

Міністерство освіти і науки України
Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БОЙКО ВЛАДИСЛАВ АНАТОЛІЙОВИЧ

УДК 378.147:004.94


ДИСЕРТАЦІЯ

**МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ МАЙБУТНІХ
ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ**

13.00.02 – теорія і методика навчання (технічні дисципліни)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело


В.А. Бойко

Науковий керівник: **Голіяд Ірина Семенівна,**
кандидат педагогічних наук, доцент

Київ – 2019

АНОТАЦІЯ

Бойко В. А. Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук зі спеціальності 13.00.02 – Теорія та методика навчання (технічні дисципліни). – Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Київ, 2019.

Дисертаційне дослідження присвячене теоретичному обґрунтуванню та експериментальній перевірці методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання. Актуальність обраної теми зумовлена низкою суперечностей, які вказують на необхідність творчої професійної самореалізації та розвитку науково-пошукового стилю графічної діяльності інженера, інноваційних досягнень у галузі графічної культури сучасного виробництва, інформатизації професійної діяльності інженера, зокрема, графічної, підвищення рівня вимог сучасного виробництва до рівня графічної діяльності інженера.

У межах дослідження з'ясовано сутність основних категорій та понять щодо навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання; науково-педагогічні основи формування інженерно-графічних знань й умінь у майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання з науково-педагогічної точки зору; сучасний стан і тенденції розвитку навчання інженерно-графічних дисциплін з використанням комп'ютерного моделювання в умовах ЗВО.

Орієнтуючись на предмет дослідження, в роботі розкрито сутність таких базових категорій, як: «моделювання» та «модель», геометричне моделювання, комп'ютерне геометричне моделювання, інженерна графіка, інженерна комп'ютерна графіка, інженер-механік і т. ін. Аналіз існуючих визначень понять геометричного моделювання дозволив сформулювати власне загальне визначення, за яким комп'ютерне геометричне моделювання – це процес відображення властивостей та відносин реального або уявного об'єкта на спеціально створеній

для цього тривимірній геометричній моделі засобами комп'ютерної графіки, дослідження якої дає нам нові знання про цей об'єкт.

У ході дослідження було встановлено, що комп'ютерне геометричне моделювання тісно пов'язується з такими аспектами: як вид діяльності, як засіб для реалізації певного виду діяльності, як самостійна система знань та умінь, що, з одного боку, формується певним чином, а з іншого – виступає базою для формування інших професійно важливих складових майбутнього фахівця. Відповідно до дидактичної точки зору комп'ютерне геометричне моделювання стає важливою складовою професійної підготовки майбутніх інженерів-механіків, причому усіх її компонентів: змістовного, технологічного, результативного тощо.

Дослідження теоретичного доробку в контексті наукової проблеми дає підстави стверджувати, що вона вивчалася вченими, у першу чергу, в контексті професійної підготовки інженерів-механіків, у другу – в контексті інженерно-графічної їх підготовки, і в третю – в контексті дидактичних аспектів організації навчання комплексу інженерно-графічних дисциплін. Останній виявився найменш дослідженим.

Це стосується методологічних підходів щодо організації навчального процесу в структурі професійної підготовки майбутніх фахівців (таких як компетентнісний, діяльнісний, особистісно орієнтований та ін.), дидактичних вимог щодо навчання інженерної графіки як формально організованого процесу у ЗВО, структурування освітнього, дисциплінарного та міждисциплінарного змісту навчання, інтеграції стандарту та інновацій як в аспекті професійно орієнтованого змісту, так і в аспекті організації педагогічного процесу, оцінки результатів його здійснення.

Здійснено аналіз сучасного стану і тенденцій розвитку навчання інженерно-графічних дисциплін із використанням комп'ютерного моделювання та виявлено, що сьогодні існують фактично дві складові методики навчання інженерній графіці: традиційна і комп'ютерна. Причому чітко прослідковується перехідний період від інженерної графіки традиційної до комп'ютерної.

Встановлено, що недоліком традиційної методичної системи навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх інженерів-механіків є консервативність, невідповідність змісту інженерно-графічного навчання вимогам сучасного виробництва, розвитку техніки і технологій. У наявності типова ситуація навчання інженерній графіці при домінуванні репродуктивних методів навчання, обмеженості науково-методичного інструментарію інноваційного характеру, належного навчально-методичного забезпечення щодо організації самостійної роботи. Як результат – помітне тенденційне зниження навчальних прагнень та відповідно і навчальних досягнень студентів, значні труднощі в оволодінні навчальними предметами з інженерної графіки.

Між тим було визначено, що на теперішній час розроблено ряд основних дидактичних можливостей найпоширеніших авторських педагогічних програмних засобів для реалізації комп'ютерно-орієнтованого навчання інженерно-графічних дисциплін у ЗВО. У системі інженерно-графічної підготовки студентів різних ЗВО України активно створюються й впроваджуються педагогічні програмні засоби. Характерною ознакою таких є те, що вони відрізняються своїми функціонально-технічними можливостями та дидактичною спрямованістю.

У результаті вивчення тенденцій розвитку навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання доведено, що сучасна інженерно-графічна підготовка інженерів-механіків ставить нові завдання у викладанні графічних дисциплін. До них відноситься не лише засвоєння теоретичних знань з інженерно-графічних дисциплін і їх практичне використання, а й володіння деякими графічними комп'ютерними програмами. Для вивчення нарисної геометрії, інженерної, комп'ютерної і машинної графіки на сьогодні найбільш відомі і вибірково використовувані графічні редактори AutoCAD і КОМПАС-3D, оскільки відмінною рисою сучасної графічної підготовки стає використання твердотілого моделювання.

Таким чином, можна стверджувати, що на сучасному етапі професійної підготовки майбутніх інженерів-механіків склалася ситуація накопичення потенційних можливостей щодо ефективного навчання інженерної графіки у

зкладах вищої освіти. Однак, що стосується навчання інженерно-графічних дисциплін засобами комп'ютерного моделювання, використання існуючого потенціалу обмежується факторами об'єктивного і суб'єктивного характеру.

З метою вдосконалення навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання в дисертації розроблено й обґрунтовано концепцію графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Базуючись на понятті дидактичної концепції як системи поглядів на процес навчання, що відображає напрями, пріоритети і технології розвитку його як об'єкту управління на довготривалу перспективу, було обґрунтовано три рівні концепції графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання: загально дидактичний, загально методичний та предметно методичний.

Загально дидактичний рівень концепції складають теорії освіти і навчання на сучасному етапі її розвитку (асоціативні теорії, проблемного навчання, поетапного формування розумових дій, розвивального навчання, оптимізації навчання); парадигмальні підходи до організації професійного навчання (компетентнісний, діяльнісний, особистісно розвивальний), відповідні до них дидактичні принципи, принципи виробничого навчання (політехнічний, поєднання навчання з виробничою працею, моделювання професійної діяльності, професійної мобільності, модульності, самоуправління в пізнавальному і виробничому навчанні) та принципи особистісно орієнтованого розвитку (індивідуальності, суб'єктності, вільного вибору, творчої самореалізації, розвиваючого потенціалу).

Загальнометодичний рівень розроблення концепції включає: визначення конкретних цілей навчання інженерної графіки, його значення як складової частини професійної підготовки майбутніх інженерів-механіків; визначення змісту навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання; обґрунтування найбільш раціональних форм, методів, засобів, технологій навчання, що забезпечать належне засвоєння студентами знань, умінь і навичок як

основи формування професійних компетенцій; забезпечення надійного та гнучкого підходу до оцінки навчальних досягнень.

Предметно методичний рівень концепції включає: цілі навчання курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»; дидактичні принципи структурування змісту інженерно-графічних дисциплін, у тому числі курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»; інтерактивний стиль навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання; критерії, показники та рівні інженерно-графічної підготовки студентів як результату навчання інженерно-графічних дисциплін.

На основі теоретичного пласту дослідження виділено та сформульовано такі напрями та принципи структурування курсу навчання інженерної графіки: професіоналізація змісту навчання; виділення компонентів у змісті навчання; упровадження модульної системи; проблемно-тематичний підхід; використання інваріанта структурної моделі науки.

Доведено, що інтерактивний стиль навчання майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання є максимально ефективним способом оволодіння змістом інженерно-графічних дисциплін. Методичною доказовою основою послужило розроблення та впровадження в практику таких форм, методів навчання та пізнавальної діяльності як проблемна лекція, проблемно-орієнтована дискусія, мозкова атака, рефлексивний полілог, імітаційна діяльність, робота в проект-групах, метод проектів тощо.

У системі «викладач – комп'ютер – студент» нами обґрунтовано методичну доцільність використання полілогу при визначенні особливості методики створення тривимірної моделі складальної одиниці, яка реалізується в середовищі сучасної CAD/CAM системі Autodesk Fusion 360 і передбачає створення реалістичних зображень засобами 3D-візуалізації; проектної діяльності при впровадженні програмного продукту AutoCAD, КОМПАС-3D; методики навчання курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» з використанням технологій відкритого дистанційного навчання.

Нами у співпраці з творчою групою викладачів розроблено комплекс навально-методичного та дидактичного забезпечення навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання.

З метою експериментальної перевірки результативності впровадження у процес інженерно-графічної підготовки вдосконаленої методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання було створено на базі експериментальних ЗВО творчі групи педагогів та спрямовано їх діяльність як науково-методичну. У рамках експерименту зусиллями педагогів було здійснено корегування навчальних планів, навчальних програм професійно орієнтованих інженерно-графічних дисциплін, навчально-методичного та дидактичного їх забезпечення.

Щоб оцінити результативність методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання було обґрунтовано критерії та рівні такої підготовки. В основу їх визначення покладено такі компоненти: мотиви професійної підготовки; володіння професійними знаннями; професійно-практичні (компетенційні) уміння; інформаційно-комунікативна активність; рефлексивно-ціннісна позиція.

Наукова новизна полягає в тому, що вперше теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено концепцію графічної підготовки та методику навчання інженерної графіки, обґрунтовано та розроблено методику використання програмного продукту Fusion 360 при вивченні інженерно-графічних дисциплін, розроблено дидактичні матеріали для реалізації методики; уточнено підходи до використання програмного забезпечення комп'ютерної графіки з точки зору комплексного використання КОМПАС-3D, AutoCAD та Fusion 360; розроблено критерії, показники та рівні інженерно-графічної підготовки студентів як результат впровадження обґрунтованої методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання; розглянуто поняття інженерної графіки, комп'ютерного моделювання, дидактичної концепції відповідно до мети і завдань дослідження; удосконалено структуру навчальної дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», розроблено

навчально-методичний комплекс навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання; отримали подальшого розвитку основні принципи, методи, засоби та форми навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Практичне значення полягає у створенні та впровадженні у навчальний процес навчально-методичного комплексу навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання з використанням технологій відкритого дистанційного навчання; розробці навчальних і робочих програм, конспектів лекцій, робочих зошитів, навчальних посібників та методичних рекомендацій щодо виконання графічних завдань з інженерної графіки, нарисної геометрії та комп'ютерної графіки; лабораторного практикуму в середовищі сучасних CAD/CAM систем Fusion 360, AutoCAD та КОМПАС-3D; пакетів комплексних контрольних робіт, пакетів завдань для модульного контролю та матеріали для підсумкового контролю знань студентів.

Ключові слова: комп'ютерне моделювання, інженерна графіка, інженер-механік, методика навчання, графічні дисципліни, навчально-методичний комплекс, тривимірний модель, візуалізація, концепція графічної підготовки.

SUMMARY

Boiko V.A. Methodology of training the engineering graphics of the future engineers-mechanics by means of computer modeling. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of a candidate of pedagogical sciences in specialty 13.00.02 – Theory and methodology of training (technical disciplines). – National Pedagogical University named after M.P. Drahomanov, Kyiv, 2019.

The dissertation is devoted to theoretical substantiation and the experimental verification of the methodology of training the engineering graphics of the future engineers-mechanics by means of computer modeling. The urgency of the chosen topic is determined by a number of contradictions that indicate at the need for a creative professional self-realization and the development of the research-searching style of the graphic activity of an engineer, innovative achievements in the field of graphic culture of modern production, informatization of professional activity of an engineer, in particular, graphic, raising the level of requirements of modern production to the level of graphic activity of an engineer.

Within the framework of the study it has been determined the essence of the main categories and concepts in regard to training the engineering graphics of the future engineers-mechanics by means of computer modeling; scientific and pedagogical bases of formation of engineering-graphic knowledge and abilities in the future engineers-mechanics by means of computer modeling from a scientific and pedagogical point of view; the current state and trends of the development of teaching engineering and graphic disciplines using computer modeling in IHE conditions.

Focusing on the subject of the study it has been revealed the essence of such basic categories as «modeling» and «model», geometrical modeling, computer geometric modeling, engineering graphics, engineering computer graphics, an engineer-mechanic, etc. An analysis of the existing definitions of the concepts of geometric modeling allowed us to formulate a general definition, according to which a computer geometric modeling is the process of displaying the properties and relations of a real or imaginary object to a

specially created three-dimensional geometric model for this purpose by means of computer graphics, the study of which gives us new knowledge about this object.

During the study, it was determined that a computer geometric modeling is closely linked with such aspects as the type of activity, as a means for the implementation of a particular activity, as an independent system of knowledge and skills, formed on the one hand in a certain way, but on the other – serves as the basis for the formation of other professionally important components of a future specialist. According to the didactic point of view a computer geometric modeling becomes an important component of the professional training of the future engineers-mechanics, with all its components: profound, technological, effective, etc.

The study of theoretical work in the context of the scientific problem gives grounds to assert that it was studied by scientists in the first place in the context of professional training of engineers-mechanics, in the second – in the context of their engineering and graphic preparation, and in the third – in the context of didactic aspects of the organization of training the complex of engineering graphic disciplines. The last one was the least studied.

This concerns the methodological approaches to the organization of the educational process in the structure of professional training of future specialists (such as competence, activity, personally oriented, etc.), didactic requirements for the training of engineering graphics as a formally organized process in IHE, structuring the educational, disciplinary and interdisciplinary content of training, integration of the standard and innovations both in the aspect of professionally oriented content and in the aspect of the organization of the pedagogical process, the evaluation of its results of performing.

An analysis of the current state and trends of the development of training in engineering and graphic disciplines with the use of a computer modeling and found out the fact that today there are actually two components of the methodology of teaching engineering graphics: traditional and computer. Moreover, the transitional period from the engineering graphics to the computer is clearly traced.

It has been determined that the disadvantage of the traditional methodical system of training the engineering and graphic disciplines of the future engineers-mechanics is

conservatism, inconsistency of the content of engineering and graphic training with the requirements of modern production, the development of technics and technology. There is a typical situation in the training of engineering graphics in the domination of reproductive methods of training, the limited scientific and methodological tools of innovative character, proper teaching and methodological support for the organization of independent work. As a result, there is a noticeable tendency to decrease the educational aspirations and, accordingly, the academic achievements of students, significant difficulties in mastering academic subjects in engineering graphics.

Meanwhile, it was determined that a number of basic didactic capabilities of the most common author's pedagogical software tools for the implementation of computer-oriented training of engineering and graphic disciplines in IHE have been developed at the present time. In the system of engineering and graphic training of students of different IHE of Ukraine, pedagogical software tools are actively being created and implemented. A characteristic feature of such is that they differ in their functional and technical capabilities and didactic orientation.

As a result of studying the trends in the development of training in engineering graphics by means of computer modeling it has been proved that modern engineering and graphic training of engineers-mechanics poses new tasks in teaching graphic disciplines. These include not only mastering theoretical knowledge of engineering and graphic disciplines and their practical use, but also the possession of some graphic computer programs. As graphic editors for the study of design geometry, engineering, computer and machine graphics, today the most well-known and selectively used AutoCAD and KOMPAS-3D, since the use of solid-state modeling is a distinctive feature of modern graphical preparation.

Thus, it can be argued that at the current stage of training the future engineers-mechanics there is a situation of accumulation of potential opportunities for effective training of engineering graphics in higher education. However, as regards the teaching of engineering and graphic disciplines by means of computer modeling, the use of existing potential is limited by factors of objective and subjective nature.

In order to improve the training of engineering graphics of the future engineers-mechanics by means of computer modeling it has been developed and substantiated the concept of graphic training of the future engineers-mechanics by means of computer modeling in the dissertation.

Based on the notion of didactic concept as a system of views on the training process, which reflects the directions, priorities and technologies of its development as a management object for the long-term perspective, three levels of concept of graphic training of the future engineers-mechanics by means of computer modeling were substantiated: general didactic, general methodical and subject methodical.

The generally didactic level of the concept consists of the theory of education and training at the present stage of its development (associative theories, problem studying, phased formation of mental activities, developmental training, training optimization); paradigmatic approaches to the organization of vocational training (competence, activity, personally developing), their respective didactic principles, principles of production training (polytechnic, a combination of training with productive labor, modeling of professional activity, professional mobility, modularity, self-management in cognitive and production training), and the principles of personally oriented development (individuality, subjectivity, free choice, creative self-realization, developing potential).

