

УДК 515.2

ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ ГРАФІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ

Колосова О.П., канд. техн. наук,
mrselkolosova@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7795-6412

Баскова Г.В.,
baskovagv31@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3385-8404

Міхлевська Н.В.,
natavikmih@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3579-2055

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (м. Київ, Україна)

В статті розглядаються питання підвищення зацікавленості студентів у вивченні графічних дисциплін на фоні зниження якості шкільної підготовки з геометрії і майже повної її відсутності з технічного креслення. Наведені результати багаторічних спостережень за роботою студентів в аудиторії як з викладачем, так і самостійної, протягом всього часу вивчання курсу, виділені проблеми учбового процесу та причини їх появи. Показано роль геометрії в формуванні творчої особистості, місце нарисної геометрії серед графічних дисциплін, підкреслюється важливість поглиблення опанування задач курсу інженерної графіки. На прикладах геометричних задач показано зв'язок рівня шкільної графічної підготовки з його якісним продовженням в університеті, демонструється порівняння можливостей моделювання розв'язку задач в стереометрії, аналітичній геометрії та методами нарисної геометрії.

В статті зазначається, що важливу роль в отриманні досить високого рівня якості знань з інженерної графіки відіграє оптимальна організація самостійної роботи студентів та її постійне удосконалення. В останні роки йде інтенсивний пошук ефективної моделі організації навчання студентів графічним дисциплінам. Досягнути кращих результатів у вирішенні цього питання можливо за умови стимулювання зацікавленості студентів у вивченні курсу, глибокому опануванню його задач, для чого необхідно показати, на скільки ефективна візуалізація технічних задач впливає на оптимальність їх розв'язку, та що умовою її здійснення є графічна підготовка та образне мислення. В статті пропонується методика підвищення зацікавленості студентів, яка включає в себе, в тому числі, і постійне удосконалення методичного забезпечення. Аргументується необхідність зробити його більш гнучким, активізувати роботу студентів в наукових гуртках, де вони мають можливість отримати поглиблені знання з усіх розділів курсу, закріпити практичні навички побудов та досліджень просторових геометричних об'єктів, розробити алгоритми

розв'язання нових комплексних геометричних задач, брати участь у студентських олімпіадах з графічних дисциплін.

Ключові слова: геометрія, інженерна графіка, нарисна геометрія, зображення, метод проєкцій, геометричний образ, моделювання, методика викладання, ефективна організація навчання.

Постановка проблеми. В сучасних умовах спостерігається суттєве зниження якості знань студентів з інженерної графіки, що спричинено погіршенням умов навчання та відсутністю зацікавленості у вивченні фундаментального курсу графічної підготовки у майбутніх фахівців. Всі ці фактори значно ускладнюють процес навчання студентів в університеті.

Для вирішення цих проблем необхідно постійно впроваджувати нові методики викладання, які сприятимуть покращенню якості знань студентів та зроблять процес навчання більш цікавим та ефективним. Важливо створити сприятливу атмосферу для навчання і розвитку креативності серед студентів, щоб вони були зацікавлені у високій якості графічної підготовки.

Аналіз останніх досліджень і результатів. В сучасних умовах інформаційно-комп'ютерних технологій зменшився інтерес студентів до вивчення нарисної геометрії, технічного креслення. Отримання практичних навичок побудови алгоритмів розв'язування геометричних задач, моделювання їх рішень та вивчення графічної дисципліни взагалі вимагає у студентів багато часу на самостійну роботу. Дистанційне навчання, скорочення об'єму навчального курсу вплинуло на організацію як аудиторної, так і самостійної роботи студентів, зменшило час безпосереднього спілкування з викладачем, що відгукнулося на рівні їх творчої активності та графічної підготовки.

Вже багато років йде пошук шляхів підвищення якості знань студентів з фундаментальної графічної підготовки. Запропоновані різні моделі організації аудиторної та самостійної роботи студентів, постійно удосконалюється методичне забезпечення та робота студентських наукових гуртків. Але є такий важливий базовий аспект, як початкова графічна підготовка, де можна спостерігати тенденцію до щорічного зменшення її рівня, що безпосередньо впливає на вивчення інженерної, комп'ютерної графіки студентами в університеті і вимагає динамічної підтримки відповідного рівня знань, які вони отримують. Виникла ситуація, коли студенту для підвищення зацікавленості треба більш розгорнуте пояснення задач курсу інженерної графіки в порівнянні з початковим рівнем їх графічної підготовки і впливом комп'ютеризації.

