of descriptive geometry and engineering graphics.

Keywords: educational process, descriptive geometry, computer, graphics, student, academic performance.

Стаття надійшла до редакції / Received 11.08.2025

Прийнята до друку / Accepted 06.09.2025

Вступ

Пандемію та воєнний стан в Україні можна трактувати як чинники, що спонукали запровадження дистанційного навчання як єдиного можливого засобу його провадження. Визначальна роль у цьому — вдосконалення методик провадження віддаленого навчання засобами комп'ютерної

техніки. Як наслідок - максимально пришвидшене у часі створення викладачами та методистами кафедр відеороликів та відеофільмів практично по усіх темах лекційних занять із точних та природничих дисциплін, а також супроводжуючих їх лабораторних та практичних занять.

Чи не саме це постало основною причиною видозміни лекційного курсу дисципліни «Нарисна геометрія» до вже широко розповсюдженого фактично у всіх технічних закладів вищої освіти курсу «Нарисна геометрія і інженерна графіка». У цій новозапровадженій і видозміненій дисципліні для механічних напрямів підготовки комп'ютерна графіка фактично повністю замінила доволі консервативний підхід до навчання і самостійного виконання студентами їх графічних робіт у так званому режимі «ручного викреслювання».

Виявилося, що добре адаптованій до різноманітних гаджетів сучасній молоді значно простіше викреслювати нескладні графічні побудови початкового курсу машинобудівного креслення на екранах комп'ютерів, ніж на традиційних креслярських форматах. Особливо, якщо прийняти до уваги, що у сучасних навчальних програмах шкіл та коледжів і ліцеїв «Креслення» як окрема дисципліна відсутнє. Воно поодиноким залишилось хіба що в окремих закладах середньої освіти у вигляді факультативу. У конструкторських бюро машинобудівних підприємств вже ніде немає традиційних колись кульманів. Усі креслення тут виконують виключно за допомогою обчислювальної техніки. То ж який сенс студіювати виконання студентами їх навчальних графічних робіт у методиці ручного викреслювання вже «патріархальним» креслярським інструментом із застарілими циркулями та транспортирами, якщо уже навіть на початках майбутньої професійної діяльності їх переучуватимуть до виконання проектних робіт виключно із використанням сучасної обчислювальної техніки!

Огляд літературних джерел

Визнаючи незаперечні переваги надання студентам знань та вмінь застосуванням обчислювальної техніки до здійснення ними графічних побудов [1,2,3], все ж частина досвідчених педагогів та методистів [4,5,6] схилиються до так званого поетапного почергового переходу провадження навчального процесу, а головне, до виконання графічних побудов студентами за схемою:

- розвиток у студентів просторової уяви завдяки теоретичному лекційному курсу [7,8];
- надання студентам на практичних заняттях навичок здійснення нескладних графічних побудов в режимі «ручного виконання» із застосуванням традиційних креслярських інструментів [9,10];
- надання студентам на лабораторних заняттях навичок та вмінь застосування обчислювальної техніки із програмними продуктами графічного відображення для виконання наближених до напряму підготовки креслень та графічних робіт із використанням 3D-моделювання [11,12].

Незважаючи на певні розбіжності серед науковців-дослідників у трактуванні ними методологічних аспектів побудови навчального процесу, які переважно стосуються доцільності у ньому етапів «ручного» виконання графічних побудов [3,4,6], все ж усі вони однакові в переконанні, що без засвоєння сучасними студентами вмінь та навичок здійснення графічних побудов засобами обчислювальної техніки не обійтись [1,2,5]. Особливою мірою це стосується групи так званих «графічних дисциплін», найяскравішим прикладом якої є «Нарисна геометрія і інженерна графіка» [7,8,9].

Звичайно запровадженню обчислювальної техніки до вивчення студентами графічних дисциплін повинна передувати клопітка робота персоналу кафедр по створенню не тільки належного методологічного забезпечення, а і легкодоступних для самостійної роботи студентів джерел інтернет-мережі [2,12]. Як один із варіантів дослідники пропонують використання так званих «хмарних технологій» [2,7,11] із різноманітним наповненням «хмарних» сховищ довідниковими даними, прикладами і завданнями на виконання графічних робіт тощо. Доволі ефективно себе зарекомендувало і формування в YouTube навчальних відеороликів, що спрямовані на поетапне вивчення та набуття практичних навичок студентами в користуванні тим чи іншим програмним продуктом для здійснення графічних побудов [12].