The general methodological level of the development of the concept includes: the definition of the specific objectives of the training of engineering graphics, its importance as an integral part of training the future engineers- mechanics; defining the content of engineering graphics training by means of computer modeling; substantiation of the most rational forms, methods, means, technologies of training, which will ensure proper acquisition of knowledge, skills and abilities by students as the basis for the formation of professional competences; providing a reliable and flexible approach to assessing academic achievements.

The subject-methodological level of the concept includes: objectives of the course «Descriptive geometry, engineering and computer graphics»; didactic principles of structuring the content of engineering and graphic disciplines, including the course «Descriptive geometry, engineering and computer graphics»; an interactive style of

engineering graphics training by means of computer modeling; criteria, indicators and levels of engineering and graphic preparation of students as a result of training in engineering and graphic disciplines.

As the most effective way of mastering the content of engineering and graphic disciplines, an interactive style of training the future engineers-mechanics by means of computer modeling is proved. The methodological evidence base was the development and introduction into practice of such forms, teaching methods and cognitive activities as a problem lecture, a problem-oriented discussion, a brain attack, a reflexive polygon, simulation activity, a work in project groups, a method of projects, etc.

In the system «teacher – computer – student» we justified the methodological feasibility: the use of a polylogue with certain features of the methodology for creating a three-dimensional model assembly unit, which is that it is implemented in the medium of modern CAD/CAM system Autodesk Fusion 360 and provides for the creation of realistic images by means of 3D-visualization; the project activity when implementing the software product AutoCAD, COMPASS-3D; the methodology of studying the course «Descriptive geometry, engineering and computer graphics» with the use of open distance learning technologies.

In cooperation with the creative group of teachers, we have developed a complex of the bulk-methodical and didactic support for training of engineering graphics by means of computer modeling.

For the purpose of the experimental verification of the effectiveness of the implementation in the process of the engineering-graphic preparation of the advanced methodology of teaching engineering graphics by the future engineers-mechanics, a computer modeling was created on the basis of experimental IHE creative groups of teachers and directed their activities as a scientific and methodological. As part of the experiment, it was carried out correcting curricula, training programs of the professionally oriented engineering and graphic disciplines, their teaching and methodical and didactic provision by the efforts of teachers.

The criteria and levels of such training were substantiated in order to assess the effectiveness of the methodology of teaching engineering graphics by the future

engineers-mechanics by means of computer modeling. The basis for their definition were the following components: motives for training; mastering professional knowledge; professional-practical (competency) skills; informational and communicative activity; reflexivity-value position.

The scientific novelty is that for the first time the concept of graphic preparation and methodology of engineering graphics has been theoretically substantiated and experimentally verified, the method of using the software product Fusion 360 has been substantiated and developed in the course of studying engineering and graphic disciplines, didactic materials for the implementation of the methodology have been developed; the approaches to using computer graphics software in terms of the integrated use of COMPASS-3D, AutoCAD, Fusion 360 are specified; development of criteria, indicators and levels of engineering and graphic preparation of students as a result of the introduction of a sound methodology for training the engineering graphics of the future engineers-mechanics by means of computer modeling; the concept of engineering graphics, computer modeling, the didactic concept in accordance with the purpose and objectives of the study; the structure of the course «Descriptive geometry, engineering and computer graphics» has been improved; the educational-methodical complex of training of engineering graphics of the future engineers-mechanics has been developed by means of computer modeling; it was got the further development of the basic principles, methods, means and forms of training of engineering graphics of the future engineers-mechanics by means of computer modeling.

The practical significance is the creation and implementation in the educational process of a teaching-methodical complex of training the engineering graphics of the future engineers-mechanics by means of computer modeling with using the open distance training technologies; the development of educational and work programs, lecture notes, workbooks, manuals and methodical recommendations for performing graphic tasks on engineering graphics, the design geometry and computer graphics; the laboratory workshop in the framework of modern CAD/CAM systems Fusion 360, AutoCAD and COMPASS-3D; packages of complex control works, task packages for modular control and materials for the final control of students' knowledge.

Key words: computer modeling, engineering graphics, engineer-mechanic, teaching methodology, graphic disciplines, educational-methodical complex, three-dimensional model, visualization, concept of graphic preparation.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Гриценко Л. О., **Бойко В. А.** Інноваційні аспекти викладання інженерної та комп'ютерної графіки. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки: реалії та перспективи: зб. наук. пр. 2013. Вип. 39. С. 40-45. *(Здобувачем дослідженні передумови для реалізації дистанційного навчання інженерній та комп'ютерній графіці та сформульовано висновки).*

2. Бойко В.А. Застосування графічного редактора AutoCAD у розробленні наочних дидактичних матеріалів. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки: реалії та перспективи: зб. наук. пр. 2014. Вип. 45. С. 15-20.

3. Бойко В.А. Використання графічного редактора AutoCAD у навчанні кресленню. Трудова підготовка в рідній школі: наук.-метод. журн. 2014. № 3. С. 43-47.

4. Бойко В.А. Щодо змістової характеристики поняття комп'ютерного геометричного моделювання. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки: реалії та перспективи: зб. наук.пр. 2015. Вип. 51. С. 26-32.

5. Бойко В.А. Типові учнівські олімпіадні завдання з креслення. Трудова підготовка в рідній школі: наук.-метод. журн. 2015. № 4. С. 34-37.

6. Бойко В.А. Комп'ютерне геометричне моделювання у професійній проектно-конструкторській діяльності. Молодь і ринок: щоміс. наук.-пед. журн. Дрогобич : Дрогобиц. держ. пед. ун-т ім. Івана Франка. 2016. № 3. С.145-150.

7. Бойко В.А. Навчальна програма за спеціалізацією «Технологічна та комп'ютерна графіка» освітньої галузі «Технологія». Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка. 2016. №2. С. 45 – 51 (фахове видання України, що внесено до міжнародної наукометричної бази IndexCopernicus).

Статті у міжнародних наукових періодичних виданнях

8. Голянд И. С., Бойко В. А. Внедрение дистанционного курса «Начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики» в процесс подготовки студентов инженерных специальностей. European Applied Sciences. 2017. № 3. С. 44–49. *(Здобувачем описані основні структурні компоненти впровадженого у навчальний процес дистанційного курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»).*

9. **Boyko V.**, Goliad I., Hrytsenko L., Korchemna M. Teaching the engineering graphics of the applicants for higher education by means of computer modeling as a scientific and pedagogical problem. International Journal of Engineering & Technology. 7 (4.8) 2018. P 554–558. *(Здобувачем проаналізовані роботи вітчизняних та зарубіжних вчених присвячених формуванню професійної компетентності майбутніх фахівців).*

Опубліковані праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

10. Бойко В. А. Відеоурок як засіб удосконалення методики викладання графічних дисциплін. Теоретико-методичні аспекти професійної і технологічної освіти: матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф., 4 жовт. 2012 р. Полтава : Полтавський літератор., 2012. С. 200–204.

11. **Бойко В. А.**, Томашук П. В. Зміни вимог державних стандартів до оформлення конструкторської документації. Тези 67-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету. Том 2. (Полтава, 15 квітня – 15 травня 2015 р.). Полтава: ПолтНТУ. 2015. С. 295–296.

12. Бойко В. А. Сучасні підходи до комп'ютерного геометричного моделювання у комплексному CAD/CAE/CAM інструменті Autodesk Fusion 360. Тези 68-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету. Том 2. (Полтава, 2 квітня – 22 травня 2016 р.). Полтава: ПолтНТУ, 2016. С.286–288.

13. **Бойко В. А.**, Міхньович М. А. Методика моделювання деталі типу пружини стиснення. Тези 69-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету. Том 2. (Полтава, 20 квітня 2017 р.). Полтава: ПолтНТУ. 2017. С. 333–335.

14. **Бойко В. А.**, Дорошенко В. С. Сучасний стан інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання у ВНЗ. Тези 70-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету. Том 2. (Полтава, 23 квітня – 18 травня 2018 р.). Полтава: ПолтНТУ. 2018. С. 337–338.

15. Бойко В. А. Теоретичні основи дослідження проблеми інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання. Трудове навчання і технології: сучасні реалії та перспективи розвитку: матеріали VIII Міжн. наук.-практ. конф. пам'яті академіка Д.О.Тхоржевського, 23 березня 2018 року. Актуальні питання графічної підготовки: теорія, практика та шляхи розвитку: матеріали V Міжн. наук.-практ. конф. пам'яті члена-кореспондента НАПН України В.К.Сидоренка, 24 березня 2018 року. Київ. 2018. С. 8–13.

Навчально-методичні посібники та методичні рекомендації

16. Калашніков О. С., Харченко О. Є., Кузьменко Р. Х., **Бойко В. А.**, Печенова В.В. Методичні вказівки до геометричного і проєкційного креслення для студентів технічних спеціальностей та слухачів підготовчого відділення. Полтава: ПолтНТУ, 2007. 37 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 3 від 25.06.2005 року. Здобувачем розроблені приклади виконання завдань та варіанти індивідуальних завдань).*

17. Кодак О. А., Харченко О. Є., **Бойко В. А.** Навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів над графічними роботами у I семестрі з курсу «Інженерна графіка» для студентів будівельних спеціальностей усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2008. 79 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного*

університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 1 від 17.10.2007 року. Здобувачем розроблені рекомендації для виконання завдань 9, 7 та приклади виконання завдань 1, 2, 3, 4, 7).

18. Воронцов О. В., Усенко В. Г., **Бойко В. А.** Методичні вказівки до виконання завдань із інженерної графіки у 2-му семестрі для студентів будівельних спеціальностей усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2008. 31 с. (Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 5 від 08.07.2008 року. Здобувачем розроблені приклади виконання завдань та варіанти індивідуальних завдань).

19. Воронцов О. В., Погорілий Д. Ф., Усенко В. Г., **Бойко В. А.** Навчально-методичний посібник до виконання завдання «Складальне креслення» для студентів будівельних та механічних спеціальностей усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2008. 60 с. (Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол №3 від 30.12. 2008 року. Здобувачем підготовлено розділи «Послідовність виконання ескізів» та «Порядок виконання складального креслення»).

20. Воронцов О. В., Усенко В. Г., **Бойко В. А.** Методичні вказівки до виконання завдань з інженерної графіки у 2-му семестрі для студ. будівельних спец. усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2008. 31с. (Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 5 від 8.07. 2008 року. Здобувачем розроблені приклади виконання завдань 1-8).

21. Усенко В. Г., Кодак О. А., **Бойко В. А.** Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з інженерної графіки (спецкурс) для студентів будівельних спеціальностей. Полтава: ПолтНТУ, 2009. 36 с. (Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 4 від 11.03.2010 року. Здобувачем розроблені рекомендації до виконання лабораторних робіт 1, 3, 4).

22. Воронцов О. В., Усенко В. Г., **Бойко В. А.** Методичні вказівки до виконання завдань із нарисної геометрії для студентів денної та заочної форм навчання (графічні роботи № 1, 2). Полтава: ПолтНТУ, 2010. 34 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол №4 від 11.03.2010 року. Здобувачем підготовлені приклади виконання завдань 1-9 та розроблені варіанти індивідуальних завдань до графічних робіт 8-9).*

23. Усенко В. Г., Кузьменко Р. Х., Маслова С. А., **Бойко В. А.** Навч.-метод. посібник до викон. завдання «Креслення будинку» для студ. напрямів підгот.: «Архітектура», «Буд-во» та «Гідротехніка (водні ресурси)» всіх форм навчання у II семестрі з курсу «Інженерна графіка». Полтава: ПолтНТУ, 2011. 61 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 2 від 21.04. 2011 року. Здобувачем підготовлені рекомендації щодо побудови координатних осей, розміщення та креслення зовнішніх, внутрішніх несучих стін й сходів на плані та розрізі).*

24. Кузьменко Р. Х., Харченко О. Є., **Бойко В. А.** Методичні вказівки до виконання завдання «Креслення вузлів залізобетонних конструкцій будівель та споруд» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» всіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2012. 38 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 4 від 14.12.2012 року. Здобувачем розроблені варіанти індивідуальних завдань для виконання графічної роботи).*

25. Кузьменко Р. Х., Харченко О.Є., **Бойко В. А.**, Чепіга Л. Д. Методичні рекомендації до викон. завдань із нарисної геометрії, інж. та комп. графіки для студ. напрямків підготовки 6.050304 «Нафтогазова справа», 6.050503 «Машинобудування» прискореної форми навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2012. 50 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка,*

протокол № 2 від 8.10.2012 року. Здобувачем розроблені рекомендації до виконання завдань 4, 6, 7).

26. Погорілий Д. Ф., **Бойко В. А.**, Чепіга Л.Д. Навчальний посібник до виконання завдання «Деталювання складального креслення» для студентів електромеханічного факультету денної та заочної форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2012. 55 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 4 від 30.06.2011 року. Здобувачем розроблені розділи «Позначення шорсткості поверхні» та «Конструктивно-технологічні елементи деталі»).*

27. Харченко О. Є., **Бойко В. А.** Навчально-методичний посібник з електротехнічного креслення для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка». Полтава: ПолтНТУ, 2013. 102 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 6 від 30.07. 2013 року. Здобувачем підготовлені вказівки для виконання схем електричних принципів і позначень умовних графічних в електричних схемах).*

28. Бойко В. А. Конспект лекцій з дисципліни «Нарисна геометрія» для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2013. 140 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 6 від 30.07. 2013 року).*

29. Бойко В. А., Конспект лекцій з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій» усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2014. 70 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 5 від 20.05. 2014 року).*

30. Бойко В. А. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів по виконанню індивідуальних завдань із нарисної геометрії для студентів напряму

підготовки 6.050702 – Електромеханіка. Полтава: ПолтНТУ, 2015. 41 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 4 від 22 грудня 2015 року).*

31. Маслова С. А., **Бойко В. А.**, Патенко Ю. Э. Черчение. Часть I : Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работы слушателей подготовительного отделения для иностранцев. Полтава: ПолтНТУ, 2015. 91 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 3 від 24 листопада 2015 року. Здобувачем підготовлені приклади графічних робіт).*

32. Бойко В. А. Навчальний посібник та збірник тестів із нарисної геометрії для самостійної роботи студентів технічних спеціальностей денної, прискореної та дистанційної форм навчання у I семестрі з курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка». Полтава: ПолтНТУ, 2016. 86 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 7 від 14 червня 2016 року).*

33. Маслова С. А., **Бойко В. А.**, Патенко Ю. Е. Креслення. Частина II Основи нарисної геометрії: Навчально-методичний посібник для практичних занять і самостійної роботи слухачів підготовчого відділення для іноземців. Полтава: ПолтНТУ, 2016. рос. мовою. 80 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 2 від 28 грудня 2016 року. Здобувачем підготовлені приклади графічних робіт).*

34. Кодак О. А., **Бойко В. А.** Навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів по виконанню індивідуальних завдань з курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів будівельних спеціальностей усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2016. 70 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного*

технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 2 від 28 грудня 2016 року. Здобувачем розроблені рекомендації для виконання та варіанти індивідуальних завдань графічних робіт 9, 7 та приклади виконання завдань 1, 2, 3, 4, 7).