Як відомо, нова інформація опрацьовується відповідно до отриманого особистістю попереднього досвіду. Дослідження показали, що найбільш зрозумілою для сприйняття і передачі нової інформації є інформація в графічній формі, тому що людина аналізує візуальну інформацію набагато ефективніше. На початку навчання можна спостерігати три групи студен-

тів, а саме: студенти з відповідною початковою графічною підготовкою; з недостатньою початковою графічною підготовкою (причина - відсутність підготовки з технічного креслення та зменшення годин на вивчення стереометрії), але з достатнім рівнем просторової уяви, і третя група – студенти з недостатнім рівнем, як початкової графічної підготовки, так і просторової уяви [1].

Нажаль у вищій інженерній освіті існує тенденція до скорочення геометричної підготовки. Дослідження же психологів [2] виявили, що саме геометрія стимулює включення в інтелектуальний процес наочно-образного та асоціативного мислення, сприяє більш продуктивній розумовій діяльності, стимулюванню пошуку розв'язання нових проблем і за новими алгоритмами.

Формулювання цілей статті. Метою статті є показати і нагадати, що нарисна геометрія є одним із важливих розділів геометрії, показати її задачі у вищій технічній освіті та місце на всіх етапах графічної підготовки майбутніх фахівців. Підкреслити, що зближення двох видів мислення: асоціативного та образного, формує у студентів глибоке опанування логікою предмета, розвиває просторове мислення, сприяє розвитку навиків науково-дослідної роботи, підвищує інтелектуальні можливості для майбутніх професійних досягнень.

Основна частина. Математик, інженер Гаспар Монж вважається засновником двох наук: диференціальної та нарисної геометрії, і це не випадково. Вже понад двісті років ці дві геометрії, доповнюючи одна одну, є ефективним апаратом теоретичних та прикладних досліджень проблем геометрії. Диференціальна геометрія – це математичний апарат та неперервне геометричне моделювання; нарисна геометрія – апарат проєкційних методів побудови зображень з можливостями дискретного математичного моделювання [2]. Альберт Ейнштейн відзначав подібне зближення у розвитку таких наук, як фізика та геометрія, які відображають логіку конструкцій та співвідношень, що спостерігаються в природі та техніці. Це підтвердив своєю багаторічною діяльністю і видатний авіаконструктор О.К. Антонов, якого знали ще й як художника. І всесвітньо відомий в галузі космонавтики вчений, академік Б.В. Раушенбах, велику увагу приділяв питанню передачі зорового сприйняття на площину і загальній теорії перспективи. Об'єктивно існує зв'язок двох видів мислення в творчій діяльності науковця, інженера. Один із прикладів такого поєднання – видатні діячі епохи Відродження: Леонардо да Вінчі був геніальним художником, архітектором, вченим, винахідником багатьох конструкцій; Філіппо Брунелескі був інженером, математиком, геометром, скульптором, архітектором, художником, декоратором. Інший приклад - всесвітньовідомий художник Микола Ге отримав освіту на фізико-математичному факультеті Київського університету. Можна навести ще багато прикладів поєднання образного мислення та інженерної діяльності видатних особистостей.

В сучасному світі підготовка спеціалістів відбувається з широким використанням комп'ютерної техніки з її величезними можливостями візуалізації і моделювання. Динамічні методи вивчення нарисної геометрії демонструють наближення різних видів мислення, розвивають важливу складову просторового мислення – образну уяву. Візуальна інформація легше сприймається та обробляється людиною.

Інженерна графіка - важлива база геометричного комп'ютерного моделювання [4]. Кресленик, як відомо, є міжнародною мовою техніки. За допомогою кресленика інженер висловлює свої ідеї, думки, які на виробництві втілюються в виріб. Ефективне і якісне використання сучасної техніки неможливо без чіткого розуміння креслеників. А для цього треба знати проєкційне креслення, яке вивчає способи побудов на площині зображень предмета, які визначають його форму, величину, взаємне розташування, розміри його складових частин тощо.

