

---

УДК 378.14:764:515

**Янків В.В.**

к.т.н., доцент, завідувач кафедри машинобудування

**E-mail:** [jankiv@ukr.net](mailto:jankiv@ukr.net)

**Баранович С.М.**

к.т.н., в.о. доцента кафедри машинобудування

**E-mail:** [smyagkota@gmail.com](mailto:smyagkota@gmail.com)

**Стукалець І.Г.**

старший викладач кафедри машинобудування

**E-mail:** [smyagkota@gmail.com](mailto:smyagkota@gmail.com)

Львівський національний аграрний університет  
м. Дубляни

## ПРОБЛЕМИ ГРАФІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

**Yankiv V.V.**

Ph.D. (Techn. sciences), Associate Professor, Chief of mechanical engineering department

**E-mail:** [jankiv@ukr.net](mailto:jankiv@ukr.net)

**Baranovych S.M.**

Ph.D. (Techn. sciences), Associate Professor of mechanical engineering department

**E-mail:** [smyagkota@gmail.com](mailto:smyagkota@gmail.com)

**Stukalets I.G.**

senior lecturer of mechanical engineering department

**E-mail:** [smyagkota@gmail.com](mailto:smyagkota@gmail.com)

Lviv National Agrarian University  
Dublyany

## PROBLEMS OF ENGINEERING STUDENTS GRAPHIC TRAINING

### *Анотація*

**Вступ.** Створення будь-якого виробу пов'язане з трьома етапами: формулювання та осмислення ідеї у свідомості інженера, створення і обробка документації, виготовлення на основі документації власне виробу. Система графічної освіти вищих навчальних закладів потребує постійного вдосконалення методів викладання, що пов'язане з розвитком CAD/CAM/CAE систем.

**Методи.** Вивчення і узагальнення педагогічного досвіду викладання графічних дисциплін для студентів технічного профілю, аналіз літературних джерел.

**Результати.** Виявлення проблем графічної підготовки студентів та причин їх виникнення дозволить вжити заходів для підвищення якості викладання графічних дисциплін у вищій школі, а також підвищити ефективність фахової підготовки інженерів.

**Перспективи.** Логічність викладання дисциплін геометричного моделювання дозволить майбутнім інженерам розвинути навички розроблення, використання і керування конструкторською документацією.

**Ключові слова:** графічні дисципліни, підготовка студентів, CAD/CAM/CAE-системи, 3D-модель, нарисна геометрія, інженерна графіка, проблеми, методика навчання.

**Abstract**

**Introduction.** Creation any product related to three stages: formulation and interpretation of ideas in the mind of an engineer, creation and processing of documentation, manufacturing documentation based on the actual product. Graphic education system of higher education requires constant improvement of teaching methods, which is associated with the development of CAD / CAM / CAE systems.

**Methods and results.** The study and generalization teaching experience teaching graphic disciplines for students of technical profile, an analysis of the literature. Identifying problems graphic preparation of students and their causes will take steps to improve the quality of teaching graphic disciplines in higher education and the effectiveness of professional training engineers.

**Discussion.** Logical exposition geometric modeling disciplines allow future engineers to develop the skills development, use and management of design documentation.

**Keywords:** graphic courses, teaching students, CAD / CAM / CAE-systems, 3D-model, descriptive geometry, engineering graphics, problems, method softteaching.

**Аннотация**

**Вступ.** Создание любого изделия связано с тремя этапами: формулировка и осмысление идеи в сознании инженера, создание и обработка документации, изготовление на основе документации собственно изделия. Система графического образования высших учебных заведений требует постоянного совершенствования методов преподавания, что связано с развитием CAD / CAM / CAE систем.

**Методы.** Изучение и обобщение педагогического опыта преподавания графических дисциплин для студентов технического профиля, анализ литературных источников.

**Результаты.** Выявление проблем графической подготовки студентов и причин их возникновения позволит принять меры для повышения качества преподавания графических дисциплин в высшей школе, а также эффективности профессиональной подготовки инженеров.

**Перспективы.** Логичность изложения дисциплин геометрического моделирования позволит будущим инженерам развить навыки разработки, использования и управления конструкторской документацией.