35. **Бойко В. А.**, Патенко Ю. Е. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із нарисної геометрії для студентів денної та заочної форм навчання. Вказівки до виконання завдання «Проекції з числовими позначками». Полтава: ПолтНТУ, 2017. 40 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 1 від 23 листопада 2017 року. Здобувачем розроблені рекомендації для виконання та варіанти індивідуальних завдань графічних задач 1-6).*

36. Patenko Iu., PhD, **Boyko V.** Guidelines for execution graphical tasks on Descriptive Geometry and Engineering Graphics for students of Specialty 185 «Oil and Gas, Engineering and Technology», 192 «Civil Engineering», 141 «Electromechanics», Poltava: PoltNTU, 2017. 44 p. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 1 від 23 листопада 2017 року. Здобувачем розроблені приклади та варіанти індивідуальних завдань для виконання графічних робіт).*

37. Воронцов О. В., Погорілий Д. Ф., Усенко В.Г., **Бойко В. А.** Навчально-методичний посібник до виконання завдання «Складальне креслення» для студентів будівельних та механічних спеціальностей усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 60 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 2 від 06 листопада 2018 року. Здобувачем підготовлено розділи «Послідовність виконання ескізів» та «Порядок виконання складального креслення»).*

38. Бойко В. А. Конспект з дисципліни «Нарисна геометрія» для студентів спеціальностей: 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, 274 –

автомобільний транспорт, 131 – прикладна механіка, 133 – галузеве машинобудування усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 140 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 2 від 06 листопада 2018 року).*

39. Воронцов О. В., Усенко В. Г., **Бойко В. А.** Методичні вказівки до виконання завдань і самостійної роботи з інженерної графіки для студентів денної та заочної форм навчання (графічні роботи № 3, 4). Полтава: ПолтНТУ, 2018. 63 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 2 від 06 листопада 2018 року. Здобувачем розроблені рекомендації для виконання та варіанти індивідуальних завдань до графічних робіт 1-3).*

40. Бойко В. А., Методичні вказівки до геометричного і проєкційного креслення для студентів денної та заочної форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 38 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 2 від 06 листопада 2018 року).*

41. Бойко В. А., Методичні вказівки до виконання схем електричних принципів і позначень умовних графічних в електричних схемах для студентів спеціальності 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 37 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 2 від 06 листопада 2018 року).*

42. Воронцов О. В., Усенко В. Г., **Бойко В. А.** Методичні вказівки до виконання завдань із інженерної графіки для студентів технічних спеціальностей усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 30 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 2 від 06 листопада 2018 року. Здобувачем розроблені приклади виконання завдань 1-8).*

43. Воронцов О. В., Усенко В. Г., **Бойко В. А.** Методичні вказівки до виконання завдань із нарисної геометрії для студентів денної та заочної форм навчання (графічні роботи № 1, 2). Полтава: ПолтНТУ, 2018. 33 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 2 від 06 листопада 2018 року. Здобувачем підготовлені приклади виконання завдань 1-9 та розроблені варіанти індивідуальних завдань до графічних робіт 8-9).*

44. Воронцов О. В., Усенко В. Г., **Бойко В. А.** Методичні вказівки до виконання завдань із нарисної геометрії для студентів усіх спеціальностей. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 52 с. *(Затверджено та рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 2 від 06 листопада 2018 року. Здобувачем розроблені рекомендації для виконання завдань 2, 4, 5).*

45. Бойко В. А., Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з інженерної графіки у середовищі Fusion 360 для студентів механічних спеціальностей усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 25 с.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	28
РОЗДІЛ 1. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	40
1.1. Основні категорії та поняття щодо навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання	40
1.2. Навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання як науково-педагогічна проблема.....	62
1.3. Сучасний стан навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.....	80
Висновки до першого розділу	100
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	102
2.1. Концепція графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.....	102
2.2. Дидактичні принципи структурування змісту навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання	117
2.3. Інтерактивний стиль навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.....	139
Висновки до другого розділу	165
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	167
3.1. Організація й методика проведення експериментального дослідження.....	167

3.2. Статистичний аналіз результатів експерименту за критеріями та рівнями навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.....	177
Висновки до третього розділу	207
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	209
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	216
ДОДАТКИ	242
Додаток А. Довідки про впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес	242
Додаток Б. Робоча програма навчальної дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»	250
Додаток В. Фрагмент робочого зошиту з нарисної геометрії	265
Додаток Г. Фрагмент методичних вказівок до виконання лабораторних робіт у середовищі AutoCAD.....	270
Додаток Д. Фрагмент методичних вказівок до виконання тривимірних моделей деталей складальної одиниці у середовищі Fusion 360.....	280
Додаток Е. Приклади навчально-методичних мультимедійних матеріалів.....	299
Додаток Ж. Навчально-методичні посібники та методичні вказівки для самостійної роботи студентів по виконанню індивідуальних завдань.....	307
Додаток И. Конспект лекцій з нарисної геометрії	311
Додаток К. Дистанційний курс навчальної дисципліни	315

ВСТУП

Актуальність дослідження. У структурі провідних завдань щодо розв'язання сучасних соціальних проблем України значиме місце займає розвиток обробних галузей, зокрема машинобудування як базової галузі промисловості. Підприємствам машинобудування потрібні конкурентоздатні фахівці з високою продуктивністю і якістю праці, у зв'язку з чим актуальності набуває ефективність їх підготовки у навчальних закладах.

Загальні тенденції професійної інженерної підготовки відображаються у Законах України “Про освіту”, “Про вищу освіту”, Національній доктрині розвитку освіти України у XXI столітті, в яких концентрується увага на формуванні національних та загальнолюдських цінностей; підвищенні якості підготовки фахівців; оновленні змісту освіти та форм організації навчально-виховного процесу; інтеграції вітчизняної освіти в європейський та світовий освітній простір.

Сучасна система вищої освіти відповідно до потреб суспільства та в контексті компетентнісної й особистісно орієнтованої парадигм навчання повинна забезпечити підготовку висококваліфікованого фахівця інженерного профілю з відповідним рівнем професійної компетентності й розвитком творчих здібностей.

Професійна компетентність інженера значною мірою визначається особливістю графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей із врахуванням тісного взаємозв'язку графічної діяльності фахівця з його професійною діяльністю та специфіки оперування графічними формами інформації.

Інформатизація суспільства у всіх сферах діяльності вносить суттєві зміни в графічну діяльність інженера на виробництві, оскільки розвиток нових комп'ютерних технологій зумовлює перехід на значно вищий рівень застосування графічних засобів та методів. Таким чином, соціально-економічні та технічні фактори розвитку виробництва мають істотний вплив на зміст, структуру та організацію процесу формування графічних знань та вмінь майбутніх фахівців, вимагають внесення своєчасних коректив, адекватних перспективам розвитку

сучасного інформаційно-технологічного суспільства, у графічну підготовку студентів інженерних спеціальностей технічних закладів вищої освіти (ЗВО).

Теорія і практика професійної підготовки майбутнього інженера доводять необхідність пошуку нових підходів і методів їх підготовки. Реальний стан процесу та результату підготовки інженерів у ЗВО, на жаль, демонструє факт, що традиційна модель формування графічних знань та вмінь майбутніх фахівців інженерного профілю певною мірою стримує розвиток системи підготовки компетентного фахівця, професійна підготовка якого повинна передбачати більш вищий рівень сформованих графічних знань і вмінь і, як наслідок цього, високий рівень графічної культури майбутнього інженера.

Вчені і педагоги-практики переконані, що інженерно-графічна підготовка студента є основою інтелектуального становлення особистості, сприяє розвитку просторової уяви, творчих здібностей, образного й технічного мислення; формує здатність до проектування, конструювання та реалізації технічного задуму в матеріалі. Очевидно, що невід'ємною складовою фахової підготовки майбутніх інженерів є процес навчання інженерно-графічних дисциплін у ЗВО.

Важливо зазначити, що проблема навчання інженерно-графічних дисциплін на різних етапах допрофесійної та професійної підготовки молоді знайшла своє широке відображення в роботах багатьох вітчизняних та зарубіжних науковців. На нашу думку, наукові пошуки вчених можна класифікувати таким чином:

– теоретичні основи графічної підготовки школярів і студентів. Вони знайшли відображення у підручниках і навчальних посібниках Є. Антоновича, С. Боголюбова, Д. Борисова, В. Ваніна, В. Вяткіна, В. Левицького, В. Михайленка, А. Хаскіна та ін.;

– методичні засади навчання графічних дисциплін вчителя технологій (трудового навчання, креслення). Найбільш детально висвітлені О. Ботвінниковим, А. Верховою, І. Вишнепольським, В. Гервером, С. Дембінським, В. Кузьменком, І. Ройтманом, В. Сидоренком та ін.;

– теоретико-методологічні засади й концептуальні аспекти навчання графічних дисциплін студентів інженерно-технічних і педагогічних

спеціальностей. Даному напрямку дослідження максимально приділено увагу в докторських дисертаціях А. Гедзика, В. Головні, О. Джеджули, М. Козяра, Г. Райковської, В. Сидоренка, М. Юсупової та ін.;

– методичні засади графічної підготовки школярів. Різні аспекти проблеми розкрито у дисертаціях Н. Бондаря, Н. Вересоцької, Г. Гаврищак, Л. Гриценко, П. Дмитренко, В. Селезня, З. Шаповал, Н. Щетина та ін.;

– методика вивчення інженерно-графічних дисциплін студентами педагогічних ЗВО. Даний напрям знайшов відображення у роботах П. Буянова, В. Вітченко, І. Голіяд, Д. Кільдерова, Т. Олефіренко, Н. Титової, Р. Чепок та ін.);

– графічна підготовка молоді засобами інформаційних технологій. З даної точки зору проблема інженерно-графічного навчання майбутніх фахівців досліджувалися О. Глазуновою, Н. Голівер, Р. Горбатюком, В. Кондратовою, М. Ожгою, Ю. Фецуком та ін.

Різnobічність підходів до проблеми графічної підготовки різних категорій респондентів дозволяє зрозуміти її багатоаспектність, детермінованість розв'язання проблеми соціальними, економічними, технічними і технологічними змінами як у виробництві, так і в освіті. Є те, що пов'язує практично результати усіх досліджень, – чітке осмислення досягнення кінцевого результату навчальної діяльності. Так, наприклад, виходячи з того, що графічні зображення є універсальним засобом передачі та об'єктивізації знань та з того, що утворені за певними законами графічні форми інформації дають можливість однозначно зрозуміти її, здобувати нове знання про реальність без обмежень мовними бар'єрами, вчені утврджують важливість оволодіння студентами вмінням дізнатися про технічний об'єкт або принципи його дії за конструкторською документацією, зафіксувати інформацію у графічній формі, використати графічне зображення з метою комунікації; прийняти ефективне рішення в умовах сучасного техногенного суспільства, використовуючи графічні засоби й методи, комп'ютерні графічні продукти тощо.

Якщо говорити про практичні потреби розвитку графічної підготовки молоді, особливо на професійному рівні, то потрібно врахувати, що глобалізація,

інформатизація, становленням і розвиток постіндустріальної цивілізації суспільства вносить істотні зміни у зміст графічної діяльності студента у ЗВО, інженера на виробництві, тому що комп'ютерні технології забезпечують перехід на значно вищий рівень застосування графічних засобів і методів. Соціально-економічні ж та технічні фактори розвитку сфер професійної діяльності сучасного інженера мають істотний вплив на структуру, зміст та організацію процесу формування графічних знань та вмінь, вимагають своєчасного внесення змін у графічну підготовку студентів інженерних спеціальностей ЗВО, адекватних перспективам розвитку сучасного інформаційно-технологічного суспільства.

Що ж до сучасного розвитку вітчизняної педагогічної науки в галузі графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей, то в ній позначається взаємодія двох чинників:

з одного боку – превалювання досліджень з проблеми формування графічних знань та умінь в учнів загальноосвітніх навчальних закладів, орієнтація графічної підготовки у закладах вищої освіти на узвичаєну методологію конструювання змісту, форм і методів навчання;

з іншого – помітно розширюється концептуальне поле вітчизняної педагогіки, обґрунтовуються та розробляються нові підходи до розв'язання проблеми графічної підготовки студентів в структурі професійної підготовки майбутніх фахівців. Актуалізуються питання комп'ютерного моделювання у навчальному процесі.

Глибоке вивчення теоретичних і методичних робіт дозволяє нам переконатися, що проблема навчання майбутніх фахівців інженерної графіки не тільки актуалізується вченими, а й концентрує увагу на дидактичних аспектах досліджуваного процесу: модернізації змісту як в структурі професійної підготовки (комплекс навчальних предметів), так і в контексті окремого навчального предмету; мотиваційно-цільовому аспекті організації діяльності студентів у навчальному процесі; забезпеченні організаційно-педагогічних умов ефективного процесу навчання; оцінно-результативних регуляторах пізнавальної діяльності суб'єктів навчання тощо. У логіці нашого предмету дослідження у вивчених нами

наукових результатах вбачаємо узагальненість підходу до розв'язання завдань наукової проблеми та необхідність у конкретному методично-технологічному її обґрунтуванні.

Загалом аналіз науково-педагогічної літератури з різних аспектів проблеми інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів дозволяє зробити висновок про те, що всупереч різноманіттю напрямів дослідження, науковцями мало уваги приділено проблемі навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання; не розроблені єдині підходи по створенню й реалізації цілісної методичної системи викладання інженерно-графічних дисциплін у педагогічних та технічних ЗВО.

Водночас аналіз існуючого стану графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей засвідчує його невідповідність новітнім вимогам щодо бажаного рівня графічних знань та умінь інженера-практика. Керівники виробництва визнають недостатню сформованість у молодих спеціалістів умінь використовувати графічні зображення для опосередкованої пізнавальної діяльності, планування власних дій, побудови процесу діяльності в образах та відтворення графічної інформації за допомогою комп'ютерних графічних продуктів, що суттєво знижує якість їх професійної діяльності, унеможлиблює розв'язання творчих технічних задач.

Таким чином, аналіз реальної практики з інженерно-графічної підготовки та науково-педагогічних досліджень розкриває ряд протиріч між:

- рівнем вимог сучасного виробництва до рівня графічної діяльності інженера і рівнем готовності студентів до її здійснення в результаті інженерно-графічної підготовки;
- інноваційними досягненнями в галузі графічної культури сучасного виробництва і домінуванням довготривалих неосучаснених стандартів щодо змісту та репродуктивних методів навчання інженерної графіки майбутніх фахівців у навчальному процесі;
- потребою у творчій професійній самореалізації, розвитку науково-пошукового стилю графічної діяльності інженера й існуючою традиційно-

консервативною системою навчання інженерно-графічних дисциплін, спрямованою на репродуктивне засвоєння знань;

– інформатизацією професійної діяльності інженера, зокрема графічної, і недостатнім інформаційним забезпеченням навчання інженерно-графічних дисциплін у ЗВО, зокрема засобами комп'ютерного моделювання.

Таким чином, актуальність проблеми підвищення якості навчання інженерної графіки, недостатній рівень її наукової розробленості, потреба у визначенні шляхів подолання означених суперечностей, пошук співвідношення нових і традиційних підходів до інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів зумовили вибір теми дослідження:

«Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання»

Зв'язок дослідження з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження виконано згідно з комплексним тематичним планом наукових досліджень Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова та плану і завдань наукових досліджень кафедри теорії і методики технологічної освіти, креслення та комп'ютерної графіки («Зміст, методи, засоби і форми підготовки майбутнього вчителя технологій», протокол № 5 від 24.12.2010.). Тема дисертаційного дослідження також є складовою тематичного плану науково-дослідних робіт Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова з наукового напрямку «Теорія і технологія навчання у системі професійної освіти» (реєстраційний номер 0115U000552). Тему роботи затверджено на засіданні Вченої ради Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (протокол № 12 від 29.05.2014.) та погоджено в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень у галузі освіти, педагогіки і психології в Україні при НАПН України (протокол № 6 від 17.06.2014.).

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити методику навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі *завдання дослідження*:

- 1) *з'ясувати* науково – педагогічні основи навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання у психологічній, педагогічній і спеціальній літературі, розкрити основні категорії і поняття;
- 2) *проаналізувати і визначити* реальний стан навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання на сучасному етапі розвитку;
- 3) *розробити і теоретично обґрунтувати* концепцію графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання;
- 4) *розробити* методику навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання та дидактичний комплекс для забезпечення їх графічної підготовки;
- 5) *експериментально перевірити* результативність методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Об'єкт дослідження – графічна підготовка майбутніх інженерів-механіків.

Предмет дослідження – методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Методи дослідження:

– теоретичні: аналіз і синтез – вивчення навчально-нормативної документації, психологічної, педагогічної, методичної та спеціальної літератури, навчальних програм і планів, дисертацій та авторефератів, матеріалів конференцій і періодичних фахових видань з метою визначення стану розробленості та перспектив досліджуваної проблеми; зіставлення та порівняння різних поглядів учених на досліджувану проблему, визначення напрямів дослідження та понятійного апарату; порівняння, узагальнення досвіду організації навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання;

– емпіричні: усне та письмове опитування, анкетування студентів і викладачів; бесіда; спостереження за динамікою навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання; діагностичне тестування; педагогічний експеримент, який дав можливість одержати достовірні дані про якісні зміни щодо результативності методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання у сучасних ЗВО України;

– статистичні: методи математичної статистики для обробки результатів дослідно-експериментальної роботи з метою кількісного та якісного аналізу результативності розробленої методики.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що в роботі:

– *вперше* теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено концепцію графічної підготовки та методику навчання інженерної графіки, обґрунтовано та розроблено методику використання програмного продукту Fusion 360 при вивченні інженерно-графічних дисциплін, розроблено дидактичні матеріали для реалізації методики;

– *уточнено* підходи до використання програмного забезпечення комп'ютерної графіки з точки зору комплексного використання КОМПАС-3D, AutoCAD та Fusion 360; розроблення критеріїв, показників та рівнів інженерно-графічної підготовки студентів як результату впровадження обґрунтованої методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання; поняття інженерної графіки, комп'ютерного моделювання, дидактичної концепції відповідно до мети і завдань дослідження;

– *удосконалено* структуру навчальної дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», навчально-методичний комплекс навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання;

– *отримали подальшого розвитку* основні принципи, методи, засоби та форми навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні та впровадженні у навчальний процес навчально-методичного комплексу навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання; розробці навчальних і робочих програм: «Технічна та комп'ютерна графіка» для учнів 10-11 класів закладів загальної середньої освіти технологічного профілю освітньої галузі «Технологія»; розробці навчально-методичного посібника до виконання завдань «Креслення будинку», навчально-методичного посібника до виконання завдань «Складальне креслення», конспекту лекцій з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка», методичних вказівок до виконання завдань із нарисної геометрії, інженерної графіки та комп'ютерної графіки (Машинобудування), методичних вказівок до виконання лабораторних робіт із нарисної геометрії для студентів денної та заочної форм навчання, вказівок до виконання завдання «Проекції з числовими позначками», методичних вказівок до виконання завдань із інженерної графіки, методичних вказівок до виконання завдань із нарисної геометрії для студентів денної та заочної форм навчання, методичних рекомендацій для самостійної роботи студентів по виконанню індивідуальних завдань із нарисної геометрії, методичних вказівок до виконання лабораторних робіт з інженерної та комп'ютерної графіки.