Правила побудови зображень на кресленику ґрунтуються на методі проєкцій, який вивчається в нарисній геометрії. Слово «проєкція» латинське, що в перекладі означає «кидати вперед». Тобто проєкції – це зображення предмета, «відкинутого» на площину за допомогою променів. В інженерній практиці використовують прямокутне проєкціювання, коли проєкційвальний промінь проходить перпендикулярно до площини проєкцій.

Раніше перед нарисною геометрією ставилося два основних завдання – це зображення тривимірних об'єктів на площині (поверхні) та розв'язування за їх проєкціями метричних, позиційних задач. В сучасному світі апарат нарисної геометрії використовується як моделюючий. Можливість моделювання ґрунтується на методі параметризації геометричних образів [3]. З метою логічного переходу від нарисної геометрії до обчислювальної геометрії та комп'ютерної графіки графічні методи в окремих випадках супроводжуються аналітичним описом, а це дає можливість опанувати графоаналітичний апарат для розв'язування інженерних задач, що є математичною основою комп'ютерного моделювання. В інженерній та комп'ютерній графіці роль параметрів можуть виконувати розміри, а також геометричні умови, такі як належність, паралельність, перпендикулярність або дотичність.

По суті, можна спостерігати аналогію між середньо-освітньою та університетською графічною підготовкою, які побудовані від «простого до складного», але на різному рівні. Аналогічна і схема, за якою розв'язуються геометричні задачі, а саме:

- зображення – візуалізація умови завдання;
- обчислювання за вихідними параметрами;
- аналіз отриманих результатів;
- за необхідності - корегування, моделювання оптимального рішення.

Розглянемо приклади елементарних геометричних задач для розуміння цілей курсу інженерної графіки як такого, що продовжує початкову графічну освіту.

Як відомо, стереометрія вивчає геометричні властивості просторових тіл та фігур, тому її вивчення можна розглядати як початковий рівень графічної підготовки. В стереометрії розглядаються плоскі лінії та фігури, які безпосередньо належать об'єкту, що досліджується, та побудовані як допоміжні для його дослідження. Тому дуже важливо на етапі аналізу умови стереометричної задачі навчитися розпізнавати і виділяти в просторових об'єктах різноманіття плоских фігур. І тільки потім для розв'язання задачі використовується обчислювальний апарат елементарної геометрії та тригонометрії.

Точка, пряма, площина - основні елементи не тільки стереометрії, але й нарисної геометрії. В нарисній геометрії необхідно не лише уявити геометричну модель розташування об'єктів, які треба спроекціювати або визначити, а також і уявити просторову модель алгоритму побудови розв'язку.

Розглянемо приклад: задано прямокутний паралелепіпед з відповідними параметрами a , b , c . Визначити його діагональ та кут її нахилу до основи.

На рис.1 показано зображення заданого тіла на кресленику і, якщо відсутні знання з основ нарисної геометрії та інженерної графіки, вірно прочитати його зображення не так просто.

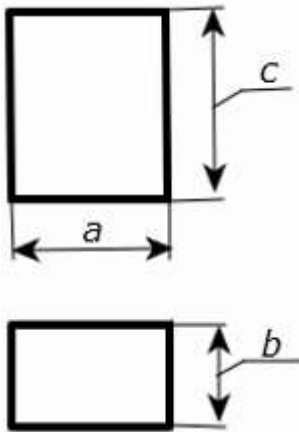
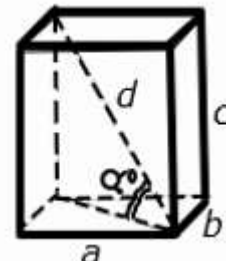


Рис.1. Кресленик паралелепіпеда



Рис.2. Малюнок паралелепіпеда



$$d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}; \sin \alpha = c / d$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{c}{\sqrt{a^2 + b^2}}; \cos \alpha = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{d}$$

Рис. 3. Зображення задачі в стереометрії

На рис.2 для уявлення задачі показано звичайний рисунок заданого тіла в стереометрії, який виконано за загальними правилами паралельного проєкціювання на площину. На рис.3 показано зображення задачі з допоміжними побудовами для визначення шуканих параметрів, наведені формули до обчислювання, аналізу та корегування вибору параметрів тіла при зміні умови задачі.