Після надання закладам вищої освіти України самостійності у самоврядуванні та виборі і формуванні напрямів підготовки, вони були приречені на самостійне формування випусковими кафедрами навчальних планів підготовки студентів. На жаль, подекуди це привело до мінімально допустимого скорочення кількості годин на провадження дисциплін так званого блоку «базової підготовки». Як невтішний результат – зведення тривалості провадження дисциплін базової підготовки переважно до одного семестру.

Так трапилось і у Національному університеті «Львівська політехніка», де замість річного, а подекуди і півторарічного курсу графічних дисциплін, їх вивчення звелось до одного-єдиного семестру! І у цей семестр «напхано» і нарисну геометрію, і машинобудівне чи будівельне креслення, і інженерну графіку. І тут уже не до збереження поетапності та послідовності у вивченні графічних дисциплін. Головна задача тут зводиться до надання студентам бодай якихось навичок грамотного графічного відображення тих чи інших об'єктів простору.

Хочеш чи ні, та через відчутний брак часу в такому навчальному процесі доведеться чимось нехтувати. І переважно ця вимушена втрата припадає саме на виконання студентами практичних графічних робіт у так званому «ручному викреслюванні». Схожі тенденції притаманні багатьом ЗВО України. Як до речі, і деяким вищим навчальним закладам за її межами. Тому і постала нагальна

необхідність максимально вдосконалити і методично забезпечити навчальний процес вивчення дисциплін графічного відображення об'єктів простору засобами обчислювальної техніки.

Мета і задачі дослідження

Метою даного методологічного дослідження є відображення та аналіз результатів експериментального запровадження засобів обчислювальної техніки до засвоєння студентами механічних напрямів підготовки розділів дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка».

Задачі дослідження:

- аналіз спроможності застосування обчислювальної техніки до аудіо- та відео відображення окремих тем та розділів нарисної геометрії та інженерної графіки як окремих складових їх спільного курсу в лекційних, лабораторних та практичних заняттях;
- розробка циклу лабораторних робіт із окремих розділів нарисної геометрії та інженерної графіки з їх виконанням засобами обчислювальної техніки;
- розробка тестових завдань контролю якості засвоєння студентами теоретичного матеріалу лекційного курсу та навичок виконання графічних побудов із застосуванням обчислювальної техніки;
- розробка методологічного забезпечення самостійної навчальної підготовки студентів денної та заочної форм навчання та засобів контролю їх якості;
- розробка завдань іспитового контролю якості підготовки студентів із дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» засобами обчислювальної техніки;
- підсумковий аналіз спроможності, ефективності та доцільності застосування обчислювальної техніки для провадження навчального процесу студентів механічних напрямів підготовки з дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка».

Основні результати дослідження

Експериментальне дослідження ефективності застосування обчислювальної техніки для вивчення студентами основ дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» проводилось в Національному університеті «Львівська політехніка» для студентів галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 275 «Транспортні технології», що навчаються на освітній програмі «Транспортні технології» (на автомобільному та залізничному транспорті) Інституту механічної інженерії та транспорту (ІМІТ). Даний напрям підготовки студентів було обрано із наступних міркувань:

- у 2024-2025 навчальному році саме цей напрям підготовки виявився найчисельнішим серед інших напрямів підготовки в ІМІТ. На час експерименту тут навчалось 168 студентів денної форми навчання, зведених у 5 академічних груп;
- навчальну дисципліну «Нарисна геометрія та інженерна графіка» студенти спеціальності 275 «Транспортні технології» вивчають на першому курсі у другому (весняному) семестрі. Тобто вони вже набули певного досвіду здачі іспитової сесії у першому (осінньому) семестрі і певною мірою адаптовані до специфіки навчання у закладі вищої освіти;
- навчальний план підготовки цих студентів з даної дисципліни передбачає 30 годин аудиторного лекційного курсу з розділу нарисної геометрії та 30 годин лабораторних занять із використанням обчислювальної техніки для рішення задач та завдань із нарисної геометрії та графічних побудов із циклу інженерної графіки. У загальному з врахуванням годин самостійної роботи студентів сумарно на засвоєння вмінь та знань з даної дисципліни відведено 5 кредитів, що є цілком достатнім для якісного її засвоєння.