Результати дослідження **впроваджено** у навчально-виховний процес Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (довідка № 25-9-2141 від 26.10.2018.); Полтавського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти ім. М.В. Остроградського (довідка №160 від 22 вересня 2017 р.); Національного університету біоресурсів і природокористування України (довідка № 2474 від 09.10.2018.); Житомирського державного технологічного університету (довідка № 44-20.09/1602 від 17.10.2018.); Полтавської державної аграрної академії (картка зворотнього зв'язку від 18.06.2018.); Бердянського державного педагогічного університету (довідка № 57-08/1015 від 20.09.2018.); Державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет» (довідка № 68-18-78 від 11.09.2018.).

Особистий внесок здобувача. Усі представлені в дисертаційному дослідженні наукові результати одержані самостійно. У статтях, підготовлених у співавторстві з І. Голіяд висвітлені передумови для реалізації дистанційного навчання інженерній та комп'ютерній графіці. У навчально-методичних посібниках у співавторстві з О. Кодак, О. Харченко дисертантом розроблені рекомендації для виконання завдань 9, 7 та приклади виконання завдань 1, 2, 3, 4, 7; О. Воронцовим, Д. Погорілим, В. Усенко підготовлено розділи «Послідовність виконання ескізів» та «Порядок виконання складального креслення»; В. Усенко, Р. Кузьменко, С. Масловою розроблені рекомендації щодо побудови координатних осей, розміщення та креслениках зовнішніх, внутрішніх несучих стін й сходів на плані та розрізі; О. Харченко підготовлені вказівки для виконання схем електричних принципів і позначень умовних графічних в електричних схемах; Д. Погорілим розроблені розділи «Позначення шорсткості поверхні» та «Конструктивно-технологічні елементи деталі»; С. Масловою, Ю. Патенко розроблені приклади графічних робіт; О. А. Кодак розроблені рекомендації для виконання та варіанти індивідуальних завдань графічних робіт 9, 7 та приклади виконання завдань 1, 2, 3, 4, 7. У методичних рекомендаціях у співавторстві з С. Масловою, В. Усенко, О. Кодак дисертантом розроблені приклади виконання завдань 1-6 з нарисної геометрії; О. Воронцовим, В. Усенко розроблені приклади виконання завдань 1-8 з інженерної графіки і приклади виконання завдань із нарисної геометрії 1-9 та розроблені варіанти індивідуальних завдань до графічних робіт 8-9; В. Усенко, О. Кодак розроблені рекомендації до виконання лабораторних робіт 1, 3, 4 з інженерної графіки (спецкурс); Р. Кузьменко, О. Харченко розроблені варіанти індивідуальних завдань для виконання графічної роботи «Креслення вузлів залізобетонних конструкцій» та рекомендації до виконання завдань 4, 6, 7 із нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки; Ю. Патенко розроблені рекомендації для виконання лабораторних робіт із нарисної геометрії для студентів денної та заочної форм навчання та варіанти індивідуальних завдань графічних задач 1-6; О. Воронцовим, В. Усенко розроблені рекомендації для виконання та варіанти

індивідуальних завдань до графічних робіт 1-3, приклади виконання завдань 1-8, приклади виконання завдань 1-9, варіанти індивідуальних завдань до графічних робіт 8-9, рекомендації для виконання завдань 2, 4, 5. Ідеї, які належать співавторам публікацій, у дисертаційній роботі не використовувалися.

Апробацію результатів дослідження висвітлено шляхом публікацій праць і доповідей про основні положення, висновки, результати дослідження на 26 науково-практичних семінарах і конференціях:

міжнародних – 9: науково-практична конференція «Теоретико-методичні аспекти професійної і технологічної освіти» (Полтава, 2012); Україно-Польський науково-методичний семінар «Освітні процеси в Європейському вимірі» (Київ, 2014); науково-методична конференція «Теорія і практика управління педагогічним процесом» (Одеса, 2015); II Міжнародний графічно-інформаційний форум, присвячений пам'яті доктора педагогічних наук, професора Маргарити Федорівни Юсупової (сmt. Східниця Львівської обл., 2016); науково-практична конференція «Актуальні проблеми та перспективи технологічної і професійної освіти» (Тернопіль, 2016); графічно-інформаційний форум ««ПРОФІ HUB: простір освітніх виробничих інновацій» присвячений пам'яті професора Маргарити Федорівни Юсупової. (Одеса, 2017), науково-практична конференція ««Трудове навчання та технології»: сучасні реалії та перспектива розвитку» (Київ, 2018); науково-практична конференція «Актуальні питання графічної підготовки: теорія, практика та шляхи розвитку» (Київ, 2015, 2018);

всеукраїнських – 2: науково-практична конференція «Актуальні питання графічної підготовки: теорія, практика та шляхи розвитку» (Київ, 2013, 2014);

регіональних – 7: круглий стіл «Використання ІКТ на уроках трудового навчання і технологій» (м. Лубни, 2014); обласний вебінар з креслення «Застосування комп'ютерних технологій в процесі навчання школярів кресленню» (Полтава, 2014); обласний науково-практичний семінар «Актуальні питання розвитку трудового навчання, технологій, креслення в сучасних умовах» (с. Великі Будища Гадяцького району Полтавської обл., 2015); засідання обласної спеціальної дослідницької групи «Проектування як метод пізнання в освітній

галузі «Технології» (сmt. Семенівка, Полтавської обл., 2015); засідання круглого столу «Використання ІКТ на уроках трудового навчання, технологій» (Полтава, 2015); «Модернізація методів, форм і засобів у роботі вчителя трудового навчання (технологій)» (Полтава, 2015); обласний вебінар з креслення «Використання комп'ютерних технологій при формуванні графічних компетентностей школярів» (Полтава, 2016);

щорічних наукових конференціях професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (Полтава, 2011-2018 роки).

Результати дослідження постійно обговорювалися на засіданнях кафедр: теорії і методики технологічної освіти, креслення та комп'ютерної графіки НПУ імені М.П. Драгоманова, нарисної геометрії та графіки Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (2012-2018 роки), були апробовані під час проведення практично-лабораторних занять та організації самостійної роботи студентів.

Результати дослідження використовувалися для розробки теоретичних та практичних завдань конкурсу з креслення, який проводився серед школярів 8-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів Полтавської області (2015-2018 роки).

Публікації. Основні положення та результати наукового дослідження висвітлено у 45 публікаціях, із них статей у фахових наукових журналах та збірниках наукових праць, затверджених ВАК України – 7 (6 одноосібних), у міжнародних наукових періодичних виданнях – 2, навчально-методичних посібників і методичних рекомендацій – 30; тез доповідей – 6.

Структура та обсяг дисертації. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, додатків (9 додатків) та списку використаних джерел (261 найменування). Повний обсяг дисертації становить 317 сторінок друкованого тексту, з них 213 – основний зміст роботи. У тексті міститься 29 таблиць та 24 рисунки.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

1.1. Основні категорії та поняття щодо навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання

Досліджувана нами проблема багато комплексна як з точки зору соціального запиту, так і з точки зору наукового і практичного педагогічного її вирішення. Відповідно до цього логіку дослідження проблеми ми бачимо наступним чином.

По-перше, необхідно досить чітко усвідомлювати динаміку соціального запиту на компетенції і компетентність спеціалістів досліджуваної сфери діяльності в контексті постійно змінюваного національного і міжнародного ринку праці, характеру особистісних інтересів щодо самореалізації у даному професійному середовищі.

По-друге, не менш важливо розуміти реалії, перспективи і можливості системи вищої професійної освіти у вирішенні питання підготовки майбутніх інженерів-механіків.

По-третє, маємо врахувати той факт, що сучасне суспільство і, тим паче, майбутнє в усіх сферах свого виявлення перш за все характеризується як інформаційне суспільство.

По-четверте, актуалізується потреба у визначенні шляхів досягнення гармонії між соціальною обумовленістю і, так би мовити, педагогічною пропозицією щодо інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Таким чином, у першому розділі дисертації ми розкриємо результати теоретичного аналізу та практичного дослідження питань:

– основні категорії та поняття навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання;

- формування інженерно-графічних знань й умінь у майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання з науково-педагогічної точки зору;
- аналіз сучасного стану навчання інженерно-графічних дисциплін з використанням комп'ютерного моделювання в умовах ЗВО.

Осмислення проблеми інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання, безумовно, передбачає дослідження її теоретичних основ з позиції наукових результатів, попередньо отриманих у педагогіці та суміжних з нею науках.

Ознайомлення із уже існуючими доробками науковців у галузі професійної освіти та їх аналіз ми вважаємо за можливе здійснювати, базуючись на співвідношенні дедуктивного та індуктивного методів пізнання.

Такий підхід дає нам можливість виявляти та застосовувати загальні теоретично виведені положення при дослідженні базових аспектів процесу інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання у ЗВО, встановити причинно-наслідкові зв'язки між різними явищами даного процесу, виокремити його найбільш суттєві особливості, закономірності, елементи, які чинять вирішальний вплив на всі сторони досліджуваного об'єкта.

З метою розв'язання поставлених питань важливо здійснити історико-генетичний аналіз предмета дослідження, аналіз і синтез філософської, соціологічної, психолого-педагогічної і спеціальної літератури з проблеми дослідження.

Оскільки предмет дослідження орієнтує наші наукові інтереси на усвідомленні комп'ютерного моделювання в контексті навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків у ЗВО, то є потреба розкрити сутність таких базових категорій як: «моделювання» та «модель», геометричне моделювання, комп'ютерне геометричне моделювання, інженерна графіка, інженерна комп'ютерна графіка, інженер-механік і т.ін.

Побудова моделей властива природі людської діяльності. Сьогодні не існує такої галузі науки та техніки, у якій би не застосовувалися моделі, тому методи моделювання були і залишаються об'єктом дослідження багатьох учених. Особливу увагу заслуговує геометричне моделювання, оскільки будь-які предмети описують, у першу чергу, геометричними параметрами.

У контексті нашого дослідження з'ясуємо змістову частину понять «моделювання» та «модель» у філософсько-гносеологічному й методологічному розумінні.

Виникнення моделювання як одного з найважливіших методів пізнання пов'язане з використанням у давнину матеріальних зразків, речей або образів, які точно передавали співвідношення всіх частин оригіналу, що використовувалися в будівництві і виготовленні технічних засобів. Зразки, що подібні в якомусь відношенні з іншою річчю, мали назву «моделі» майже в усіх європейських мовах [260]. Саме слово «модель» походить від латинського слова «modulus», що означає міра предмета, зразок, норма, образ та інше. Саме таке загальне значення терміна «модель» спричинило використання його як наукового терміна в математичних, природничих, технічних та соціальних науках [259].

З огляду на те, що методи моделювання та види моделей, які використовуються в різних галузях у різні періоди їх розвитку, різноманітні, у філософії та методології наукового пізнання ці поняття розглядаються як універсальні гносеологічні теоретико-методичні категорії.

Як метод наукового дослідження, моделювання починає розвиватися із зародженням теоретичної науки – спочатку в античну епоху, а потім у середньовічній філософії та науці. Це пов'язують із широким використанням ідеальних моделей, усі елементи та відношення яких зафіксовані у людській свідомості і тому здатні відображати властивості реального світу або його фрагментів. Так, геоцентрична та геліоцентрична геометричні моделі сонячної системи Птолемея та М. Коперника стали першими точними науковими астрономічними теоріями.

Цілком усвідомлено метод моделювання використовували у своїх фундаментальних і прикладних дослідженнях А. Бутлеров, Г. Галілей, Леонардо да Вінчі, І. Ньютон, Кельвін, Дж. Максвелл, Ф. Кекул та інші науковці. Поява ж перших електронних обчислювальних машин та формулювання основних принципів кібернетики Н. Вінером призвели до універсальності методу моделювання в науці та техніці [22]. Таким чином, упродовж усього історичного розвитку наукових ідей моделювання як особливий засіб і форма наукового пізнання ніколи не зникало.

Нині моделювання постає одним із найважливіших методів, властивих людському пізнанню в цілому, на основі якого будується як наукове, так і практичне знання, поряд з такими універсальними методами науково-пізнавальної діяльності як абстрагування, узагальнення, індукція, дедукція, аналогія, аналіз і синтез.

Починаючи з середини ХХ століття, темою багатьох статей і книг у вітчизняній та зарубіжній філософській літературі стають проблеми моделювання в філософсько-гносеологічному й методологічному плані. За цей час були зроблені суттєві кроки в дослідженні моделювання як методу пізнання, його зв'язків з іншими методами, в характеристиці гносеологічних функцій та специфіки різного роду моделей. Дослідниками було з'ясовано існування розбіжностей у трактовці й розумінні ряду філософських питань моделювання.

Загальні принципи моделювання, його методологічні і теоретичні основи досліджувалися у роботах К. Батороева [12], Б. Бірюкова [22], М. Вартофського [48], В. Венікова [49; 50], Б. Глинського [68], І. Новіка [155], В. Штоффа [251], А. Уємова [232] та інших науковців. Однією з перших, опублікованою у 1945 році, була робота А. Розенблюта та Н. Вінера «Роль моделей у науці», у якій була викладена загальнонаукова концепція методу моделювання. Автори стверджують, що «жодна частина всесвіту не є настільки простою, щоб її можна було прийняти і керувати нею без абстракції. Абстракція – це заміна розглянутої частини всесвіту деякою її моделлю, моделлю схожою, але більш простої структури. Таким чином, побудова моделей формальних чи ідеальних (уявних), з одного боку, і моделей

матеріальних, з іншого, за необхідності займає центральне місце в процедурі будь-якого наукового дослідження» [202].

У методології наукового пізнання модель – це певний об’єкт-замінник об’єкта-оригіналу, що забезпечує вивчення деяких істотних, з погляду дослідника, властивостей оригіналу. Заміщення одного об’єкта іншим, із метою здобуття інформації про найважливіші властивості об’єкта-оригіналу за допомогою об’єкта-моделі, називається моделюванням [250].

Поняття «модель» також є одним із центральних понять концепції історичної епістемології. Цікаві міркування, в яких моделювання розглядається як природна властивість людської діяльності, наводить М. Вартофський. У його роботах модель аналізується як «конструкція, в якій ми розташовуємо символи нашого досвіду або мислення таким чином, що в результаті одержуємо систематизовану репрезентацію цього досвіду або мислення як засіб їхнього розуміння чи пояснення іншим людям», і наголошується, що «модель – це не просто і не тільки відображення або копія деякого стану справ, а й передбачувана форма діяльності, репрезентація майбутньої практики і освоєних форм діяльності» [48]. Цим визначенням автор вказує на те, що використання моделей спонукає до рефлексивної діяльності.

За В. Штоффом модель – це «така мисленнєво уявна або матеріально реалізована система, яка, відображаючи або відтворюючи об’єкт дослідження, здатна замінити його так, що її вивчення дає нам нову інформацію про цей об’єкт» [251]. У своїх дослідженнях змістової характеристики даної категорії філософ наголошує на тому, що загальною властивістю усіх моделей є здатність, у тій чи іншій мірі, відображати дійсність «у вигляді деякої окремої, конкретної, і тому більш-менш наочної, системи» [251]. Дане визначення мало велике методологічне значення, оскільки давало можливість застосування його до моделей, що приймаються як інтерпретації формалізованих систем. Недоліком цієї дефініції, на якому наголошував і сам автор, є те, що вона виключає цілу групу моделей, які грають дуже важливу гносеологічну роль. А. Уємов також критикує дане визначення і вважає, що в ньому охоплюється і все те, що спочатку було відкинута,

і наводить приклад терміна «теорія», яке на його думку теж підпадає під наведене визначення [232].

У своїх працях В. Веніков також акцентує увагу на функції відображення моделі і вважає, що головна гносеологічна роль моделювання полягає у здійсненні будь-яким способом відображення або відтворення дійсності для вивчення наявних у ній об'єктивних закономірностей [50]. Він визначає модель як проміжну структуру між пізнавальним об'єктом і суб'єктом, що пізнає і знаходиться у відношенні подібності до досліджуваного об'єкта (натури) [49]. Слід уточнити, що автор під моделлю розуміє деяку структуровану систему (статичну або динамічну), яка дійсно подібна або розглядається як подібна структурі іншої системи, причому ця властивість, на думку науковця, притаманна усім моделям.