На рис.4 показано зображення паралелепіпеда для розв'язання задачі за наведеними формулами аналітичної геометрії. Можна бачити, що зображення геометричних просторових об'єктів в аналітичній геометрії здійснюється в системі трьох взаємно перпендикулярних площин, трьох декартових осей x, y, z , де O – початок координат. Зображення призми виконано за координатами двох вершин A та B і загальними правилами паралельного проєкціювання з урахуванням всіх властивостей паралелепіпеда.

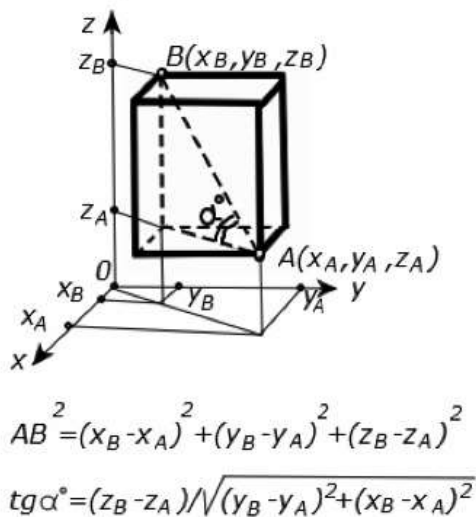


Рис. 4. Зображення задачі в аналітичній геометрії

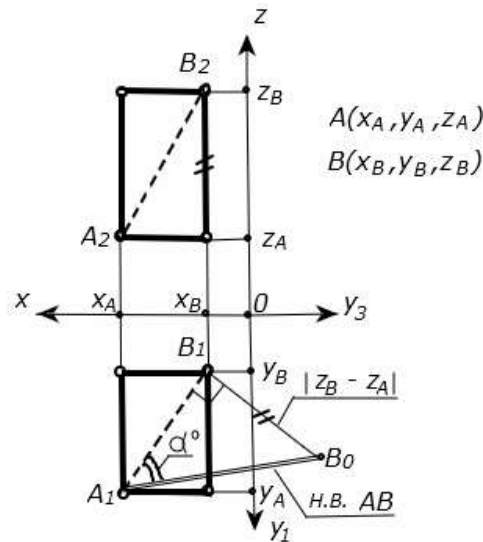


Рис. 5. Зображення задачі в нарисній геометрії

В нарисній геометрії зображення просторового геометричного об'єкта виконується на комплексному рисунку (епюрі Монжа). На рис.5 показано дві проєкції паралелепіпеда, побудовані способом паралельного ортогонального проєкціювання за визначниками вершин $A(x_A, y_A, z_A)$, $B(x_B, y_B, z_B)$ та його властивостями. Зображення тіла повне, дає змогу визначити позиційний взаємозв'язок його елементів. Недоліком можна вважати те, що ми втратили просторову картину, і щоб її поновити потрібна робота уяви.

Таке зображення задачі на епюрі, забезпечує точність, зручність вимірювань шуканих геометричних елементів, при цьому самі побудови є більш простими. На рис. 5 показано розв'язання задачі за правилом прямокутного трикутника. Слід зауважити, що будь-які обчислювання відсутні, присутні лише графічні побудови та вимірювання.

Іноді для розв'язання задач необхідно до системи площин проєкцій Π_1, Π_2, Π_3 ввести інші площини проєкцій (рис.6).