Лекційні заняття з даної дисципліни час від часу, залежно від наявності розроблених викладачами демонстраційних матеріалів, перемежовувалися демонстрацією відеороликів по тих чи інших розділах нарисної геометрії. Лабораторні роботи проводились у програмному середовищі AutoCAD виключно із використанням обчислювальної техніки. Із мінімально допустимої до іспиту кількості лабораторних робіт, рівної 6-8 роботам, дві були пов'язані із рішенням задач з нарисної геометрії, шість – із набуттям навичок та вмінь викреслювання типових зображень та деталей інженерної графіки.

Із загальної 100-бальної максимально можливої підсумкової оцінки засвоєння студентами даної дисципліни 45 балів було відведено на оцінку своєчасності виконання та захисту лабораторних робіт, решту 55 балів було віднесено на іспитову оцінку знань теоретичного курсу та продемонстрованих на іспиті вмінь графічного відображення об'єктів машинобудування.

При здачі іспиту, зберігаючи принципи демократичності та студентоцентричності у ставленні до студентів, їм було надано можливість добровільного вибору форми здачі іспиту - або із використанням виключно обчислювальної техніки, або ж у загально прийнятій в минулому формі, що передбачає викреслювання креслярськими інструментами у ручному режимі умов та рішень іспитових завдань на стандартному форматі креслярського паперу А3. Допускалась і можливість комбінованого оформлення відповідей на іспитові питання, тобто частина питань іспитового білета могла бути виконана і оформлена із застосуванням обчислювальної техніки, а інші - у ручному режимі виконання. Звичайно, як бонус за засвоєння студентами комп'ютерної техніки та графіки, виконані та оформлені із використанням обчислювальної техніки завдання оцінювались вищими на 10-15% балами.

Тривалість іспиту становила стандартну академічну пару (90 хвилин). До іспитового білету було включено 4 питання та дві задачі з теоретичного курсу нарисної геометрії, а також завдання по темі проєкційного креслення на побудову трьох проєкцій та простановку розмірів складного геометричного тіла із наскрізним призматичним отвором. При виконанні останньої роботи на комп'ютері студенти спочатку створювали 3D-модель геометричного тіла, а потім формували проєкційні вигляди засобами AutoCAD.

Перша група завдань з теоретичного курсу нарисної геометрії була сформована у вигляді тестових питань із запропонованими на вибір варіантами відповідей. Ці питання стосувалися розділів «Методи проєктування» та «Відображення на епюрі Монжа проєкцій ліній загального і особливого розташування». Перша із задач була зорієнтована на відображення методів задання площин та побудов в них приналежних їм ліній і точок. Друга задача була сформована на складових лабораторної роботи «Аналіз прямої», яку студенти виконували впродовж семестру. Ця задача в основному формувалась на вмінні студентів вирішувати метричні завдання по визначенню довжин відрізків та кутів нахилу прямих ліній до площин проєкцій, а також пошуку слідів прямих ліній та визначення октантів простору, які пронизує задана пряма лінія.

Результати здачі студентами напряму підготовки «Транспортні технології» іспиту із дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» у весняному семестрі 2024-2025 навчального року відображено на рис. 1-4 у вигляді кругових та стовпчикової діаграм. На *рис. 1* відображена загальна чисельність студентів, допущених до здачі іспиту з дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» у статевому поділі.



Рис. 1. Гендерний поділ контингенту студентів Інституту механічної інженерії та транспорту (ІМІТ) Національного університету «Львівська політехніка» набору 2024 року на спеціальності 275 «Транспортні технології». Джерело: розроблено авторами.

Закономірно, що, як це типово і для інших напрямів підготовки, на механічні спеціальності чисельність осіб чоловічої статі тут дещо, а саме на 24%, переважає кількість осіб жіночої статі, проте не на стільки відчутно, як на інших напрямках підготовки цього інституту. Як і для більшості напрямів підготовки технічного спрямування, на механічних спеціальностях спостерігається переважання осіб чоловічої статі, чисельність яких перевищує кількість студенток на 24%. Проте ця різниця є менш вираженою порівняно з іншими напрямками підготовки в межах цього інституту.