**Ключевые слова:** графические дисциплины, подготовка студентов, CAD / CAM / CAE-системы, 3D-модель, начертательная геометрия, инженерная графика, проблемы, методика обучения.

**Вступ.** Створення будь-якого виробу пов'язане з трьома етапами: формулювання та осмислення ідеї у свідомості інженера, створення і обробка документації, виготовлення на основі документації власне виробу. Ці етапи взаємопов'язані і вимагають високого рівня підготовки інженера. Розвиток логіки, творчого мислення, просторових уявлень, інженерно-технічної культури формує комплекс графічних дисциплін, що вивчаються у ВНЗ. Система графічної освіти вищих навчальних закладів потребує постійного вдосконалення, що пов'язане з розвитком CAD/CAM/CAE систем.

Студентам, які навчаються на перших курсах ВНЗ, досить важко вдається опанувати методи графічного відображення, оскільки просторова уява найкраще формується в юності, а шкільна програма не завжди передбачає вивчення курсу креслення або викладається як факультатив. У зв'язку з цим втрачається принцип наступності в опануванні графічних дисциплін середньої та вищої школи, а також знижується ефективність оволодіння тими дисциплінами, які вимагають елементарних графічних знань та вмінь.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За даними дослідників О. М. Джеджули, Ю. Л. Хомяківського та В. М. Николайчук, такі графічні дисципліни як технічне креслення, нарисна геометрія, комп'ютерна графіка вивчаються студентами близько 70% інженерно-технічних спеціальностей, що пов'язано з конструкторсько-технологічною діяльністю, транспортом, будівництвом, архітектурою, дизайном, експлуатацією і ремонтом найрізноманітніших технічних засобів [1]. Багато українських

та зарубіжних учених досліджували питання ефективності графічної підготовки студентів: О. М. Джеджула, М. М. Козяр, О. В. Конопля, М. М. Ожга, Г. О. Райковська, Л. Є. Шкіца, В. С. Моркун, З. П. Бакум, L. Halim, A. Despande [2-10] та багато інших. Так, Л. Є. Шкіца зауважує, що для покращення графічної підготовки значна увага повинна приділятися активізації самостійної роботи студентів [7, 9]. В. Моркун, З. Бакум наголошують, що одним із напрямів професійної підготовки інженера є фундаментальна підготовка, основне завдання якої полягає у формуванні проектно-конструкторської компетентності та всебічному розвитку студента як особистості, який прагне подальшого збагачення та зростання свого освітнього потенціалу [8, 10].

Гострі дискусії у середовищі викладачів вищої школи виникають стосовно нових методик викладання графічних дисциплін, особливо щодо доцільності викладання методів нарисної геометрії чи доцільності такої дисципліни взагалі. Яскравим прикладом слугують праці О. Л. Хейфеца та інших фахівців у галузі графіки [11-13].

**Мета.** Метою дослідження є встановлення причин виникнення проблем, пов'язаних з викладанням графічних дисциплін з урахуванням сучасних тенденцій розвитку інформаційних технологій, CAD/CAM/CAE систем, а також врахування їх у навчальному процесі.

**Методологія.** Вивчення і узагальнення педагогічного досвіду викладання графічних дисциплін для студентів технічного профілю, аналіз літературних джерел.

**Результати.** Виявлення проблем графічної підготовки студентів та причин їх виникнення дозволить вжити заходів для підвищення якості викладання графічних дисциплін у вищій школі, а також ефективності фахової підготовки інженерів.

*Приклад.* Суть вищої освіти – це не просто набуття набору навиків та умінь їх механічного застосування, а формування в інженера особливої структури мислення і бази знань з цілої низки наук, які дозволяють творчо підійти до вирішення поставленої перед ним задачі, не лише скопіювати, але й отримати найкращий з можливих розв'язків.