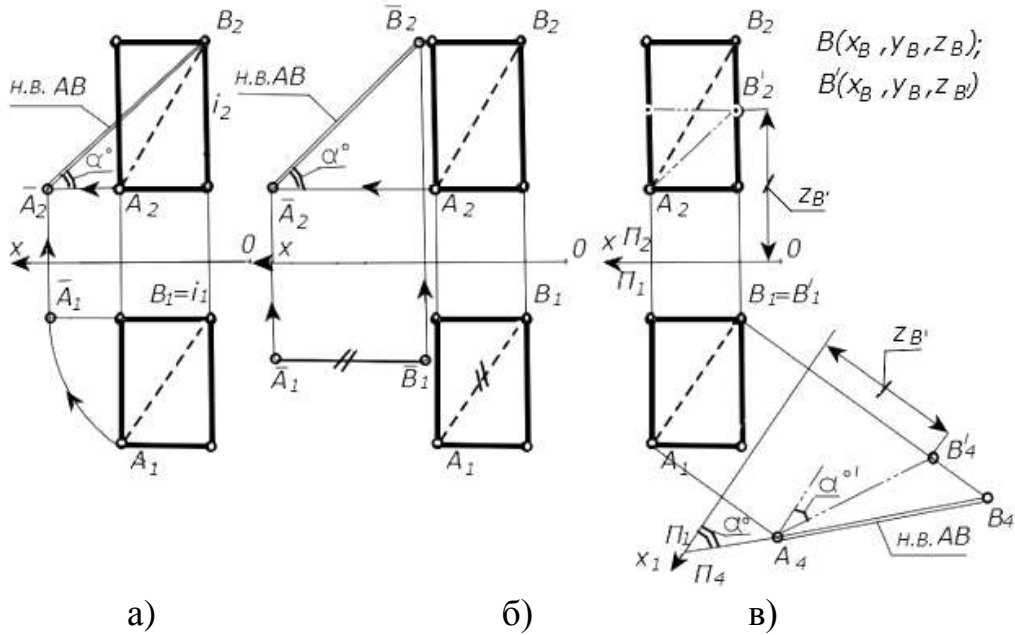


Рис.6. Розв'язання задачі методами нарисної геометрії: а) способом обертання навколо прямої перпендикулярної до площин проєкцій; б) способом плоско паралельного переміщення; в) способом заміни площини проєкцій

Суміщення додаткової площини Π_4 з площиною Π_1 , де нова вісь $x_1 = \Pi_1 \cap \Pi_4$ ($\Pi_4 \perp \Pi_1$, $\Pi_4 \parallel A_1B_1$) показано на рис.6,в.

Задача розв'язана: залишилось лише виміряти проєкцій шуканих елементів на площині Π_4 . На цьому прикладі показано також моделювання умови завдання, тобто, як за зміною розмірів діагоналі та кута нахилу її до основи, визначається нова висота паралелепіпеда ($Z_{B'} - Z_A$). Якщо треба корегувати тільки один параметр, наприклад кут діагоналі, тоді, крім висоти, змінюється ще один з розмірів його основи.

Аналогічне геометричне моделювання можна виконати на зображеннях а) та б) рисунка 6, де показано розв'язання задачі іншими способами нарисної геометрії.

Для того, щоб розв'язати задачу в стереометрії або аналітичній геометрії, треба проаналізувати формули співвідношень параметрів об'єкта та виконати необхідні перетворення та обчислювання, що вимагає певних зусиль, візуалізація при цьому відсутня. Тобто розв'язання та геометричне моделювання задачі засобами нарисної геометрії є дещо простішим.

Аналогічно і з розв'язуванням задач з просторовими об'єктами на побудову. Клас таких задач дуже важливий для розвитку просторового мислення та інженерної творчості.

Наприклад, щоб побудувати переріз геометричного тіла в стереометрії, січну площину треба задати за відповідними правилами побудов (геометричні елементи визначника площини належать його поверхні, площині основи тощо) (рис.7), тобто є обмеження для завдання визначника, чого немає в нарисній геометрії. На рис.7 показано побудову перерізу піраміди

площиною загального положення, заданою прямою h , яка належить площині основи, та точкою G на ребрі AS . Наведено приклад задачі з простим просторовим об'єктом – це тригранна піраміда. Побудови для інших багатогранних та криволінійних поверхонь ϵ , звичайно, більш складними.

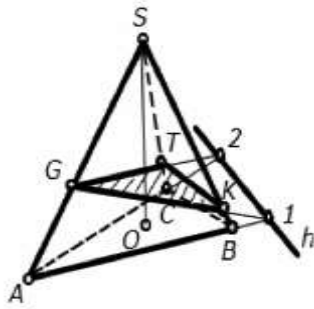


Рис.7. Побудова перерізу піраміди SABC площиною Σ (G, h) в стереометрії

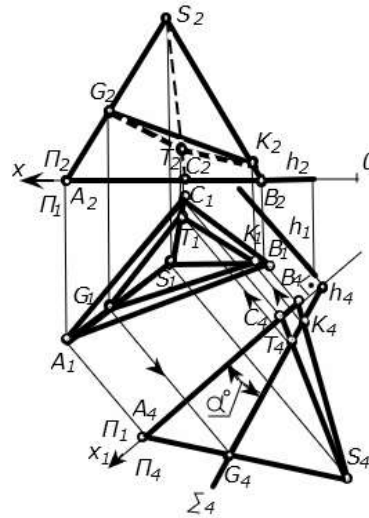


Рис.8. Побудова перерізу піраміди SABC площиною Σ (G, h) методами нарисної геометрії

Побудови перерізів способами нарисної геометрії здійснюються за загальним алгоритмом (перетворення загальної площини в площину окремого положення) і дозволяють зручно моделювати задачу (рис.8), що дуже складно здійснити в стереометрії. На рис.8 показано побудову перерізу способом заміни площин проєкцій $\Pi_2 / \Pi_1 \rightarrow \Pi_1 / \Pi_4$; $\Pi_4 \perp h_1$.