На *рис. 2* відображені результати добровільного вибору студентами форми здачі іспиту із дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» залежно від статевої приналежності студентів.

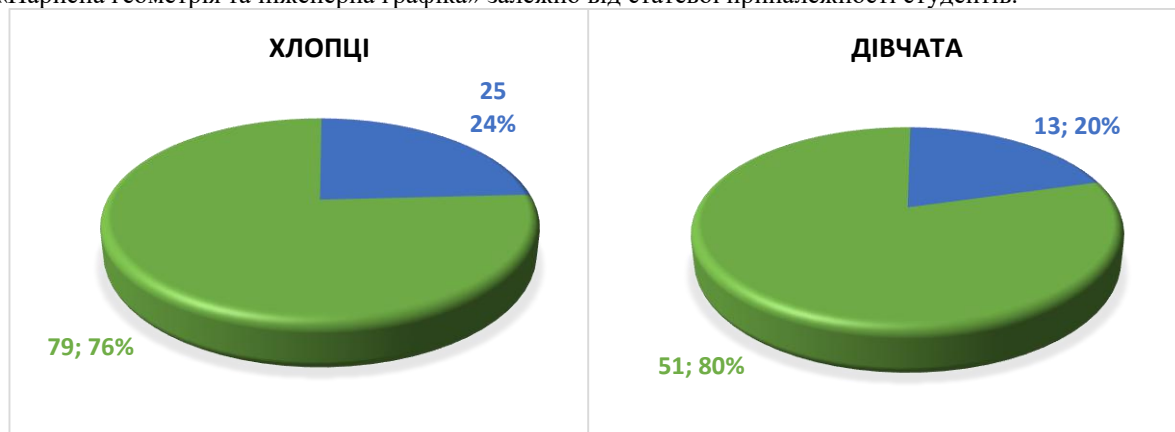


Рис. 2. Результати добровільного вибору студентами форми здачі іспиту залежно від їх статевої приналежності. Зелений колір – з повним або частковим використанням обчислювальної техніки; синій колір – повністю ручне викреслювання

Що тут варто бути відзначеним, так це те, що кількість студентів, що обрали виконання іспитових завдань із використанням обчислювальної техніки, чоловічої статі, на 4% переважає у цьому виборі жіночо-дівочий контингент. Не виключено, що це обумовлено більш притаманною жіноцтву консервативністю мислення. Адже чоловікам, у переважаючій більшості, вищою мірою притаманна зацікавленість як до техніки загалом, так і до комп'ютерів зокрема. Хоч відсоток осіб жіночої статі, що обрали змішану форму надання відповідей на іспитові питання із частковим використанням обчислювальної техніки тут відчутно (на 60%) переважає кількість студентів, схильних до повністю «ручного» оформлення відповідей. Тобто тут відчувається певна їх зацікавленість та, очевидно, стримує надумана небезпека ризиків.

На рис. 3,а,б,в відображені результати успішності студентів спеціальності 275 «Транспортні технології» при вивченні ними дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» із застосуванням у навчальному циклі та при проведенні атестації обчислювальної техніки.



Рис. 3. Успішність студентів спеціальності 275 «Транспортні технології», продемонстрована ними при здачі іспиту з дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка»
Джерело: розроблено авторами.

Враховуючи, що «усе пізнається у порівнянні», було проведено порівняльний аналіз опосередкованої успішності студентів напряму підготовки «Транспортні технології» з дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка», продемонстровану у цьому 2024-2025 навчальному році, із успішністю їх попередників, котрі вивчали цю дисципліну впродовж двох попередніх навчальних років. Було встановлено, що запровадження обчислювальної техніки до вивчення студентами дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» відчутно не вплинуло на зміни показника середньої успішності. Так у 2022-2023 навчальному році цей показник становив 3,8 бали, у 2023-2024 році - 3,9 бали, а у поточному 2024-2025 навчальному році, при запровадженні тут до навчального процесу обчислювальної техніки, несуттєво змінився до 3,95 бали. Усі ці значення показника середньої успішності та їх зміни знаходяться у межах так званої «статистичної похибки» і є несуттєвими.