Погоджуємося з висновками І. Новіка і А. Уємова, до яких вони приходять, досліджуючи гносеологічне значення моделювання у методології науки, і розуміють модель як деяку допоміжну або штучну систему, що:

- 1) знаходиться в деякій об'єктивній відповідності до об'єкта, що пізнається;
- 2) здатна заміщати його в певних відносинах;
- 3) дає при її дослідженні, в кінцевому результаті, інформацію про сам об'єкт, що моделюється [155].

Також вважаємо справедливими висновки К. Батороева про необхідність вважати результатом дослідження об'єкта на його моделі не нову інформацію про об'єкт, а деякі знання про нього. Тобто вважають доцільним замінити термін «інформація», яке вживають І. Новік, В. Штофф, А. Уємов та інші вченні при визначенні даної категорії, терміном «знання» [12].

З огляду на вищесказане, найбільш вдалим визначенням моделювання, яке, на нашу думку, в загальнотеоретичному плані справедливе, і до дефініції поняття геометричного моделювання є визначення, наведене у філософському словнику І. Фролова. Згідно з останнім моделювання трактується як відображення властивостей та відносин реального об'єкта на спеціально створеному для цього матеріальному або ідеальному об'єкті, який називається моделлю. При цьому зазначається, що:

- реальний об'єкт виконує роль прототипу, а той, що відображає – моделі;
- між реальним об'єктом та його моделлю повинна існувати відома подібність, аналогія чи схожість або в їх фізичних властивостях і відносинах, або в здійсненні визначених функцій, або в математичному описі їхньої поведінки;
- моделювання ставить своєю ціллю перенести знання, отримані у процесі дослідження зразка, на його прототип, використовуючи для цього методи подібності й аналогії [145].

Особливістю розуміння геометричного моделювання у науковій літературі є те, що воно розглядається як напрямок математичного моделювання, яке включає в себе опис геометричних образів і виконання над ними деяких операцій в двовимірному, тривимірному чи багатовимірному просторі. Теоретичною основою геометричного моделювання є диференціальна і аналітична геометрія, топологія і розділи обчислювальної математики. Геометричне моделювання вивчає методи побудови кривих ліній, поверхонь і твердих тіл, методи виконання над ними різних операцій і методи управління чисельними моделями. Зокрема В. Головня і Г. Райковська трактують геометричне моделювання як «сукупність операцій і процедур, що включають формування геометричної моделі об'єкта та її перетворення з метою отримання бажаного зображення об'єкта і визначення його геометричних властивостей» [76; 77; 190].

Перші дослідження предметів на їх геометричних моделях стали можливими завдяки методам нарисної геометрії, які допускають однозначне наочне представлення матеріальних об'єктів на площині та дозволяють дослідити їх геометричні властивості. Введення прямокутної системи координат Декартом стало початком зародження нового методу опису геометричних об'єктів – аналітичної геометрії, яка дає можливість отримувати і досліджувати властивості багатовимірних геометричних об'єктів шляхом алгебраїчних рівнянь.

За визначенням В. Гузненкова і П. Журбенка під геометричною моделлю слід розуміти «наближене представлення (зображення) деякої множини об'єктів та явищ зовнішнього світу у вигляді сукупності геометричних об'єктів і відносин між

ними для отримання нових знань про інший об'єкт (оригінал)». У своїх дослідженнях процесу моделювання вчені приходять до висновку, що за допомогою геометричних перетворень моделі можна дослідити просторові (просторово-подібні) форми, відносини (кількісні і якісні), закономірності, властивості, притаманні об'єктам реального світу [85]. Під сукупністю геометричних об'єктів, що становлять геометричну модель і використовуються для її візуалізації, вчені розуміють ідеалізовані геометричні об'єкти (точка, лінія, площина і т.д.), які мають набір тільки найбільш істотних властивостей (наприклад, геометрична точка має лише координати, але не має розмірів) [258].

З наведених вище визначень можна прийти до висновку, що визначальними ознаками геометричної моделі є її здатність:

- заміщати досліджуваний (той що вивчається) об'єкт (або систему);
- відобразити об'єктивну реальність у наочній формі;
- знаходитись у відносинах однозначної взаємної відповідності до об'єкта, що пізнається (відома подібність, аналогія чи схожість або в їх фізичних властивостях і відносинах, або в здійсненні визначених функцій, або в математичному описі їхньої поведінки);
- давати при її дослідженні знання про сам об'єкт (або систему), що моделюється.

У різноманітних за змістом процедурах геометричного моделювання В. Пілюгін та Л. Сумароков виділяють чотири основні етапи [172]:

- 1) постановка деякої геометричної задачі;
- 2) розробка геометричного алгоритму її вирішення;
- 3) реалізація алгоритму за допомогою деяких інструментальних засобів;
- 4) аналіз та інтерпретація отриманих результатів.

За чотирьохкомпонентною теорією геометричного моделювання В. Гузненкова і П. Журбенка процес геометричного моделювання складається з таких частин: 1) об'єкт моделювання (визначення прообразу/оригіналу моделі або геометричну множину, яку необхідно відобразити (моделювати); 2) носій моделі: множина, яка слугує для конструювання моделі (площина, поверхня, двовимірне

множина (креслення або екран монітору комп'ютера), тривимірний евклідовий та багатовимірний неевклідовий простори і т. д.); 3) модель (чим відображається оригінал на носії даної моделі, як конструюється модель або яка геометрична множина слугує моделлю); 4) апарат відображення (проєціюючий, аналітичний) [85]. Варто зазначити, що окрім вирішення задач зазначених складових, процес геометричного моделювання передбачає здійснення вибору методу розв'язання завдання в рамках побудованої геометричної моделі, а також аналіз та інтерпретацію отриманих результатів.

Існує декілька методів реалізації геометричного алгоритму вирішення поставленого завдання:

1) аналітичний (виконання людиною геометричної алгоритмізації процесу вирішення завдання, розрахунків та числової інтерпретації геометричного алгоритму);

2) графічний (графічна інтерпретація геометричних об'єктів та операцій над ними за допомогою виконання графічних побудов на площині креслярськими інструментами);

3) аналітичний з використанням комп'ютера (виконання людиною геометричної алгоритмізації та числової інтерпретації геометричного алгоритму, розрахунок та представлення результатів у символній формі виконується комп'ютером);

4) графічний з використанням засобів машинної графіки (виконання людиною геометричної алгоритмізації та графічної інтерпретації геометричного алгоритму, необхідні графічні побудови виконуються за допомогою комп'ютера);

5) метод прямого геометричного моделювання, заснований на використанні інтегрованих систем машинної геометрії та графіки (людина виконує геометричну алгоритмізацію та зручну для нього символну інтерпретацію геометричного алгоритму на відповідній геометричній мові, а комп'ютер обробляє мовленнєві конструкції та надає результат у відповідній формі, у тому числі і у графічній) [172].

Про перевагу останнього методу над іншими у своїх дослідженнях акцентують увагу В. Гузєнєков [85], В. Пілюгін [172], В. Рукавішніков [205], Л. Сумароков [76], А. Хейфец [245], В. Якунін [258]. Їх аргументи базуються на тому, що він виключає трудомістку в загальному випадку і не завжди природню для людини числову чи графічну інтерпретацію розробленого алгоритму.

Варто відмітити, що з появою персонального комп'ютера із графічним інтерфейсом користувача значною мірою розширилися можливості програмної підтримки геометричного моделювання та комп'ютерного синтезу зображень, машинна графіка стала інструментом не тільки інженерів-дослідників, але й спеціалістів багатьох галузей, безпосередньо не пов'язаних ні з технікою, ні з програмуванням [102].

У літературних джерелах при визначенні категорії, яка означає комп'ютерний синтез зображень, вживають термін комп'ютерна графіка чи машинна графіка [102; 172]. Аналіз літературних джерел дає можливість стверджувати, що автори розуміють під цими означеннями одне й те саме поняття. Так у англо-російсько-українському словнику з геоінформатики зауважується, що комп'ютерна графіка є синонімом машинної графіки, і надається тлумачення цього поняття як «режиму машинної обробки і виводу даних, за якого значна частина інформації, що виводиться, має графічний вигляд, тобто від простих гістограм та інших графіків до складних карт та технічних креслеників [44].

У Державному стандарті України ДСТУ 2939-94 «Система оброблення інформації. Комп'ютерна графіка. Терміни та визначення» дане поняття трактується як сукупність методів і способів перетворення за допомогою комп'ютера даних у графічне зображення і графічного зображення у дані .

Дещо ширше визначення цього терміну дається у роботі А. Батракова, В. Іванова, Г. Поліщука [102]. Сутність його зводиться до того, що комп'ютерна графіка – це наука про математичне моделювання геометричних форм та образів об'єктів, а також методів їх візуалізації. Таким чином, виділяються дві складові комп'ютерної графіки: геометричне моделювання і візуалізація. Необхідно відмітити, що під моделюванням автори розуміють мистецтво застосування

методів математичного опису об'єктів та сцен різної природи, а під візуалізацією – мистецтво побудови реалістичних зображень об'ємного світу на екрані дисплея комп'ютера.

Досліджуючи процес створення геометричної моделі за допомогою засобів комп'ютерної графіки, В. Гузенков зауважує, що отримана таким чином модель – це інформаційна модель графічного об'єкта, яка включає окрім зображення об'єкта (його геометричну форму або рисунок) та його параметрів (розміри, пропорції, колір та інше), ще й дії по формуванню зображень (переміщення, копіювання, редагування, обертання, відображення, зміни розмірів, пропорцій та інше) [85].

Вперше графічну модель, для синтезу якої використовувався комп'ютер, було створено у 1964 році співробітником корпорації «Боїнг» В. Феттером. Це була модель людського тіла, яка була призначена для ергономічних досліджень. Свою роботу В. Феттер визначив терміном «комп'ютерна графіка». Вперше цей термін, за словами самого винахідника, був введений іншим працівником цієї компанії у 1960 році В. Хадсоном.

На сьогодні існує велика кількість різних модифікацій методів комп'ютерного моделювання в залежності від сфери застосування, цілей дослідження та складу моделей, що використовуються. У дослідженні Л. Панкова та В. Проніна поняття комп'ютерного моделювання в загальному вигляді подається як «потужний аналітичний засіб, що увібрав у себе весь арсенал новітніх інформаційних технологій, включаючи розвинені графічні оболонки для конструювання моделей та інтерпретації вихідних результатів моделювання, мультимедійні засоби, що підтримують анімацію у реальному масштабі часу, об'єктно-орієнтоване програмування, Інтернет-рішення та інше» [167].

Результати історико - логічного дослідження О. Джеджули [88; 90] та В. Рукавішнікова [207] свідчать, що кожна принципова зміна методів геометричного моделювання відображає етапи розвитку геометричної науки: візуально-образне моделювання у формі малюнків, двовимірне моделювання двовимірних об'єктів (геометрія), двовимірне моделювання тривимірних об'єктів (нарисна геометрія), тривимірне комп'ютерне моделювання тривимірних об'єктів

(комп'ютерна графіка), чотиризмірне моделювання чотиризмірних об'єктів (комп'ютерна анімація). У своїх дослідженнях вчені відмічають, що інтенсивний розвиток інформаційних технологій в останні десятиліття суттєво змінив зміст та обсяг геометричного моделювання, піднявши його на новий, вищий рівень.

У контексті нашого дослідження зосередимо увагу на категорії комп'ютерного геометричного моделювання, яке використовується у професійній проектно-конструкторській діяльності.

Як самостійний напрямок в інженерно-технічній проектній діяльності комп'ютерна графіка починає формуватися у 60-х роках минулого століття завдяки досягненням А. Сазерленда, Т. Моффетта, Н. Тейлора, Р. Кортні та інших науковців. Так, у 1961 році А. Сазерлендом вперше був створений інтерактивний графічний пакет «Sketchpad», що став прообразом майбутніх систем автоматизованого проектування. Ця комп'ютерна програма дозволяла викреслювати контури плоских фігур на дисплеї монітору за допомогою спеціального пристрою вводу та зберігати їх.

У цей період розробляються перші комп'ютерні дизайнерські середовища – робочі станції автоматизованого проектування, які були оснащені комп'ютером з програмним забезпеченням для проектування та створення креслеників, до якого під'єднувалися спеціальні пристрої введення (алфавітно-цифрова клавіатура, сканер, світлове перо) та виведення графічної інформації (дисплеї, принтери). Першими такими комплексами технічних засобів автоматизованого проектування були The Electronic Drafting Machine корпорації ІТЕК (1961 р.) та DAC-1, розробленою General Motors спільно з ІВМ в 1964 році.

Починаючи з 70-х років минулого століття велика кількість теоретичних та прикладних робіт присвячується розвитку методів створення та відображення на екрані монітору комп'ютера просторових віртуальних моделей. Цей напрям отримав назву тривимірної комп'ютерної графіки. Її головними завданнями стали вирішення завдань з математичного моделювання складних тривимірних поверхонь, сцен та умов освітлення, а також поліпшення якості синтезованих тривимірних зображень, текстур та рельєфу [102].

Сьогодні комп'ютерне моделювання є одним з напрямків комп'ютеризації інженерних робіт. Сучасні засоби автоматизованого проектування дозволяють створювати геометричні моделі, які принципово відрізняються від двовимірних креслеників. Це інтегративні моделі, що мають властивості геометричних, математичних та фізичних моделей. Вони безпосередньо використовуються при проведенні інженерних розрахунків, технологічної підготовки виробництва та на інших етапах життєвого циклу виробу [206].

У системі професійної підготовки фахівців інженерно-технічного спрямування дослідженню окремих теоретичних і методологічних аспектів геометричного моделювання присвячені роботи В. Ваніна [47], В. Гузненкова [85], О. Джеджули [90], М. Козяра [116], Г. Райковської [197; 199], В. Рукавішнікова [207], М. Юсупової [252;254], А. Хейфеца [245], В. Якуніна [258] та інших науковців. Ними доведено, що комп'ютерне геометричне моделювання є основою конструкторсько-технологічної діяльності. Це обумовлено важливою роллю автоматизованого двовимірного та тривимірного геометричного моделювання на різних стадіях проектування. Так, наприклад, процес конструювання виробу передбачає геометричний синтез, який в свою чергу пов'язаний з визначенням геометричних форм виробу (синтез форми) та з розташуванням об'єкта або його складових частин у просторі відносно заданих орієнтирів (задачі позиціонування) [38, с. 66].

Аналогічне розуміння технологій застосування методів моделювання засобами комп'ютерної графіки відображається у роботах І. Норенкова. Він розглядає комп'ютерну графіку і геометричне моделювання як підсистему, що займає центральне місце в машинобудівних системах автоматизованого проектування. Процес конструювання в такій підсистемі передбачає створення геометричної моделі проектного рішення, можливість корегування її в інтерактивному режимі та виконання візуалізації проектного рішення [156; 157].

Існує декілька варіантів комп'ютерного геометричного моделювання: двовимірне (плоске) та тривимірне (просторове) [85; 245]. Двовимірна технологія передбачає автоматизовану побудову та оперування плоскими геометричними

моделями і використовується передусім для створення графічних конструкторських документів (електронних креслеників та схем). Основними методами побудови двовимірної моделі є методи нарисної геометрії та методи викреслювання графічних примітивів (відрізків, прямих, дуг, кіл та ін.). Зазначимо, що даний процес моделювання відбувається одночасно з розробленням конструкторської документації.

Тривимірне геометричне моделювання вивчає прийоми і методи побудови об'ємних моделей об'єктів у віртуальному тривимірному просторі. Воно орієнтоване передусім на досягнення основної цілі конструкторської діяльності – розробці конструкції виробу з комплектом конструкторської документації [205]. На думку В. Білецького, саме формування тривимірних графічних моделей і рішення на цій основі завдань бізнес-планування, а також інженерних графоаналітичних завдань є основною метою комп'ютерного моделювання в інженерній діяльності [137].

Розрізняють три напрями тривимірного геометричного моделювання: каркасне (дротяне), поверхневе та твердотільне [194].

При каркасному моделюванні опис геометрії моделі представляється контурами та ребрами, що лежать на поверхнях деталі. Поверхнева модель відображає форму деталі за допомогою завдання поверхонь, що обмежують її модель. У твердотільному моделюванні, на відміну від поверхневого, в явній формі містяться дані щодо приналежності елементів внутрішньому або зовнішньому по відношенню до деталі простору [82]. Іншими словами твердотільна модель не є пустою всередині.

Поверхневі та твердотільні технології тривимірного геометричного моделювання значно розширили сферу застосування геометричних моделей у проектно-конструкторській діяльності і дозволяють ефективно використовувати їх не тільки у конструкторському проектуванні, а й функціональному та технологічному.