Однією з основних задач освіти є розвиток у студентів здатності самостійно аналізувати і мислити, яка, у свою чергу, дає змогу грамотно використовувати отримані знання у практичній діяльності. Один із базових навиків випускників технічних вузів – вираз своїх теоретичних задумів та ідей для їх реалізації на практиці за допомогою креслеників. Підготовку студентів в цьому аспекті здійснює курс «Інженерна графіка» – комплекс навчальних дисциплін, який включає в себе такі компоненти: «Нарисна геометрія», «Машинобудівне креслення» і «Комп'ютерна графіка». Цей курс спрямований на формування базових знань, умінь і навиків, необхідних для освоєння загальноінженерних та спеціальних технічних дисциплін. Результатами успішного засвоєння курсу є вміння читати кресленики, зображати на них деталі і складальні одиниці, а також знання стандартів Системи конструкторської документації (СКД). Продуктивна робота з креслениками неможлива без вміння мислити просторово, тобто без здатності представляти форми предметів і їх взаємне положення у просторі. Це стає особливо актуально в роботі з новими технічними засобами, що проектують пристрої та технології їх виготовлення. Також невід'ємною складовою багажу знань інженера є графічна грамотність. Вона важлива не тільки з точки зору професійних компетенцій фахівця, але ще й тому, що мова графіки – мова спілкування, причому міжнародна.

Першою проблемою, з якою зустрічаються викладачі ВНЗ на початку вивчення графічних дисциплін – це недостатня графічна підготовка випускників шкіл. Це виявляється не лише у відсутності навиків виконання графічних робіт, а й у низькому рівні знань курсу геометрії, недостатньо розвинутому уявленні про форму предмета у просторі, невмінні аналізувати просторові форми за їх зображеннями і синтезувати геометричні фрагменти в єдине ціле. Особливо гостро ця проблема постає з огляду на те, що, як уже згадувалося вище, просторова уява найкраще формується в юності. Якщо

учнем втрачено можливість формування просторової уяви у шкільні роки, то наздоганяти втрачені знання, будучи студентом, дуже важко, а іноді неможливо. У зв'язку з цим у студентів зникає інтерес до вивчення інженерної графіки, оскільки порушено єдність у методиці викладання графічних дисциплін у середній та вищій школах. Тому робота зі студентами першого курсу навчання потребує особливого підходу, який дозволив би опанувати ними на достатньо високому рівні весь комплекс навчальних дисциплін.

Проблеми графічної підготовки студентів полягають не лише у відсутності єдності між середньою і вищою школою. Однією з причин є скорочення кількості навчальних годин на вивчення загальнотехнічних дисциплін при збереженні необхідного для оволодіння студентами обсягу знань, умінь і навичок тягне за собою те, що частина курсу викладається і засвоюється лише на рівні понять. В той час, коли за рахунок загальнотехнічних дисциплін впроваджують або штучно «роздуваються» дисципліни гуманітарного напрямку, студенти відчують гострий брак фахової підготовки, яка потрібна їм у майбутньому, як хліб. Крім того, як показує аналіз навчальних планів, графічні дисципліни у гіршому випадку взагалі зникають, а в кращому – «урізаються» або зливаються з іншими спорідненими дисциплінами. Дуже часто в межах навчальних годин кількість аудиторних годин зменшується, натомість велика частина матеріалу виноситься на самостійне вивчення. Однак студенти-першокурсники, які ще вчора були учнями, не встигають адаптуватися до нових умов навчання. Засвоєння теоретичного матеріалу, нелегкого для сприйняття і розуміння, великою мірою покладається на відповідальність і сумлінність студента, хоча й вимагає тісної співпраці й діалогу студента з викладачем. Таким чином, викладачеві необхідно використовувати методи і прийоми, що дозволяють збільшити продуктивність роботи на заняттях.