Проте запровадження до вивчення дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» впродовж усього семестру обчислювальної техніки із сучасним програмним продуктом AutoCAD має відчутну перевагу як з позиції подальшого використання сучасного обладнання для виконання та оформлення студентами їх подальших лабораторних, курсових та дипломних робіт, а ще відчутнішу перевагу - на початках їх майбутньої професійної діяльності. Тут слід із переконанням стверджувати - поряд із набуттям початкових знань із розділів дисципліни «Нарисна геометрія» кращі студенти вперше набули неоціненних вмінь у засвоєнні «Інженерної графіки»!

Доволі показовою із цих тверджень є відображена на рис.4,а,б, інформація.

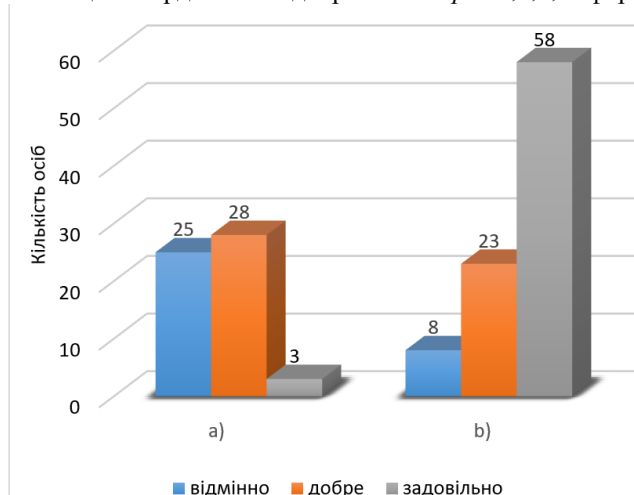


Рис. 4,а,б Успішність студентів залежно від вибору ними форми здачі іспиту
а) з використанням комп'ютерної техніки; б) комбінована форма

Тут наглядно висвітлено, що успішність студентів, котрі освоїли і успішно використовують обчислювальну техніку для графічних побудов майже вдвічі перевищує успішність студентів, що здавали іспит, здійснюючи задані їм графічні побудови у ручному режимі. Приблизно у 1,5 рази їх успішність вища і за успішність студентів, котрі обчислювальну техніку використовували лише частково. Звичайно, переважно це когорта кращих студентів і цілком очевидно, що здаючи іспит із цієї дисципліни у традиційному ручному режимі, викреслюючи на креслярському форматі свої рішення завдань, вони мали б такі ж високі оцінки. Та їх високі оцінки переконливо доводять, що вивчення основ такої важливої для механічних напрямів підготовки дисципліни, як «Нарисна геометрія», можна успішно поєднати із не менш важливим для майбутніх інженерів набуттям та засвоєнням навичок графічних побудов та рішення задач засобами обчислювальної техніки.

Підсумкові результати успішності студентів галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 275 «Транспортні технології», що навчалися на освітній програмі «Транспортні технології» (на автомобільному та залізничному транспорті) Інституту механічної інженерії та транспорту в Національному університеті «Львівська політехніка» у 2024-2025 навчальному році, при вивченні ними навчальної дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» відображено у таблиці.

Таблиця 1

Зведена таблиця успішності з дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» студентів напрямку підготовки ТТ «Транспортні технології» у 2024-2025 навчальному році