У літературних джерелах, присвячених застосуванню методу комп'ютерного геометричного моделювання в інженерній діяльності, науковцями і дослідниками

не раз відмічалось, що окрім відображення геометрії і форми, комп'ютерні геометричні моделі містять візуальну і визначальну інформацію [26; 37; 39; 40; 63; 69; 73; 78; 105].

У своїй роботі [74] Н. Голованов трактує геометричне моделювання як метод побудови математичної моделі, яка описує геометричні властивості реального або уявного об'єкта, та наголошує, що процес взаємодії з математичною моделлю і її перетворення у візуально-графічну форму здійснюється за допомогою комп'ютерних технологій автоматизованого проектування. Завдяки цьому можемо побачити об'єкт, що моделюється, отримати його геометричні характеристики, виконати дослідження його фізичних властивостей шляхом постановки чисельних експериментів, внести необхідні зміни, підготувати виробництво і виготовити об'єкт.

Інші вчені розглядають дану категорію як створення геометричних об'єктів, що містять інформацію про геометрію виробу – функціональну і допоміжну, яка використовується не тільки для отримання графічного зображення – двомірної геометричної моделі, але й для розрахунку різних характеристик об'єкта, технологічних параметрів та для підготовки програми керування системою управління приводами технологічного обладнання [209; 212].

У дещо іншому плані сутність геометричного моделювання розкриває В. Рукавішніков. Він визначає геометричне моделювання як один з напрямків розвитку візуально-образного моделювання і розуміє під цим терміном «системоутворюючий розділ геометрії, що вивчає просторові форми, їх взаємодію, співвідношення і технологію створення геометричних моделей, що дозволяє здійснювати дослідження та виготовлення об'єкта моделювання» [207]. У своєму дослідженні науковець ототожнює сучасну геометричну модель із комп'ютерною візуально-образною моделлю, яка є результатом інтеграції математичної й візуально-образної моделей за допомогою технологій тривимірної комп'ютерної графіки. Така модель має програмно-математичну внутрішню складову й візуально-образну зовнішню, яка забезпечує діалог людини з цією моделлю. Слід зауважити, що автор наголошує на тому, що тривимірна комп'ютерна візуально-

образна модель володіє деякими властивостям фізичних моделей і може використовуватися не тільки для отримання геометричних параметрів, але й для безпосереднього здійснення різних механічних та технологічних розрахунків [205; 221].

Таким чином приходимо до висновку, що у сучасному розумінні метою геометричного моделювання є формування геометричної моделі, яка по суті є комп'ютерною, математичною, інформаційною, візуально-образною та має деякі властивості фізичної моделі. Різноманіття визначень поняття геометричне моделювання свідчить про те, що навіть в одній і тій же галузі науки часто користуються різними дефініціями при визначенні однієї і тієї ж категорії. На нашу думку, це пов'язано з тим, що при введенні такого поняття автори керуються метою і завданням своїх досліджень, спираючись на конкретні властивості об'єктів дослідження.

Дослідженню застосування методів комп'ютерного геометричного моделювання в інженерній сфері присвячена робота [245] А. Хейфеца, у якій науковець під тривимірним комп'ютерним геометричним моделювання розуміє процес розв'язку і дослідження задач на основі прямих операцій з реалістичною тривимірною моделлю без застосування методів нарисної геометрії. Описаний у цій роботі процес моделювання відбувається у середовищі сучасного графічного редактора, інструментарій якого дозволяє створювати віртуальну реалістичну тривимірну модель деталей, вузлів, будівель, яка однозначно визначає геометрію усієї моделі. На думку науковця, комп'ютерне тривимірне моделювання з часом повністю замінить традиційні двовимірні графічні методи моделювання.

У тій же роботі зауважується, що сутність цієї технології полягає в тому, що конструктор відразу будує реалістичну, наочну віртуальну модель, а вже після цього займається підготовкою конструкторської документації, яка створюється, значною мірою, в автоматичному режимі. Погоджуємося з науковцем, що очевидною перевагою даного методу моделювання є те, що ця технологія дозволяє оглянути створену тривимірну геометричну модель з усіх боків, зробити довільний розріз чи переріз, відредагувати, отримати якісне реалістичне текстуроване

зображення з урахуванням освітлення, використати для підготовки програми керування системою управління приводами технологічного обладнання або провести деякі дослідження просторових та фізичних властивостей [245].

Схиляємося до точки зору таких науковців, як В. Гузненков, В. Рукавішніков, А. Хейфец, В. Якунін, які вважають, що тривимірне моделювання є головною рисою сучасної графічної підготовки у системі професійної підготовки фахівців інженерно-технічного спрямування. Зокрема на думку В. Рукавішнікова, з появою методів тривимірного геометричного моделювання почався новий період розвитку в області геометричної підготовки інженера, що веде нас до принципово нової ідеології геометричного моделювання [205].

Слід зазначити, що згідно зі стандартами ЄСКД, які вводять електронну форму конструкторської документації, електронна тривимірна модель деталі може бути прийнята за основний конструкторський документ, а електронні кресленики можуть бути виконані на основі електронної моделі деталі або електронної моделі складальної одиниці [93; 94]. У державному стандарті ДСТУ ГОСТ 2.052:2006 «Єдина система конструкторської документації. Електронна модель виробу. Загальні положення» (ГОСТ 2.052-2006, IDT) під електронною геометричною моделлю розуміється електронна модель виробу, яка описує геометричну форму, розміри та інші властивості виробу, що залежать від його форми та розмірів [245].

Комплекс проектно-конструкторських робіт може включати в себе теоретичні і експериментальні дослідження, розрахунки та конструювання. Результатом такого проектування є проміжні (текстові документи, ескізи, описи на мові автоматизованих систем та інше) та остаточні описи (комплект конструкторсько-технологічної документації) нового або модернізованого технічного об'єкту. За визначенням А. Болдіна та А. Задіранова, якщо ці роботи здійснюються фахівцем при взаємодії з комп'ютерними технологіями, то таке проектування називається автоматизованим [38]. Середовище, у якому реалізується цей метод проектування, називають САД системою (computer-aided design – комп'ютерна підтримка проектування), яка є підсистемою системи автоматизованого проектування (САПР).

Виходячи з класифікації САПР І. Норенкова, дану підсистему автоматизованого проектування можна віднести до систем конструкторського автоматизованого проектування, базовою складовою яких є комп'ютерне геометричне моделювання [156; 157]. Варто відмітити, що завдяки комп'ютерним технологіям автоматизованого проектування інженерно-конструкторська діяльність є найбільш розвиненою сферою застосування геометричного моделювання.

Відповідно до ДСТУ 2226-93 «Автоматизовані системи. Терміни та визначення» автоматизована система проектування – це автоматизована система, яка призначена для автоматизації технологічного процесу проектування виробу, кінцевим результатом якого є комплект проектно-конструкторської документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об'єкта проектування [94]. Стадія технічного проектування в цій системі передбачає синтез технічної документації і полягає в автоматизованому перетворенні даних, виражених на внутрішній мові системи, у текстову та графічну документацію, оформлену за правилами Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

Більшість сучасних машинобудівних САПР є комплексними, до їх складу окрім системи конструкторського проектування може входити система розрахунку та інженерного аналізу, або CAE система (computer-aided engineering – комп'ютерна підтримка функціонального проектування) та система технологічної підготовки виробництва або CAM система (computer-aided manufacturing – комп'ютерна підтримка технологічного проектування). Вихідними даними для проектування в CAE/CAD системах слугує тривимірна геометрична модель, яка створена в CAD системі [24; 58; 91; 120; 135; 143].

Різним аспектам та видам забезпечення систем автоматизованого проектування присвячена робота І. Норенкова [156]. Описана у цій роботі структура машинобудівної САПР складається з таких модулів:

- Геометричне (графічне) ядро, яке реалізує основні операції та процедури геометричного моделювання.

- Підсистема двовимірної графіки, яка використовується для отримання креслярської документації.
- Підсистема тривимірного твердотільного (об'ємного) моделювання, в якій реалізуються процедури конструктивної геометрії з використанням базових елементів форми.
- Підсистема тривимірного поверхневого моделювання, яка призначена для проектування деталей зі складними поверхнями (лопатки турбін, корпуси літаків, автомобілів, кораблів тощо).
- Спеціалізовані модулі, орієнтовані на проектування виробів певного типу, наприклад, штампів, деталей з листових матеріалів, литих виробів та інше
- Підсистема для проектування технологічних процесів, синтезу програм для станків з ЧПУ, моделювання механічної обробки та інше.
- База даних, включаючи архівні та довідкові підсистеми.
- Підсистема інженерного аналізу.
- Підсистема управління даними і проектуванням.

Таким чином, сучасні САПР спрямовані на реалізацію основних функцій інженера-конструктора (науково-дослідницької, проектно-конструкторської, виробничо-організаційної, системотехнічної та соціотехнічної), які в свою чергу напряму пов'язані з геометричною моделлю нового або модернізованого технічного об'єкта.

Приділяючи увагу аналізу сутності і ролі конструкторської діяльності, В. Рукавішніков у своїй науковій праці приходять до висновку, що базовою функцією інженера-конструктора є функція інженерного геометричного моделювання, яка спрямована на розв'язок головної цілі конструкторської діяльності – розробку геометричної моделі конструкції виробу (кресленика, схеми, комп'ютерної моделі) [207]. Погоджуємося з думкою науковця, що для здійснення цієї функції інженер-конструктор повинен вивчати сучасні методи комп'ютерного геометричного моделювання та розвивати на цій основі просторове конструктивне мислення.

З огляду на вищесказане переконуємося, що науковці при дослідженні методу геометричного моделювання, яке використовується у професійній проектно-конструкторській діяльності, вкладають у його зміст метод побудови саме об'ємної тривимірної комп'ютерної моделі у системі автоматизованого проектування.

Аналіз існуючих визначень понять геометричного моделювання дає нам підстави сформулювати власне загальне визначення, за яким **комп'ютерне геометричне моделювання – це процес відображення властивостей та відносин реального або уявного об'єкта на спеціально створеній для цього тривимірній геометричній моделі засобами комп'ютерної графіки, дослідження якої дає нам нові знання про цей об'єкт.** Загальною властивістю усіх геометричних комп'ютерних моделей є їхня здатність так чи інакше відображати визначальну інформацію (ідентифікація об'єкта і його структура), візуальну інформацію (зовнішній вигляд), інформацію про форму і точну геометрію (розміри, пропорції та ін.) та деякі фізичні властивості (вага, момент інерції та ін.) об'єктів, що моделюються. Як одна з функцій інженерно-конструкторської діяльності, комп'ютерне геометричне моделювання реалізується через інтерактивну систему автоматизованого проектування, здатну взаємодіяти зі створюваною в ній геометричною моделлю.

У логіці нашого дослідження проведений аналіз дає нам можливість зрозуміти, що комп'ютерне геометричне моделювання тісно пов'язується з такими аспектами, як вид діяльності, як засіб для реалізації певного виду діяльності, як самостійна система знань та умінь, що, з одного боку, формується певним чином, а з іншого – виступає базою для формування інших професійно важливих складових майбутнього фахівця.

Якщо про комп'ютерне геометричне моделювання мова йде як про вид діяльності, то, у першу чергу, це стосується професійної діяльності інженера, складових його професійних компетенцій. За справедливим переконанням В.Рукавішнікова встановлено, що кожен вид інженерної діяльності включає функцію інженерного геометричного моделювання [206]. Узгоджуючи

вищевикладене з проблемою нашого дослідження, нам імпонує позиція М. Козяра про виокремлення графічної діяльності, яка дає можливість глибше сприймати навколишні процеси, накопичувати і генерувати інформаційні зміни шляхом наочного сприйняття та образного перетворення. Уміння зрозуміти надану графічну інформацію і використати її для здобуття нового знання має велике значення як для студента, так і для майбутнього фахівця [114; 116]. Г. Райковська зазначає при цьому, що інженер сьогодення повинен бути здатним до впровадження нових видів техніки, технологій, вміти виносити судження і приймати складні оціночні рішення та досконало володіти не тільки основами комп'ютерної грамотності, але і використовувати різноманітні спеціалізовані програмні продукти, які дозволяють вирішувати типові інженерні завдання в найкоротші терміни і на високому технічному рівні. І сьогодні важко уявити сучасне підприємство чи конструкторське бюро без комп'ютерів та спеціальних програм, призначених для розроблення конструкторської документації, проектування різноманітних виробів. Використання комп'ютерної техніки в даній області стало фактом, що відбувся і довів свою високу ефективність. І тому актуалізується завдання педагогічної науки і практики щодо удосконалення та інтенсифікації навчального процесу [193; 195].

Відповідно до дидактичної точки зору комп'ютерне геометричне моделювання стає важливою складовою професійної підготовки майбутніх інженерів-механіків, причому усіх її компонентів: змістовного, технологічного, результативного тощо. Ми притримуємося точки зору О. Джеджули, який розглядає графічну діяльність як системотвірний компонент педагогічної системи графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей, доводячи, що: 1) графічна діяльність визначає специфіку графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей; 2) графічна діяльність є складовою загальнопізнавальною діяльністю студента, у процесі якої досягається мета графічної підготовки і мета професійної підготовки [89; 90].

У працях таких вчених, як О. Боев, Н. Брюханов, А. Гедзик, С. Герасимов, В. Головня, Л. Гриценко, О. Дорошенко, О. Жук, Д. Кільдеров, О. Коваленко,

А. Костюков, О. Мельниченко та ін. обґрунтовано доцільність модернізації змісту блоку графічних дисциплін. Сутність модернізації полягає в аналізі та відборі нового матеріалу з урахуванням сучасних тенденцій в інженерній діяльності (комп'ютерного інжинірингу, дизайну, ергономіки); знаково-символічних особливостей графічних форм інформації; концентрично-інтегрального розвитку графічного знання; поліфункціональності графічних зображень; доведено, що структурування змісту доцільно здійснювати відповідно до професійно важливих видів графічної діяльності, що забезпечує систематичність їх формування; зазначається, що до важливих факторів, які суттєво впливають на можливість одержання якісних графічних знань з побудови зображень, є оволодіння інформаційними технологіями, використання засобів [65; 78; 84; 92; 98; 107; 109; 122; 141].

Таким чином, ми вправі говорити, що комп'ютерне геометричне моделювання – системотвірний фактор професійно важливих знань і умінь майбутніх інженерів. У дидактичному контексті це знаходить вираження у змісті навчальних предметів, способах і засобах їх навчання.

У зв'язку з цим актуалізуються і такі категорії, як графічна грамотність, графічна компетентність, графічна культура тощо. Узагальнено трактування даних категорій можна представити наступним чином.

Графічна грамотність – це вміння розуміти і виражати думки в графічній формі.

Графічна компетентність інженера припускає усвідомлене застосування графічних знань, умінь і навичок, що спираються на знання функціональних і конструктивних особливостей технічних об'єктів, досвід графічної професійно орієнтованої діяльності, вільну орієнтацію в середовищі графічних інформаційних технологій, графічну комунікацію.

Інженерно-графічна компетентність – це сукупність знань студента про місце і роль графічних об'єктів в інженерній діяльності, вміння застосовувати сучасні технічні засоби: виконувати кресленики і моделі з використанням найбільш поширених комп'ютерних програм [4; 5; 122].

Яким чином розглянуті нами категорії і поняття знаходять відображення як структурні компоненти навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання в педагогічній теорії і практиці буде представлено у наступних параграфах дисертації.

1.2. Навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання як науково-педагогічна проблема

Професія інженера на всьому шляху свого розвитку супроводжується певними особливостями на кожному із його етапів. Сучасний етап вирізняється стратегією автоматизації робочого місця інженера-механіка, що спонукає до розроблення та впровадження принципово нових методик роботи та використання комп'ютера і програмного забезпечення у вузьких сферах професійної діяльності. Однією із найважливіших функцій діяльності виступає конструкторська, що передбачає надання форми технічному замислу і компетенцію проектування, що перетворює інженерну ідею у пакет документів – креслеників і технічної документації. А все це відповідно актуалізує цілий ряд завдань педагогічної науки і практики в галузі графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей.

Свідчення про реальний стан графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей вказують на невідповідність рівня графічних знань та умінь молодих фахівців сучасним вимогам щодо практичної діяльності інженера. Практичний досвід роботи зі студентами дозволяє говорити про складність формування у них вмінь використовувати графічні зображення для опосередкованого пізнання дійсності, планування своїх дій, побудови процесу діяльності в образах та відтворення у графічній формі за допомогою комп'ютерних графічних продуктів. Як наслідок, все це знижує якість навчальної та майбутньої професійної діяльності студентів, унеможлиблює розв'язання ними творчих технічних задач.