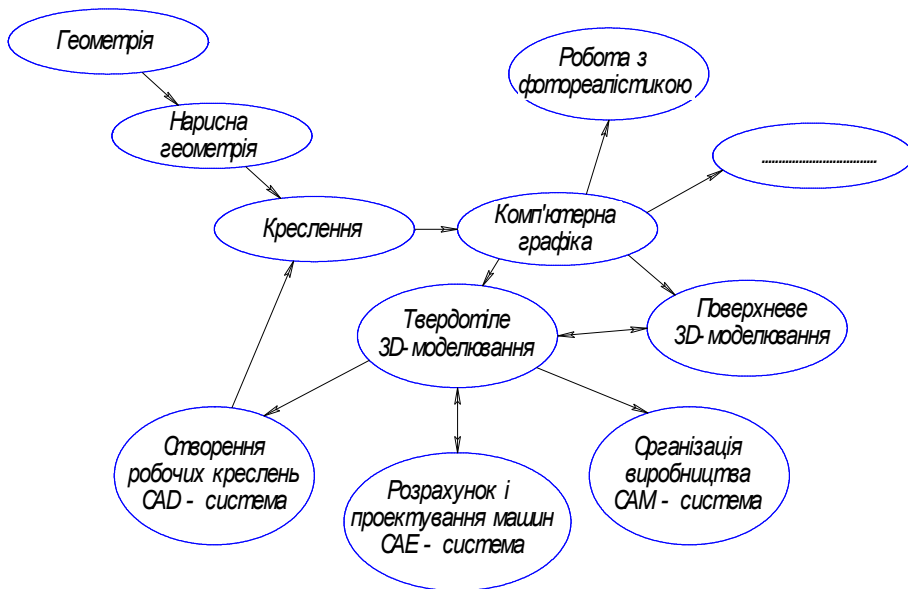
Як і у випадку з іншими дисциплінами, вивчення курсу інженерної графіки передбачає засвоєння необхідних теоретичних знань, а також вироблення практичних умінь і навичок, які стають досяжними для студентів за допомогою кропіткої самостійної роботи, систематичного виконання всіх домашніх завдань, доведення до автоматизму роботи з елементарними креслярськими інструментами. У зв'язку з цим стає дуже важливим питання, що стосується методів вивчення графіки.

Активний розвиток комп'ютерних технологій спричинив необхідність викладання комп'ютерних методів побудови креслення на більшості кафедр графіки. Однак зазвичай обмежуються традиційними 2D-методами, що повторюють ручну графіку, таким чином, перетворюючи потужний графічний інструмент в електронний кульман.

Вивчення студентами методик створення та використання 3D-моделей дозволяє отримати візуальне об'ємне зображення об'єкта - 3D-модель, яка відтворює точну копію конкретного предмета, що дозволяє унаочнити неіснуючий об'єкт віртуально для подальшого аналізу і створення конструкторської документації. Реалізація розробки в 3D-моделі включає в собі етапи синтезу та аналізу життєвого циклу продукту [14]. Дані етапи передбачають логічну систему створення нового виробу.

Створення 3D-моделі студентом передбачає побудову окремих її елементів з використанням простих геометричних побудов, які базуються на навиках, набутих під час вивчення геометрії, нарисної геометрії, креслення (рис.).

Для зберігання оформлених конструкторських розробок застосовуються ДСТУ, міждержавні стандарти на електронну документацію, необхідні для нормоконтролю робіт студентів і проєктантів. Вони передбачають розробку робочих креслеників з 3D-моделі із усіма вимогами до оформлень, а також методичних розрахунків елементів деталі або виробу. Навики у оформленні машинобудівного кресленика студент отримує під час вивчення дисципліни «Креслення».



**Рис. 1. Схема використання навиків для створення конструкторської документації**

Сучасні методи і такі, що розвиваються в усьому світі, 3D-методи проектування і побудови креслення ще не знайшли належного застосування в навчальному процесі, яке б відображало їх ефективність і перспективи. Але 3D-моделі застосовуються в системах «engineering», «reengineering», а також під час написання програм на виготовлення деталей на виробництві – САМ-системи.

Графічний редактор дозволяє з 3D-моделі створити шість виглядів деталі декількома кліками миші, тож замість мінімально необхідного одного вигляду деталі типу вал користувачем створюються три вигляди, хоча в цьому немає потреби. Використовуючи функції автоматичного проставлення розмірів, дуже часто порушуються вимоги діючих стандартів на оформлення креслень. Генеруючи проєкційні вигляди з 3D-моделі, не враховуються спрощення та умовності під час оформлення технічної документації. Подібних прикладів можна наводити безліч. Таким чином студент перетворюється з інженера в оператора ПК з пакету графічних редакторів, якому потрібно лише знати, яку клавішу натиснути для виконання певної команди. Це говорить про те, що не можна протиставляти одні методики іншим, потрібно шукати симбіоз з метою раціонального використання сучасних методик, пам'ятаючи про актуальність класичних. Адже фахівці з комп'ютерної графіки, які не до кінця усвідомили логіку формування креслення і недосконало володіють умінням та навиками графічної діяльності, подібні до бійців, яких забезпечили сучасною технікою, але не навчили нею досконало володіти [15].