№ з/п	Академічна група	Кількість студентів, допущених до іспиту (осіб/відсоток)	Успішність студентів за підсумками вивчення ними дисципліни «Нарисна геометрія і інженерна графіка» (оцінка/відсоток)			
			«5» відмінно	«4» добре	«3» задовільно	«2» незадовільно
1	ТТ-11	30/7(100/23,4%)	7(23,3%)	6(20%)	10(33,4%)	7(23,3%)
2	ТТ-12	29/3(100/10,4%)	5(17,2%)	11(37,9%)	10(34,5%)	3(10,4%)
3	ТТ-13	30/7(100/23,4%)	3(10%)	7(23,3%)	13(43,3%)	7(23,4%)
4	ТТ-14	28/7(100/10,7%)	4(14,3%)	12(42,8%)	9(32,1%)	3(10,7%)
5	ТТ-15	29/2(100/6,7%)	5(17,2%)	9(31%)	13(44,8%)	2(6,7%)
6	УЗ-11	22/7(100/31,8%)	6(27,3%)	6(27,3%)	3(13,6%)	7(31,8%)
Зведені результати успішності						
		168	30	51	58	29
Для студентів жіночої статі						
1	ТТ-11	11/1(100/9,1%)	3(23,3%)	3(23,3%)	4(36,4%)	1(9,1%)
2	ТТ-12	16/1(100/6%)	2(12,5%)	9(56,25%)	4(25%)	1(6,25%)
3	ТТ-13	10/0(100/0%)	2(20%)	4(40%)	4(40%)	0
4	ТТ-14	12/1(100/8,3%)	2(16,7%)	6(50%)	3(25%)	1(8,3%)
5	ТТ-15	6/0(100/0%)	-	3(50%)	3(50%)	-
6	УЗ-11	9/1(100/11,1%)	4(44,4%)	2(22,2%)	2(22,2%)	1(11,1%)
Зведені результати успішності						
		64	13	27	20	4
Для студентів чоловічої статі						
1	ТТ-11	19/6(100/31,6%)	4(21%)	3(15,8%)	6(31,6%)	6(31,6%)
2	ТТ-12	13/2(100/15,4%)	3(23%)	2(15,4%)	6(46,1%)	2(15,4%)
3	ТТ-13	20/7(100/35%)	1(5%)	3(15%)	9(45%)	7(35%)
4	ТТ-14	16/2(100/12,5%)	2(12,5%)	6(37,5%)	6(37,5%)	2(12,5%)
5	ТТ-15	23/2(100/8,7%)	5(21,7%)	6(26,1%)	10(43,5%)	2(8,7%)
6	УЗ-11	13/6(100/46,2%)	2(15,4%)	4(30,8%)	1(7,7%)	6(46,2%)
Зведені результати успішності						
		104	17	24	38	25

Таким чином результати даного експериментального дослідження, спрямованого на вивчення спроможності ефективного залучення сучасних графічних програмних продуктів та обчислювальної техніки до вивчення студентами основ «Нарисної геометрії та інженерної графіки» можна вважати такими, що набули переконливу практичну перевірку, до того ж із відчутними позитивними результатами.

Обговорення результатів дослідження

Результати експериментального дослідження доцільності залучення до вивчення студентами технічних напрямів підготовки основ дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» обчислювальної техніки, що оснащена програмними продуктами графічних побудов, засвідчили два вагомні, на наш погляд, аспекти, а саме:

- за наявності достатньої кількості академічних годин на проведення лабораторних занять з цієї дисципліни успішність студентів не знижується;
- надзвичайно вагомим позитивним аспектом запровадження обчислювальної техніки до засвоєння студентами цієї навчальної дисципліни є надання їм вмінь та навичок у здійсненні графічних побудов сучасними засобами та програмними продуктами обчислювальної техніки.

Перефразовуючи цю тезу можна стверджувати -- вдумливо сплановане та якісно підготовлене організаційно-методичне забезпечення навчального процесу з вивчення дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» із залученням обчислювальної техніки здатне, не знижуючи рівня засвоєння базових положень нарисної геометрії, забезпечити набуття студентами важливих знань, умінь і навичок графічного моделювання за допомогою сучасних обчислювальних засобів. Такий досвід є надзвичайно цінним як для подальшого навчання, так і для початку професійної діяльності.

І чи не вперше в своєму навчальному процесі уже на першому курсі студенти мають можливість не тільки ознайомитися із сучасним графічним програмним продуктом AutoCAD, а і набути навичок його ефективного застосування. У подальшому навчальному процесі ці набуті ними навички та вміння незаперечно будуть повсюдно застосовуватися.

Наприклад, на магістерському рівні підготовки при вивченні основ програмування. Адже застосування математичних програмних продуктів надзвичайно ефективно у поєднанні із програмними продуктами графічних відображень. Їх комбінація не лише надає інструментарій для відображення об'єктів простору, а і для рішення складних позиційних та метричних задач. Адже будь-який із використовуваних у навчальному процесі об'єктів простору, наприклад, точки, лінії, площини та поверхні можна описати певними математичними залежностями. Їх спільними рішеннями зовсім не складно не тільки, наприклад, розшукати і описати точку чи лінії взаємних перетинів, а і тут же відобразити їх за допомогою графічних програмних продуктів на екранах комп'ютерів.