Природно, що до розв'язання існуючої проблеми долучається все більше педагогів-практиків і науковців. Якщо, наприклад, говорити про концептуальні, змістові й технологічні аспекти удосконалення процесу формування графічних

знань, умінь та навичок в школах, технікумах, коледжах, то найбільш детально їх досліджували О. Ботвінников, В. Василенко, В. Васенко, Г. Гавришак, В. Гервер, П. Дмитренко, В. Жуков, В. Качнев, О. Кабанова-Меллер, Н. Севастопольський, В. Сидоренко, В. Трошин, В. Чепок, З. Шаповал та ін.

У наукових працях вітчизняних вчених представлено різні аспекти проблеми формування графічних знань та умінь студентів у ЗВО:

- дидактичні основи оптимізації процесу навчання графічній грамоті (А. Верхола) [51; 52];
- самостійна робота як засіб удосконалення графічної підготовки (В. Буринський, Є. Вох) [43; 57; 243];
- зміст графічної підготовки вчителів трудового навчання (В. Вітренко, Т. Федотова) [236; 237];
- формування просторового образу на основі графічного зображення (Й. Гушулей, І. Голіяд, М. Козяр, І. Лебедєва) [73; 86; 113; 115; 131];
- методика використання засобів комп'ютерної графіки (В. Безпалько, О. Глазунова, О. Лейбов, В. Маковецька, О. Слепухін, Ю. Фешук, М.Юсупова) та ін. [13; 15; 67; 132; 136; 215; 239].

Аналіз зазначених робіт вказує на те, що у зазначених вище наукових дослідженнях проблема графічної підготовки студентів у ЗВО розглядається все ж таки частково і не набула всебічного й ґрунтовного дослідження як цілісної системи. На жаль, не окреслилось у дисертаціях і розроблення методики графічної підготовки на основі нових інформаційних технологій, яка б спрямовувалася на формування професійно важливих видів графічної діяльності інженера.

Однак в результаті наукових пошуків дослідниками було виявлено цілий ряд суперечностей між:

- новою компетентнісною парадигмою професійної підготовки фахівця та нерозробленістю теоретичних та методичних основ навчання інженерної графіки студентів інженерних спеціальностей ЗВО;
- високими вимогами сучасного ринку праці до професійної компетентності інженерних кадрів та недостатньою якістю навчального процесу

вищої школи щодо забезпечення належного рівня оволодіння студентами графічними знаннями та вміннями на рівні спеціальних компетенцій;

- недостатньою професійною спрямованістю графічної підготовки майбутніх фахівців інженерного профілю та реальною затребуваністю системи професійно важливих видів графічної діяльності інженера;

- динамікою сутності графічної діяльності в умовах сучасного інформаційного суспільства та нерозробленістю інформаційно-методичного забезпечення процесу навчання інженерної графіки на базі нових інформаційних технологій;

- новими знаннями про перспективні напрями інженерної діяльності, розвиток системи графічних зображень та традиційним змістом навчання інженерної графіки;

- специфікою графічних зображень та графічної діяльності як знаково-символічних категорій та невизначеністю особливостей форм навчальної інформації графічних дисциплін, графічної діяльності студента як складової семіотичної діяльності [61; 71; 83; 123; 126; 159; 191].

На розв'язання названих та інших протиріч в аспекті навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання спрямовано і наші наукові інтереси. При цьому ми розуміємо, що практичне вирішення проблеми можливе при належному теоретичному обґрунтуванні методичних засад щодо організації навчання інженерної графіки у навчально-виховному процесі вищої школи. З цією метою ми намагалися дослідити позитивні результати педагогічної теорії і методики як вітчизняних вчених так і зарубіжних.

Ми можемо стверджувати, що особливої уваги проблема вдосконалення процесу підготовки інженерів-механіків набула з першого десятиліття ХХІ століття. Пов'язано це з розвитком і зростанням випуску продукції машинобудівного виробництва, модернізацією обладнання виробництва, широкою комп'ютеризацією виробництва. Перед вищою школою постало завдання так організувати навчальний процес, щоб підготувати висококваліфіковані кадри з

розвиненим умінням у сфері інформаційних технологій, готовністю до самостійного оволодіння новим обладнанням.

У зв'язку з цим у педагогічній теорії досліджувана нами проблема вивчалася вченими у першу чергу, в контексті професійної підготовки інженерів-механіків, у другу – в контексті інженерно-графічної їх підготовки, і в третю – в контексті дидактичних аспектів організації навчання комплексу інженерно-графічних дисциплін.

У логіці нашого дослідження було вивчено значну частину робіт, присвячених формуванню професійної компетентності майбутніх фахівців (М. Головань, Е. Зеєр, І. Зимня, Г. Клочкова, М. Лагунова, Л. Салапак) [75; 100; 101; 108; 130; 208], зокрема інженерно-графічних компетенцій, проектно-конструкторської готовності (М. Бетуганова, П. Буянов, В. Виходець, С. Коваленко, Т. Олефіренко, Т. Поваляєва, А. Пузанкова, Т. Сильченко та ін.) [16; 45; 54; 110; 150; 161; 162; 173; 185; 186; 212]. Важливим для нас є питання змісту підготовки фахівців машинобудування, а саме проектування структури і змісту освітнього стандарту, професійного поля діяльності майбутніх інженерів-механіків, наскрізних освітніх програм і самоосвіти студентів (А. Ашерев, В. Ванін, А. Гедзик, Є. Муратов, Ф. Якубов та ін.) [6; 47; 66; 147; 180; 183, 184, 225; 226; 227; 257]. Аналіз досліджуваних робіт дає нам право стверджувати, що графічна підготовка інженерів-механіків так чи інакше розглядається вченими як обов'язкова і важлива складова підготовки студентів до професійної діяльності, що має свої особливості.

Більш детальний аналіз наукового доробку з точки зору структурних компонентів навчального процесу щодо графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків дозволяє виокремити наступне.

Так, розкриваючи особливості теорії і методики графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей у ЗВО, О. Джеджула визначає, що метою графічної підготовки є ефективне становлення графічної компетентності інженера, розвиток його особистісних якостей. Графічну компетентність він визначає як складову професійної компетентності інженера, що відображає готовність усвідомленого

використання графічних знань, умінь та навичок, що спираються на знання функціональних і конструктивних особливостей технічних об'єктів, принципи їх конструювання, перебіг технологічних процесів, досвід графічної професійно-орієнтованої діяльності, наявність знань і вмінь використовувати графічні комп'ютерні технології для здійснення виробничої, комунікативної, концептуальної діяльності.

Автор переконаний, що сучасний фахівець інженерного профілю повинен володіти високим рівнем професіоналізму та інтелекту, творчими здібностями, професійною мобільністю, комунікабельністю, легко адаптуватися до світового інформаційного простору, досконало оперувати фундаментальними, загальнотехнічними та спеціальними знаннями. На основі аналізу змісту професійної діяльності, освітньо-кваліфікаційних характеристик вчений розробляє професіограму та психограму фахівця інженерного профілю та на її підставі виділяє професійно важливі якості (виробничо-технологічна мобільність, технічний інтелект, креативність, рефлексія, комунікабельність, здатність до саморозвитку та ін.) та основні компетенції (виробнича, графічна, інформаційна, комунікаційна та ін.), що забезпечують конкурентоспроможність фахівця інженерного профілю на ринку праці.

Роль графічної підготовки у формуванні визначених якостей та компетенцій О. Джеджула обґрунтовує особливостями графічної інформації, специфікою графічної діяльності, що дає змогу досліджувати та відтворювати об'єктивний предметний світ та природні явища, об'єкти професійної діяльності та технологічні процеси, розкривати їх сутність, абстрагуючись від властивостей, накопичувати, зберігати та передавати інформацію у графічній формі про ці об'єкти, явища та процеси.

Обґрунтовуючи теоретичну модель педагогічної системи графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей ЗВО, автор представляє її як цілісну систему, що забезпечує цілеспрямоване управління процесом формування графічних знань та вмінь майбутніх інженерів. Відповідно до запропонованої моделі автор у своїй дисертації обстоює концепцію графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей, основними ідеями якої є: особистісне, практичне

спрямування цілісної педагогічної системи графічної підготовки; комплексне застосування системного, інформаційно-семіотичного, функціонального, особистісно-розвивального підходів; дотримання принципів системності, мобільності й динамічності змісту й форм навчання, інформаційної технологічності навчання, розширення функціональних можливостей графічних зображень, ускладнення професійних функцій; урахування перспективних напрямів сучасної інженерної діяльності, концентрично-інтегрального розвитку графічного знання, ієрархічної структури графічної діяльності, поліфункціональності графічних зображень; створення належних умов для набуття інтелектуального розвитку, професійної компетентності, творчого потенціалу, рефлексії власної діяльності, здатності до саморозвитку [88; 89; 90].

У заданій структурі дослідження важливим для нас стало ознайомлення і з обґрунтованою вченим методикою графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей на основі створення високотехнологічного освітнього середовища, що передбачає: використання модернізованого змісту; прицільне формування професійно важливих видів графічної діяльності на основі інтерактивних технологій, використання професійно-орієнтованих завдань з елементами комп'ютерного інжинірингу, дизайну, ергономіки, ділових ігор як методу моделювання професійної діяльності майбутнього інженера [88; 89].

Сконцентрувати увагу на сутності професійно-графічної підготовки майбутніх фахівців дозволяють наукові праці М. Козяра, Я. Матвісіва [114; 139].

За авторськими переконаннями професійно-графічна підготовка майбутніх фахівців (учителів технології) має бути цілісною системою, яка володіє особистісним, практичним спрямуванням з метою забезпечення конкурентоспроможності фахівця на ринку праці відповідно до європейських стандартів, ефективності його інтелектуального розвитку, професійної компетентності, творчого потенціалу, рефлексії власної діяльності, здатності до саморозвитку на основі об'єктивних законів суспільства, природи, техніки і технологій з урахуванням екологічного та морального імперативів, усвідомлення гармонізації предметного світу.

Основними компонентами системи професійно-графічної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО, на думку вченого, є: студент (його потреби, мотиви, інтереси); викладач (його спрямовуюча, координуюча, контролююча діяльність); мета професійно-графічної підготовки – формування графічної, проектно-технологічної і методичної компетентності майбутнього фахівця та його особистісних якостей; модернізований зміст професійно-графічної підготовки, методи, форми, інформаційно-предметне забезпечення на основі комп'ютерних технологій, що створюють високотехнологічне середовище навчання; графічна діяльність студента як специфічний засіб пізнання та комунікації; оцінювання та корекція отриманих результатів.

У зв'язку з таким розумінням процесу професійно-графічної підготовки майбутніх фахівців автор наукового дослідження зауважує на важливості здійснювати його на основі реалізації таких принципів як системність, мобільність і динамічність змісту та форм навчання, інформаційної технологічності навчання, розширення функціональних можливостей графічних зображень у професійній дальності, ускладнення його професійних функцій.

Відповідно ми розуміємо, що така підготовка студентів має передбачити врахування перспективних напрямів у професійній діяльності сучасного фахівця (художнє проектування, конструювання, дизайн, ергономіка тощо), розгортання ефективних інтелектуальних комунікацій, концентрично інтегрального розвитку графічного знання – поступового переходу від етапу візуально образного графічного моделювання до комп'ютерного моделювання тривимірних і чотиривимірних об'єктів (комп'ютерної анімації), ієрархічної структури графічної діяльності, поліфункціональності графічних зображень тощо.

Безперечно правомірним, на нашу думку, в заданій логіці дослідження є висновок М. Козяра щодо багатокomпонентності графічної підготовки фахівців у вищому навчальному закладі. Кожен компонент займає певне місце в її структурі. Для того, щоб кожен з них виконував очікувані від нього завдання, необхідно забезпечити зв'язки з навчальними дисциплінами, у змісті яких наявний графічний

компонент. Звідси виникає необхідність пошуку нових технологій підготовки майбутніх фахівців [116].

Саме ролі інноваційної діяльності у графічній підготовці майбутніх фахівців приділили значну увагу О. Джеджула, М. Козяр, Г. Райковська та М. Юсупова [90; 112; 196; 198; 253]. Особливу увагу названі вчені та ін. (Є. Крайнова, О. Тарабрін, Є. Руденко) надають розвитку інформаційних технологій та впровадженню їх у графічну підготовку інженерів-механіків [123; 204; 221].

Сутність таких технологій в кожному конкретному випадку обумовлюється впровадженням інноваційних технологій на виробництві та необхідністю адаптації майбутніх фахівців до динаміки умов праці. Є. Муратова, О. Попов, О. Попова у зв'язку з вищезазначеним акцентують увагу на важливості формування у студентів інженерних спеціальностей готовності до інноваційно-проектної діяльності і розв'язання творчих задач [147; 177; 178].

О. Тарабрін, досліджуючи проблему підготовки фахівців машинобудівного профілю у сфері використання інформаційних технологій при використанні проектно-конструкторських робіт, виокремлює три етапи навчання: формування комп'ютерної грамотності, формування інформаційної грамотності, формування інформаційної культури. Базуючись на принципі неперервності підготовки, вчений розробляє змістовні аспекти, нормативне та навчально-методичне забезпечення неперервної конструкторської підготовки інженерів-механіків на основі CALS/IP-технологій. Для їх впровадження обґрунтовує неперервне застосування сучасних інформаційних технологій у професійній підготовці на основі створеного науково-віртуального підприємства [221].

Зважаючи на ефективність використання інформаційних технологій при здійсненні проектно-конструкторської діяльності інженерами – механіками, вчені наголошують на сутності і ролі сучасних програмових засобів. Вони дають можливість спростити і підвищити ефективність процесу проектування виробів машинобудування від розроблення креслеників до проведення випробувань готового виробу шляхом моделювання процесу його експлуатації. Це підтверджує особливу увагу процесу графічної і проектно-конструкторської підготовки

інженерів-механіків засобами інформаційних технологій проектування у процесі навчання відповідних дисциплін.

У зв'язку з цим наш інтерес було спрямовано на вивчення напрацювань Т. Поваляєвої, у яких автор, базуючись на професійно-орієнтованому відборі змісту дисциплін, розробляє інформаційно-дидактичний комплекс. Останній включає: прикладні профорієнтаційні задачі, комп'ютерні імітатори обладнання і виробничих ситуацій, інформаційні технології і тренажери спеціального обладнання. Автор доводить, що активне впровадження у навчальний процес підготовки майбутніх інженерів-механіків інформаційних технологій і систем тренажерних технологій, що моделюють стандартні і нестандартні умови технічних систем, технології «вкладених» проектів і «нештатних» ситуацій, впровадження дисциплін автоматизованого проектування разом зі зміною цілей навчання сприяє формуванню у студентів прагнення оволодівати і творчо використовувати сучасні інформаційні технології для оброблення і аналізу нестандартних ситуацій, поповнення та оновлення своїх знань більш досконалішими прикладними програмами [173].

Змістовну та технологічну сторони інженерно-графічної підготовки майбутніх фахівців машинобудівного профілю розглядає у своїх працях А. Пузанкова [186]. Обґрунтовуючи теоретичну модель педагогічної системи формування професійних інженерно-графічних компетенцій студентів, дослідниця характеризує процес формування через навчання комп'ютерній графіці на прикладі спеціальностей машинобудівного профілю. Для нашого дослідження викликає інтерес розроблений автором електронний навчально-методичний комплекс курсу комп'ютерної графіки, до якого ввійшли: проблемні лекції, методика використання мультимедійних матеріалів, інтерактивна пошуково-дослідницька діяльність студентів, виконання творчих проектів, ділові ігри. Важливою дидактичною умовою формування інженерно-графічних компетенцій у студентів вчений вважає поетапність процесу як педагогічної технології, коли кожен етап стає підготовчим для наступного, як правило більш складного по формі, змісту і методиці проведення [228; 238; 249].

Знайомлячись з роботами С. Фоменко, ми зауважили на спроектовану автором дидактичну систему конструкторсько-геометричної підготовки майбутніх фахівців. Логіка побудови системи як моделі процесу навчання ґрунтується на цілях як загально дидактичного, так і конкретно предметного рівнів, відповідного до них структурування змісту навчання, узгодженні з ними форм, методів і засобів навчання, розробленні критеріїв кількісної та якісної оцінки рівня набутих студентами знань і умінь [241]. Саме узгодженість компонентів освітнього і навчального компонентів процесу конструкторсько-геометричної підготовки майбутніх фахівців машинобудівного профілю стає, на нашу думку, відправним механізмом визначення місця і ролі вивчення кожного предмету взагалі і інженерно-графічного змісту зокрема та методики його вивчення.

Підтверджують нашу позицію і результати дослідження Є. Крайнової з проблеми підготовки майбутніх інженерів-механіків та формування у них інформаційної компетентності. Ми погоджуємося з автором, що така підготовка має здійснюватися неперервно. Запропонована автором модель підготовки, яка включає проектування цілей, відбір змісту навчання, технологій контролю і діагностики, базується на компетентнісному підході та принципах непевності і системності. Така модель сприяє впровадженню наскрізної програми вивчення дисциплін, що складаються із трьох етапів оволодіння інформаційними технологіями впродовж всього навчання [123].