Класичні методики викладання не втрачають актуальності, оскільки є теоретичною основою для геометричного моделювання, в т. ч. і 3D-методів проектування. Однак, підходи до викладання за класичними методиками безумовно потрібно переглядати. Така необхідність зумовлена тим, що студент, розв'язуючи завдання методами нарисної геометрії, не зосереджується на теоретичних положеннях цієї науки, а більше акцентує свою увагу на техніці виконання самого креслення. Знаючи, що сучасні комп'ютерні технології дозволяють вирішити такі задачі з меншою трудомісткістю і меншими затратами часу, він повністю втрачає мотивацію до вивчення курсу. Тому важливою є необхідність закласти у пізнанні студента потужний

теоретичний фундамент, розуміння процесів, законів утворення просторових форм, який він зможе застосувати в майбутньому, використовуючи як інструмент комп'ютер та відповідне програмне забезпечення для вирішення поставлених перед ним задач.

Сучаснішим у плані методик викладання комплексу графічних дисциплін є використання 3D-методів проектування. Однак і тут криється багато підводних каменів, які можуть не розвивати, а навпаки притуплювати набуті раніше знання. Звичайно, сучасне програмне забезпечення відкриває ширше поле для реалізації творчих здібностей, дає змогу отримати набагато точніші результати у порівнянні з «ручною» роботою, суттєво зменшити трудомісткість і затрати часу на виконання. Часто буває так, що студент, захопившись можливостями графічного редактора, починає мимоволі втрачати набуті теоретичні знання, які йому необхідно використовувати під час роботи з ПК. Особливу увагу необхідно приділяти оформленню креслеників.

**Висновки.** Послідовність і логічність зв'язків викладання дисциплін для формування в майбутніх інженерів навиків створення конструкторської документації повинна відповідати вимогам до документації існуючих і нових технологій виробництва, а також нормам, міжнародним стандартам і вимогам СКД.

Не зважаючи на очевидну ефективність застосування комп'ютерних методів побудови креслень (2D і 3D - моделювання), потрібно визнати і можливі негативні наслідки такого навчання, пов'язані з недостатнім освоєнням теоретичного фундаменту нарисної геометрії, законів формоутворення.

Все це вимагає проведення додаткових досліджень і педагогічного аналізу наступності традиційного начального процесу і з використанням комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання графічних дисциплін для студентів технічного профілю.

#### Список використаних джерел

1. Ожга, М. М. Проблеми графічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів у наукових дослідженнях [Текст] / М. М. Ожга // Проблеми інженерно-педагогічної освіти: збірник наук. праць / Укр. інж.-пед. академія. – Х., 2012. – Вип. 34-35. – С. 226–233.
2. Джеджула О. М. Особливості створення інформаційно-технологічного середовища графічної підготовки студентів ВНЗ [Текст] / О. М. Джеджула, Ю. Л. Хомяківський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – № 4. – С. 187–191.
3. Джеджула О. М. Графічна культура як складова професійної компетентності майбутнього інженера [Текст] / О. М. Джеджула, В. О. Ордіховський // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців : [зб. наук. праць]. – Вип. 21. – ДОВ "Вінниця". – 2009 – № 4. – С. 363–366.
4. Козяр М. М. Навчально-методичний комплекс графічної підготовки майбутніх фахівців машинобудівної галузі [Текст] / М. М. Козяр // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки : реалії і перспективи : [зб. наук. праць]. – 2011. – Вип. 30. – С. 102–106.
5. Райковська Г. О. Наукові підходи та сучасний стан з графічної підготовки майбутніх фахівців у ВНЗ [Текст] / Г. О. Райковська // Вісник Житомирського державного університету ім. І. Франка. – 2007. – № 35. – С. 109–114.
6. Конопля О. В. Проблеми та значення графічної підготовки майбутніх інженерів залізничного транспорту [Текст] / О. В. Конопля // Єдність навчання і наукових досліджень – головний принцип університету : [збірник наукових праць звітно-наукової конференції викладачів університету за 2012 рік, 9-10 лютого 2013 року]. – К. : Вид-во НПУ ім. М. Драгоманова, 2013. – С. 20–22.
7. Шкіца Л. Є. Організація самостійної роботи студентів із графічних дисциплін [Текст] / [Шкіца Л. Є., Тарас І. П., Корнута О. В.] // Збірник наук. праць «Современные тенденции в науке и образовании» (27.02.2014- 28.02.2014), Варшава. – 2014. – С. 10–11.
8. Моркун В. С. Проблеми формування проектно-конструкторської компетентності гірничого інженера в процесі графічної підготовки [Текст] / [Моркун В. С., Бакум З. П.,