Послідовне вивчення інших розділів курсу нарисної геометрії збагачує графічну підготовку студентів, активізує їх просторове мислення.

Апарат нарисної геометрії застосовується до розв'язування прикладних задач у різних галузях техніки. В інженерній графіці розглядається багато задач, які безпосередньо створюють базу для геометричного моделювання, або інженерної геометрії, коли за наперед заданими умовами та вимогами формуються оптимальні геометричні моделі майбутнього виробу.

Порівняння розв'язання елементарних задач стереометрії дає відповідь студентам, чому в університеті продовжена графічна освіта. В сучасних, для того, щоб надати якісні знання, підвищити зацікавленість студентів, необхідно з максимальною ефективністю використовувати надані учбові години, а для цього потрібна відповідна підготовка учбового процесу. Для вирішення цього питання в організацію учбового процесу постійно вносяться зміни і найбільш ефективною з них, як показала практика, є постійна робота над удосконалюванням методичного забезпечення, а саме, робочого зошита з інженерної графіки для (учбового посібника) [5], в якому послідовно наведені задачі з нарисної геометрії, які можна використовувати як на лекціях, практичних аудиторних заняттях, так і для самостій-

них занять, а також приведені завдання розрахунково-графічних робіт з нарисної геометрії та з технічного креслення. Зміни в підготовці методичного забезпечення дозволяють створити ефективну модель графічної підготовки студентів, яка забезпечує динаміку вивчання курсу і показує особливості підготовки.

Введення загального робочого зошита для лекцій, аудиторних практичних занять та самостійної роботи студентів збільшило кількість питань, що розглядаються при вивченні кожної теми. Задачі за своїм змістом і послідовністю підібрані таким чином, щоб вони спонукали зацікавленість студентів у продовженні вивчання наступної запланованої теми та до поглибленої самостійної роботи.

Умови задач, завдання на розрахунково-графічні роботи з нарисної геометрії та технічного креслення зібрані в одному робочому зошиті, що є дуже зручним.

Схема, за якою наведені завдання з технічного креслення, а саме: вихідні дані, необхідна довідкова інформація, зразок роботи, дозволяє скоротити час на їх виконання тим, що вся необхідна інформація зібрана в одному місці.

Для задач з поверхнями та геометричними тілами виконані просторові зображення цих об'єктів, що дозволяє зменшити вплив недостатнього рівня розвитку просторової уяви студентів на хід розв'язання задачі.

Зошит уніфіковано під різні програми і види навчання. В ньому наведено задачі різного рівня складності, що дозволяє викладачу робити вибір щодо визначення необхідної їх кількості та складності в залежності від робочої програми, рівня початкової графічної підготовки студентів та форми навчання, а також визначити студентів для участі в олімпіадах з графічних дисциплін та наукових гуртках. Деякі з наведених завдань курсу можливо виконувати з використанням комп'ютерних технологій

Тестові та контрольні завдання слід використовувати не тільки для оцінювання та контролю знань студентів, але й для закріплення практичних навиків, а також для розвивати просторової уяви.

Сукупність наведених змін в організації учбового процесу відображена в дистанційних курсах з інженерної графіки і в теперішніх умовах є своєчасною .

Висновки. Графічна підготовка в технічному університеті необхідна і є продовженням початкової геометричної підготовки. Вивчення курсів інженерної графіки, нарисної геометрії, технічного креслення формує вміння читати та відчувати кресленик, який є результатом аналітичної праці розуму (співставлення різноманітної інформації про зображений об'єкт) і надає перші професійні навички. По суті, творчість інженера базується на просторовому мисленні і правилах, які вивчають окремі розділи геометрії і необхідність їх вивчати залишається актуальною в сучасних умовах. Чим вище рівень просторового мислення, тим ефективніша інженерна творчість і тим вищі технічні та наукові досягнення.