Пригадуючи наші старшого покоління митарства із довготривалими викресленнями креслярських форматів до курсових та дипломних проектів, по доброму хочеться заздрити сучасному поколінню студентів, котрі володіють таким високопродуктивним і ефективним інструментарієм як сучасна обчислювальна техніка, що оснащена програмами графічних побудов. Майбутнє саме за цим прекрасним інструментарієм!

Висновки

Сучасні технічні засоби навчання правомірно і повсемісно набувають широкого розповсюдження і застосування у навчальному процесі підготовки студентів різноманітних напрямів підготовки механічних спеціальностей та спеціалізацій. Поки що недостатньо охопленими залишаються хіба що класична дисципліна Нарисна геометрія, яку вивчають студенти першого курсу механічних та будівельних напрямів підготовки, а також архітектури.

Проведена у Національному університеті «Львівська політехніка» експериментальна перевірка доцільності, спроможності та ефективності застосування обчислювальної техніки для провадження лекційних та лабораторних занять з розділу «Нарисна геометрія та інженерна графіка» засвідчила не тільки високу зацікавленість студентів цією формою проведення навчального процесу, а і його кінцеву ефективність, підтверджену результатами поточного і заключного іспитового контролю.

Неодмінною передумовою якісного забезпечення навчального процесу, зорієнтованого на застосування обчислювальної техніки для вивчення дисциплін, що супроводжуються виконанням студентами графічних побудов засобами комп'ютерної графіки, є наявність достатньої для академічної групи кількості оснащених відповідними програмними продуктами індивідуальних робочих місць із сучасним обчислювальним та офісним обладнанням, а також достатня, в межах 60 аудиторних годин впродовж навчального семестру, кількість часу, відведеного на вивчення даної дисципліни. Причому половина з цього часу повинна бути відведеною на проведення студентами індивідуальних лабораторних занять з комп'ютерної графіки.

Неодмінною складовою успішного запровадження обчислювальної техніки до навчального процесу вивчення студентами дисципліни «Нарисна геометрія і інженерна графіка» є розробка професорсько-викладацьким складом кафедри, яка провадить вивчення даної дисципліни, відповідного зорієнтованого на специфіку застосування обчислювальної техніки навчального методологічного забезпечення із розробкою ілюстративно-демонстраційного супроводу лекційних та лабораторних занять, навчальних відеороликів та відеофільмів, індивідуальних завдань на самостійне вивчення і виконання студентами графічних робіт із залученням комп'ютерної графіки.

Література

1. Gutiérrez de Ravé, E., & Jiménez-Hornero, F. J. (2024). A 3D Descriptive Geometry Problem-Solving Methodology. *Applied Sciences*, 14(4), 1781. DOI: 10.3390/app14041781
2. Методика викладання інженерної графіки з використанням AutoCAD-2017 : навч.-метод. посіб. / [уклад. О. М. Беляєв, І. В. Руденко]. – Харків : ХНАДУ, 2020. – 64 с.
3. Бондар, Н. П. Поєднання традиційного та комп'ютерного креслення в навчанні дисципліни «Інженерна графіка» / Н. П. Бондар // Вісник Хмельницького національного університету. Серія:

Педагогіка. – 2021. – № 1. – С. 45–49. – Режим доступу: <https://journals.khnu.km.ua/>.

4. Habovda, I. V. (2022). Teaching descriptive geometry, engineering, and computer graphics using CAD systems. *InterConf: Scientific Journal*, 46(135), p.95–100.

5. Makarov, S., & Kozhukhar, A. (n. d.). *AutoCAD assisted teaching of descriptive geometry and engineering graphics*. National Technical University of Ukraine.

6. Юсупова, М. Ф. Етапність переходу від ручного креслення до AutoCAD у навчальному процесі / М. Ф. Юсупова // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2018. – № 72. – С. 85–89.

7. Рассовицька, М. В. Хмарні технології в навчанні інженерної та комп'ютерної графіки / М. В. Рассовицька // Наукові записки Національного університету кораблебудування. – 2017. – № 4 (84). – С. 112–117.

8. Prado-Velasco, M., García-Domínguez, A., & Pérez, J. J. (2021). Computer Extended Descriptive Geometry (CeDG): A New Way to Teach Descriptive Geometry. *Education Sciences*, 11(2), 51. DOI: 10.3390/educsci11020051

9. Галя В. Н. Інженерна та комп'ютерна графіка: курс з відеолекціями, методиками, параметризацією для студентів / В. Н. Галя // Методичні рекомендації. – Київ : КІП ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 58 с.