Цвіркун Л. О.] // Science and Education a NewDimension : Pedagogy and Psychology – II (8). – Issue : 16. – 2014. – С. 110–114.

9. Halim L. Innovative Communication Tool in Teaching Engineering Drawing [Text] / [Halim L., Yasin R., Ishar A.] // WSEAS Transactions of Information Science and Application. – Issue 2. – Vol. 9. – 2012. – P. 58–67.

10. Deshpande A. Use of Educational Technology in Engineering Education [Text] / A. Deshpande // WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education. – Issue 8. – Vol. 7. – 2010. – P. 245–154.

11. Kheyfets A. L. Computerising the course of descriptive geometry (Компьютеризация курса начертательной геометрии) [Text] / A. L. Kheyfets // Proceedings of «The 7th International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry. Volume 2». Cracow, Poland, 18-22 July 1996. S. 724-725.

12. Хейфец А. Л. О перспективах нового теоретического курса как альтернативы начертательной геометрии [Текст] / А. Л. Хейфец // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОСВПО. Материалы II международной научно-практической интернет-конференции. Пермь. Февраль-март 2011. – Издат-во ПГТУ, 2011. – С. 38–35.

13. Хейфец А. Л. Реорганизация курса начертательной геометрии как актуальная задача развития кафедр графики [Текст] / А. Л. Хейфец // Геометрия и графика. – 2013. Том 1., Вып.2, С. 21-23.

14. Кунву Ли. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) [Текст] / Ли Кунву // СПб. : Питер. – 2004. – 560 с.

15. Виходець В. В. Шляхи підвищення фахової підготовки майбутніх інженерів з графічних дисциплін [Текст] / В. В. Виходець, Г. А. Матвеева, Б. П. Качмар // Науковий вісник, 2007. – Вип. 17.2.

#### References

1. Ozha M. (2012). Problemy hrafichnoi pidhotovky maibutnix inzheneriv-pedahohiv u naukovykh doslidzhenniakh [Problems graphic preparation of future engineers-teachers in research]. *Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity : zbirnyk nauk. prats – Problems of engineering and teacher education: a collection of science. Labor / Ukr. eng.-ped. Academy*, 34-35, 226-233. [in Ukrainian].

2. Dzhedzhula A. (2011). Osoblyvosti stvorennia informatsiino-tehnolohichnoho seredovyscha hrafichnoi pidhotovky studentiv VNZ [Features creation of an information technology environment graphic preparation of university students]. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu – Herald of Vinnitsa Polytechnic Institute*, 4, 187-191. [in Ukrainian].

3. Dzhedzhula O. M. (2009). Hrafichna kultura yak skladova profesiinoi kompetentnosti maibutnoho inzhenera [Graphic culture as part of the professional competence of the future engineer]. *Suchasni informatsiini tehnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv – Modern information technologies and innovative teaching methods in training* [Coll. Science. works], 21, DOW «Vinnitsa», 363-366. [in Ukrainian].