Література

1. Перепечай С.І., Баскова Г.В., Колосова О.П. Пошук ефективних моделей організації самостійної роботи студентів з курсу інженерної графіки в умовах дистанційного навчання. Збірник доповідей XII-ї Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «*Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених*». К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. Випуск 12. С. 27-33.
2. Павлов А.П., Ванін В.В. Фундаментальні та прикладні аспекти нарисної геометрії. Збірник наукових праць «*Наука і освіта АН ВШ України*». Книга III, К., 1997.
3. Михайленко В.Є., Найдиш В.М., Підкоритов А.М., Скидан І.А. Інженерна та комп'ютерна графіка. К.: Vyshcha shkola., 2000. 342с.
4. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка. К: Видавнича група ВНУ, 2009. 399 с.
5. Колосова О.П., Баскова Г.В., Лазарчук М.В. «Навчальні завдання з нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки для програмованого навчання». Навчальний посібник., Електронне мережне навчальне видання. К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. 94 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48991>

ABOUT THE QUESTION OF THE EFFECTIVENESS OF GRAPHIC TRAINING METHODOLOGY FOR STUDENTS.

Olena Kolosova, Galina Baskova, Natalija Mihlevska

The article explores the issues of enhancing students' interest in studying graphic disciplines amidst a decline in the quality of geometry education and a lack of technical drawing preparation at the school level. Drawing from years of observations of students' engagement both in class with instructors and independently throughout the course, the article identifies the challenges in the learning process and their underlying causes. It highlights the role of geometry in fostering creativity, the significance of descriptive geometry among graphic disciplines, and stresses the importance of a deeper understanding of the tasks in the engineering graphics course.

Through examples of geometric problems, the article demonstrates the connection between the quality of school-level graphic training and its qualitative extension into university education, showcasing the modeling capabilities in solid geometry, analytical geometry, and descriptive geometry.

Furthermore, the article emphasizes the crucial role of effectively organizing students' independent work in achieving a high level of knowledge in engineering graphics and the continuous refinement of this approach. In recent

years, there has been an intensive search for an effective model of teaching graphic disciplines. It suggests that achieving better results in addressing these challenges can only be possible by stimulating students' interest in the course and deepening their understanding of the tasks. This involves showcasing how visualizing technical problems impacts the efficiency of their solutions, with graphic preparation and visual thinking being essential components. The article proposes a methodology to increase students' interest, including continual improvement of instructional support. It argues for the need to make it more flexible and to activate students' participation in academic circles, where they can deepen their knowledge across all course topics, enhance practical skills in constructing and researching spatial geometric objects, develop algorithms for solving complex geometric problems, and participate in student competitions in graphic disciplines.

Keywords: geometry, engineering graphics, descriptive geometry, representation, projection method, geometric image, modeling, teaching methodology.

References

1. Perepechai S.I., Baskova H.V., Kolosova O.P. (2023). Search for effective models of organizing students' independent work on the engineering graphics course in distance learning conditions. *Zbirnyk dopovidei XII-yi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh «Prykladna heometriia, dyzain, obiekty intelektualnoi vlasnosti ta innovatsiina diialnist studentiv ta molodykh vchenykh»*. K.: KPI im. Ihoria Sikorskoho, Vypusk12. 27-33. [in Ukrainian].
2. Pavlov A.P., Vanin V.V. (1997). Fundamental and applied aspects of descriptive geometry *Zbirnyk naukovykh prats «Nauka i osvita AN VSh Ukrainy»*. Knyha III, Kyiv. [in Ukrainian].
3. Mykhailenko V.Ye., Naydysh V.M., Pidkoritov A.M., Skydan I.A. (2000). *Engineering and Computer Graphics*. Kyiv: Vyshcha shkola. [in Ukrainian].
4. Vanin V.V., Perevertun V.V., Nadkernychna T.M., Vlasiuk H.H. (2009) *Engineering Graphics*. Kyiv: Vyshcha shkola. [in Ukrainian].
5. Kolosova O.P., Baskova H.V., Lazarchuk M.V. (2022) Educational tasks on descriptive geometry, engineering and computer graphics for programmed learning. *Navchalnyi posibnyk. Elektronne merezhne navchalne vydannia*. K.: «KPI im. Ihoria Sikorskoho». URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48991> [in Ukrainian].