10. Bokan, N., Ljucović, I., & Vukmirović, S. (2009). *Computer-Aided Teaching of Descriptive Geometry*. Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering, 7(2), 149–157. URL: <http://facta.junis.ni.ac.rs/>.

11. Moreno, M., & Bazán, C. (2017). Automation in the teaching of descriptive geometry and CAD. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*, 7(2), 118–124. DOI: 10.3991/ijep.v7i2.6899

12. Комаров С. М. Використання сучасних інформаційних технологій у викладанні інженерної комп'ютерної графіки / С. М. Комаров // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології : тези доп. IX Міжнар. наук.-техн. конф., 14-18 травня 2024 р. – Т. 1. – Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2024. – С. 328-329. , <https://openarchive.nure.ua/handle/document/26516>

References

1. Gutiérrezde Ravé, E., Jiménez Hornero, F. J. (2024). A 3D descriptive geometry problemsolving methodology. *Applied Sciences*, 14(4), 1781. -<https://doi.org/10.3390/app14041781>

2. Bieliaiev, O. M., Rudenko, I. V. (2020). *Metodyka vykladannia inzhenernoi hrafiky z vykorystanniam AutoCAD2017* [Methodology of teaching engineering graphics using AutoCAD2017]. Kharkiv National Automobile and Highway University. – 64 p.

3. Bondar, N. P. (2021). Poiednannia tradytsiinoho ta kompiuternoho kreslennia v navchanni dystsyplyny «Inzhenerna hrafika» [Combining traditional and computer drawing in teaching the discipline «Engineering graphics»]. -*Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: Pedahohika*, (1), 45–49. -<https://journals.khnu.km.ua/>

4. Habovda I. V. (2022). Teaching descriptive geometry, engineering, and computer graphics using CAD systems. *InterConf: Scientific Journal*, 46(135), 95–100.

5. Makarov, S., Kozhukhar, A. (n. d.). *AutoCAD assisted teaching of descriptive geometry and engineering graphics*. National Technical University of Ukraine. Retrieved April-29, -2025.

6. Yusupova, M. F. (2018). Etapnist perekhodu vid ruchnogo kreslennia do AutoCAD u navchalnomu protsesi-[Stages of transition from manual drawing to AutoCAD in the educational process]. -*Visnyk Odeskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury*, (72), -85–89.

7. Rasovytska, M. V. (2017). Khmarni tekhnolohii v navchanni inzhenernoi ta kompiuternoi hrafiky-[Cloud technologies in teaching engineering and computer graphics]. -*Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu korablebuduvannia*, (4 [84]), -112–117.

8. Prado Velasco, M., García Domínguez, A., Pérez, J. J. (2021). -Computer extended descriptive geometry (CeDG): A new way to teach descriptive geometry. -*Education Sciences*, -11(2), -51. -<https://doi.org/10.3390/educsci11020051>

9. Halia V. N. - (2022). *Inzhenerna ta kompiuterna hrafika: kurs z videolektsiiamy, metodykamy, parametryzatsiieiu dlia studentiv* [Engineering and computer graphics: A course with video lectures, methodologies, and parameterization for students] (Methodological recommendations). Igor-Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute.

10. Bokan, N., Ljucović, I., -Vukmirović, S. (2009). -Computeraided teaching of descriptive geometry. -*Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering*, -7(2), -149–157. -<http://facta.junis.ni.ac.rs/>

11. Moreno, M., Bazán, C. - (2017). Automation in the teaching of descriptive geometry and CAD. -*International Journal of Engineering Pedagogy*, -7(2), 118–124. -<https://doi.org/10.3991/ijep.v7i2.6899>.

12. Komarov S. M. Vykorystannia suchasnykh informatsiinykh tekhnolohii u vykladanni inzhenernoi kompiuternoi hrafiky / S. M. Komarov // Polihrafichni, multymediini ta web-tekhnolohii : tezy dop. IX Mizhnar. nauk.-tekhn. konf., 14-18 travnia 2024 r. – Т. 1. – Kharkiv: TOV «Drukarnia Madryd», 2024. – S. 328-329. , <https://openarchive.nure.ua/handle/document/26516>