4. Kozyar M. M. (2011). Navchalno-metodychnyi kompleks hrafichnoi pidhotovky maibutnix fakhivtsiv mashynobudivnoi haluzi [Training complex graphics training of future specialists engineering industry]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriya 5. Pedahohichni nauky : realii i perspektyvy – Scientific Journal NEA Dragomanov. 5. Teaching Science Series: Realities and Prospects* [Coll. Science. works], 30, 102-106. [in Ukrainian].

5. Raykovska G. O. (2007). Naukovi pidkhody ta suchasnyi stan z hrafichnoi pidhotovky maibutnix fakhivtsiv u VNZ [Scientific approaches and the current state of graphic preparation of future specialists in universities]. *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho universytetu im. I. Franka – Bulletin I. Franko Zhytomyr State University*, 35, 109-114. [in Ukrainian].

6. Konoplia O. V. (2013). Problemy ta znachennia hrafichnoi pidhotovky maibutnix inzheneriv zaliznychnoho transportu [Problems and graphic preparation of future values of Transportation]. *Yednist navchannia i naukovykh doslidzen – holovnyi pryntsyup universytetu – Unity of teaching and research – the main principle of the university* [collection of scientific papers reporting scientific conference of university teachers by 9 February 10, 2013]. - Kyiv: Izd NEA them. Dragomanov, 20-22. [in Ukrainian].

7. Shkitsa L. E., Taras I. P., Kornuta O. V (2014). Orhanizatsiia samostiinoi roboty studentiv iz

hrafichnykh dystsyplin [Organization of independent work of graphic disciplines]. *Zbirnyk nauk. prats «Sovremennye tendentsyy v nauke y obrazovanyy» – Proceedings of Sciences. works "Modern trends in science and education"* (27.02.2014- 28.02.2014), Warsaw, 10-11. [in Ukrainian].

8. Morkun V. S., Bakuma Z. P., Cricket L. O. (2014). Problemy formuvannia proektno-konstruktorskoj kompetentnosti hirnychoho inzhenera v protsesi hrafichnoi pidhotovky [Problems of formation of design competence mining engineer in the graphic preparation]. *Science and Education a New Dimension: Pedagogy and Psychology*, II (8), Issue: 16, 110-114. [in Ukrainian].

9. Halim L., Yasin R., Ishar A. (2012). Innovative Communication Tool in Teaching Engineering Drawing. WSEAS Transactions of Information Science and Application. Issue 2, 9, 58-67.

10. Deshpande A. (2010). Use of Educational Technology in Engineering Education. WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education. Issue 8, 7, 245-154.

11. Kheyfets A. L. (1996). Computerising the course of descriptive geometry. Proceedings of «The 7th International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry. Volume 2 ». Cracow, Poland, 18-22 July, 724-725.

12. Heifetz A. L. (2011). O perspektivah novogo teoreticheskogo kursa kak al'ternativy nachertatel'noj geometrii [O prospects theoretically new course as alternatives nachertatel'noy geometry]. Problemy kachestva graficheskoy podgotovki studentov v tehničeskom vuze v uslovijah FGOSVPO – Problems of quality hrafycheskoy studentov in the preparation of technical vuze in terms GEF VPO. II *Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja internet-konferencija – 2<sup>nd</sup> International scientific-practical Internet-conference. (Fevral-March 2011)*. Perm:PHTU, 38-35. [in Russian].

13. Heifetz A. L. (2013). Reorganizacija kursa nachertatel'noj geometrii kak aktual'naja zadacha razvitija kafedr grafiki [Reorganization course nachertatel'noy as geometry problem: a crucial development departments graphics]. *Geometrija i grafika – Geometry and Graphics*, 1/2, 21-23. [in Russian].

14. Kunvu Lee. (2004). *Osnovy SAPR (CAD/CAM/CAE) [Principles of CAD/CAM/CAE Systems]*. S-Pb. : Piter, 560. [in Russian].

15. Vykhodets V. V., Matveeva G. A., Kachmar B. P. (2007). Shliakhy pidvyshchennia fakhovoi pidhotovky maibutnikh inzheneriv z hrafichnykh dystsyplin [Ways to improve professional training of future engineers of graphic disciplines]. *Naukovyi visnyk – Scientific Journal*, 17.2. [in Ukrainian].