Аналіз вищенаведених праць вітчизняних та зарубіжних вчених із досліджуваної проблеми показує, що навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання окремо цілеспрямовано і конкретно не знайшло відображення. Однак його певні аспекти так чи інакше представлено вченими з різних позицій:

- професійної підготовки майбутніх фахівців машинобудівного профілю;
- інженерно-графічної підготовки майбутніх фахівців (різного профілю) у сучасному ЗВО;

- використання інформаційних технологій у процесі неперервної підготовки інженерних кадрів;
- формування графічної діяльності студентів технічних ЗВО засобами комп'ютерних технологій, тощо.

Все це дало нам можливість переконатися, що проблема оволодіння студентами інженерною графікою та комп'ютерною інженерною графікою не тільки актуалізується вченими, а й знаходить відображення з дидактичної точки зору: щодо модернізації змісту як в структурі професійної підготовки (комплекс навчальних предметів), так і в контексті окремого навчального предмету; мотивації та активізації навчальної діяльності студентів у навчальному процесі; організаційно-педагогічних умов навчання; результативності навчання тощо. Однак, простежується узагальненість підходу до розв'язання завдань досліджуваної нами наукової проблеми та необхідність конкретного методично-технологічного її обґрунтування.

З цією метою ми досить детально вивчали роботи таких вчених як В. Гилой, И. Гардан, Й. Енджел, І. Котов, Ю. Котов, В. Михайленко, М. Принс, В. Полозов, Д. Райан, С. Ротков, Н. Рижов, С. Фролов, В. Якунін та ін. Вони значною мірою приділяли увагу питанням розроблення та впровадження у навчальний процес інженерної графіки, комп'ютерної графіки. Цікавим фактом для нас стало виокремлення вченими геометрографічної підготовки. При цьому ми помітили, що при розробленні теоретичних і методологічних основ, установленню взаємозв'язку окремих елементів і структурних компонентів, обґрунтуванні принципів відбору і структурування змісту «графічних» дисциплін дослідження вчених можна розділити наступним чином:

- дослідження, в яких в основу покладено традиційну нарисну геометрію;
- дослідження, в яких визнається нарисна геометрія, однак більшого пріоритету надано вивченню комп'ютерної графіки. Причому обидві дисципліни розглядаються як самостійні;

– дослідження, в яких вчені пропонують відмовитися від нарисної геометрії і розв'язувати завдання інженерної графіки методами комп'ютерної графіки. Тим самим вони ставлять під сумнів теоретичні основи геометричного моделювання, тобто вивчення візуально-образної мови;

– дослідження, в яких обґрунтовується проектування геометрографічної підготовки як єдиного цілісного курсу на основі ідеології тривимірного геометричного моделювання.

У той же час при всіх можливих розбіжностях у відстоюванні своїх наукових позицій всі автори висувають одну незмінну умову щодо структурування змісту навчання інженерної графіки. Сутність її полягає в тому, що на сьогоднішній день у підготовці інженерів-механіків є потреба сформувати зміст навчання відповідно до специфіки професійної діяльності.

Зважаючи на тенденцію впровадження компетентнісного підходу у системі професійної освіти, ми з певністю можемо стверджувати, що специфіка такої діяльності формує і вимоги до кінцевого результату навчання та, на нашу думку, орієнтує організацію самого процесу навчання на основі впровадження інноваційних технологій [218; 219]. С. Гінне, наприклад, як кінцевий результат комп'ютерного графічного навчання виокремлює сформованість базових аналітичних умінь. Вчений, пояснюючи сутність і зміст аналітичних умінь майбутніх інженерів-механіків, характеризує їх як здатність аналізувати науково-технічну і нормативно-технологічну документацію, технологічні параметри і стан виробничого обладнання, досвід і результати своєї діяльності.

У ракурсі наших наукових інтересів приваблює обґрунтування та дидактичне забезпечення досліджуваного процесу організаційно-педагогічних умов. До них дослідник включає: орієнтацію компонентів навчального процесу на оволодіння базовими аналітичними вміннями; активне включення студентів у цей процес; збагачення досвіду аналітичної діяльності майбутніх інженерів-механіків. До методики реалізації обґрунтованих умов автор пропонує спецзавдання аналітичного характеру, що відображають ту чи іншу професійну функцію майбутнього інженера-механіка; організацію самостійних експериментів з

елементами аналізу при виконанні лабораторно-практичних робіт; проведення лекцій з елементами проблемного діалогу; самостійну роботу студентів із підготовки доповідей, рефератів, проектів графічної документації аналітичного пошуку [176; 247; 248].

Аналізуючи праці О. Попова ми звернули увагу на методику організації активної участі студентів в олімпіадному русі при підготовці майбутніх інженерів машинобудівного профілю до творчої діяльності. Нас цікавили результативні можливості олімпіад при навчанні інженерної графіки [178].

Оскільки така організація навчального процесу суттєво активізує навчально-пізнавальну діяльність студентів, дає можливість розвивати пізнавальну мотивацію, використовуючи колективні форми роботи, та перетворювати навчання в самонавчання, то очевидним стає ефективність процесу навчання в цілому та інженерної графіки зокрема. Природно, що результат педагогічного експерименту засвідчив поглиблення знань студентів із навчальних дисциплін, їх дієвість, розвиток креативного мислення, навчальних та професійних інтересів. Приймаючи до уваги значимість організації конкурсного стилю навчання, ми задалися питанням забезпечення гармонійного співвідношення кількості і якості готових до пізнавального змагання.

Максимально активну участь студентів у навчальній інноваційно-проектній діяльності з урахуванням постійно змінюваних завдань інженерного проектування, з нашої точки зору, пропонує Є. Муратова. Науковець доводить дієвість розробленої методики організації курсового і дипломного проектування: розділення процесу виконання проекту на етапи, визначення цілей кожного етапу, розширення діапазону використання інформаційних технологій як засобу підтримки навчально-пізнавальної діяльності студентів в процесі проектування [147].

Методичну систему навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх фахівців в умовах вищої школи досить ґрунтовно представлено у дисертації І. Нищак. В основу концепції методичної системи навчання інженерно-графічних дисциплін автором покладено цілу низку ключових ідей:

- переосмислення ролі та значення графічної інформації як універсальної мови комунікації у науково-технічній галузі та підвищення професійно-прикладної спрямованості результатів навчання;
- пріоритетність інженерно-графічного знання як фундаментального у розвитку загальнотехнічного і спеціального компонентів професійної підготовки майбутнього фахівця;
- розширення предметної сфери професійно орієнтованих інженерно-графічних дисциплін;
- орієнтування процесу навчання інженерно-графічних дисциплін на системний розвиток фундаментальних знань і професійно значущих умінь з урахуванням ступеня розширення пізнавальних можливостей студентів;
- чітка наступність і послідовність інженерно-графічної підготовки у педагогічному ЗВО;
- широке використання засобів сучасних інформаційних технологій навчання на всіх етапах інженерно-графічної підготовки;
- зміщення акценту інженерно-графічної підготовки на розвиток образного і технічного мислення, пізнавальної активності, творчих здібностей та інших якостей особистості, необхідних для успішної професійної діяльності майбутнього фахівця в умовах інформатизації та технологізації.

Дидактичним підґрунтям пропонованої методичної системи вчений вважає систему принципів організації процесу навчання інженерно-графічних дисциплін. До останніх включено: загальнопедагогічні принципи (гуманізації, неперервності освіти, демократизації, інтегративності, індивідуалізації, активізації навчання, та ін.), дидактичні принципи (науковості, системності, систематичності та послідовності, наочності, доступності та посильності, міцності засвоєння знань й ін.) та специфічні принципи (фундаментальності інженерно-графічних знань, структуризації цілей інженерно-графічної підготовки, системності навчання інженерно-графічних дисциплін, інформатизації процесу інженерно-графічної підготовки та ін.).

Приваблює авторська позиція тим, що реалізація концепції методичної системи навчання інженерно-графічних дисциплін хоч і забезпечує підготовку майбутнього педагога, але до виконання функцій різних професій у системі технологічної освіти та проектно-конструкторської діяльності. Мова йде не тільки про посаду учителя трудового навчання та технологій, а й керівника шкільного конструкторського бюро, керівника предметних і технічних гуртків різних напрямів, викладача педагогічних ЗВО різних рівнів акредитації, вченого – дослідника у галузі педагогічної освіти та ін.

Дослідником доведено, що рівень інженерно-графічної підготовки майбутніх учителів технологій можливо значно підвищити, якщо в структурі ступеневої вищої освіти реалізувати модель методичної системи навчання інженерно-графічних дисциплін, яка ґрунтується на засадах творчого розвитку особистості, враховує глобальну інформатизацію суспільства та спирається на системно-цілісний, діяльнісний, особистісно орієнтований, компетентнісний, синергетичний, інтеграційний та інформаційно-технологічний підходи до проектування навчального процесу.

Важливим для нас висновком аналізованої праці стало підтвердження гіпотетичних положень, сутність яких полягала у тому, що навчання інженерно-графічних дисциплін студентами буде ефективним, якщо:

- створити умови для усвідомлення ними важливості графічних засобів подання інформації у контексті світових тенденцій модернізації і технологізації суспільства та необхідності оволодіння ними підростаючим поколінням;
- відбір і структурування змісту навчання інженерно-графічних дисциплін ґрунтуватиметься на засадах інтеграції графічних і техніко-технологічних знань, враховуватиме логічну наступність навчальних курсів і взаємозумовленість зв'язків між ними, носитиме особистісно орієнтований і творчий характер;
- реалізація інженерно-графічної підготовки студентів здійснюватиметься в умовах методичної системи навчання як механізму організації ефективного предметно-графічного середовища, спрямованого на розвиток

творчих умінь і здібностей, виховання професійної самосвідомості, забезпечення суб'єкт-суб'єктної педагогічної взаємодії [152].

Важливим акцентом у працях І. Нищак ми вважаємо обґрунтування ролі інформаційних технологій на розвиток технічного мислення студентів у процесі навчання інженерно-графічних дисциплін, переконання щодо найбільшої ефективності використання програм навчально-розвивального типу (частково моделювального) [153].

Глибокий науковий інтерес у нас викликали праці М. Ожги, в яких він обґрунтовує місце, роль та підходи до вибору систем 3D-проектування у навчанні майбутніх інженерів – педагогів комп'ютерного профілю. Вчений акцентує увагу на тому, що такі системи мають здійснювати комплексне забезпечення розв'язування типових задач професійної діяльності, які стоять перед інженерами-педагогами комп'ютерного профілю та передбачені стандартами професійної освіти. До таких задач М. Ожга включає: проектування комп'ютерних технологій; проектування комп'ютерних засобів навчання; проектування об'єктивно-орієнтованих комп'ютерних технологій; розроблення комп'ютерних дидактичних матеріалів; комп'ютерне забезпечення дистанційного навчання [159].

Автор наголошує, що вибір систем 3D-проектування потребує незалежного аналізу ряду програм на основі досвіду роботи з ними, обстоюючи таку позицію відсутністю доступності належної науково-методичної інформації. Оскільки такий процес довготривалий, то вчений переконує у важливості і природності індивідуального фактору щодо вибору систем (особистих вподобань, специфіки професійної діяльності, інформаційної графічної забезпеченості виробництва тощо).

Важливим, на нашу думку, є те, що дослідник на основі аналізу тривимірного комп'ютерного проектування з позиції виділення типових задач професійної діяльності інженера-педагога комп'ютерного профілю розробляє та доводить структурно-функціональні моделі засобів 3D-проектування. До компонентів такої моделі М. Ожга відносить: платформу операційної системи, на якій працює програмний пакет; сфера застосування 3D-проектування; мова інтерфейсу;

наявність навчальних матеріалів; підтримка виробника; наявність готових бібліотек об'єктів проектування; функціональні можливості щодо виконання усіх етапів 3D-проектування. Зазначені компоненти можуть бути покладені в основу визначення критеріїв порівняння систем тривимірного проектування таких, як інструментальні, навчально-методичні та функціональні.

Згідно з вибором респондентів здійснюваної експериментальної роботи М. Ожга пропонує узгоджувати програмні продукти комп'ютерного проектування та виокремлює низку універсальних: 3ds MAX, Maya, Softimage, Cinema 4D, Mado, Blender. Функціональні можливості названих програм дозволяють використовувати їх в усіх процесах проектування – моделювання, анімації, текстурування і візуалізації [159].

Імпонує нам і підхід автора до аналізу педагогічної та спеціальної літератури щодо проблеми дослідження. Розділяючи його точку зору, ми розуміємо важливість здійснених досліджень з одного боку – технічного характеру, а з іншого – методичного характеру.

Типологію наукових робіт технічного напрямку характеризує відповідність об'єкту і предмету дослідження технічним галузям людської діяльності. Так, до прикладу, технічні особливості виробничого використання програми AutoCAD з точки зору підвищення якості та продуктивності проектування розкривають В. Бойко, В. Большаков, І. Лебедева, Г. Райковська, Е. Романичева, С. Сидоров, Т. Сидорова [25; 40; 131; 192; 201; 203].

Особливостям геометричного моделювання деталей машин за допомогою SolidWorks присвячені роботи А. Батракова, В. Большакова, В. Іванова, І. Кубишкіної, С. Хазиної [40; 102; 217; 244].

Комп'ютерне моделювання диференціальних передач з пристроєм для керування швидкістю з використанням програмного продукту КОМПАС-3D досліджують В. Ванін, Н. Ганін, Є. Кудрявцев, А. Потьомкін, Г. Райковська, П. Талалай [47; 62; 63; 125; 179; 189; 220].

Осмыслити особливості використання комп'ютерного програмового забезпечення в професійній діяльності на конкретному виробництві (в тому числі

машинобудівної галузі) з позиції оцінки готовності майбутніх фахівців дозволяють і напрацювання вчених І. Голованчук, Л. Дюкре, Н. Ісмаїлової, Я. Кіницького, М. Козяр, М. Мазур, Я. Підгайчук, В. Поліщук, А. Подкоритової, М. Семенюк, М. Юсупової та ін.

Узагальнено ми можемо сказати, що в таких роботах умовно виділяються основні напрями проектування, взяті за основу: моделювання, сутність якого полягає у створенні двох – або тривимірних зображень; анімації, які подають моделі ефекту руху; текстурування, що відповідає за присвоєння візуальних характеристик та візуалізації – отримання реалістичного зображення. При цьому до основного програмового забезпечення тривимірного проектування належить AutoCAD, SolidWorks, КОМПАС-3D.

Важливість вивчення робіт технічного та технологічного характеру полягає в тому, що вони дають максимальне розуміння виробничої складової розвитку комп'ютерного забезпечення графічної діяльності інженера-механіка. Що ж до особливостей підготовки майбутніх інженерів-механіків до графічної діяльності, то більшою мірою їх розкривають дослідження методичного характеру. Ці аспекти досліджували вчені І. Бочарова, Б. Воронцов, В. Горбатюк, А. Краснюк, Ю. Петрикович, А. Тааринов, Т. Ульченко, В. Федорейко, Ю. Фещук, Р. Чубушкін, А. Шутеля, Л. Шевчук, І. Штирбул.

Аналіз цих та інших робіт дозволили нам осмислити важливі аспекти щодо досліджуваної нами проблеми:

- загальні аспекти розвитку просторового мислення студентів під час навчання інженерно-графічних дисциплін (А. Корнєєва, І. Нищак, О. Райковська, Ю. Фещук);

- методичні аспекти навчання нарисної геометрії як складової навчання інженерної графіки (І. Голованова, Р. Горбатюк, О. Джеджула, К. Мартинюк, П. Попов);

- методики навчання креслення як складової навчання інженерної графіки (В. Буриинський, П. Буянов, А. Верхола, І. Голяд, В. Селезень, Н. Щетина);

– формування графічних знань і вмінь у студентів за допомогою інформаційних технологій (П. Буянов, О. Глазунова, Р. Горбатюк, М. Козяр, В. Кондратова, Н. Поліщук, Ю. Рамський, І. Семенов, Ю. Юсупова);

– комп'ютерзації інженерно-педагогічної освіти (Т. Богданова, Б. Гершунський, Г. Козлакова, В. Кошелева, Ю. Машбіц, В. Хоменко) та ін.

Узагальнюючи результати аналітичного етапу дослідження, ми переконуємося, що аспекти проблеми нашого дослідження більшою чи меншою мірою знайшли відображення у цілому ряді наукових досліджень. Значна частина висновків, зроблених нами на основі теоретичного аналізу, може слугувати загальнодидактичним базисом розв'язання проблеми навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання та підвести до осмислення підходів щодо виокремлення предметнодидактичного базису.

Це стосується методологічних підходів щодо організації навчального процесу в структурі професійної підготовки майбутніх фахівців (таких як компетентнісний, діяльнісний, особистісно орієнтований та ін.), дидактичних вимог щодо навчання інженерної графіки як формально організованого процесу у ЗВО, структурування освітнього, дисциплінарного та міждисциплінарного змісту навчання, інтеграції стандарту та інновацій як в аспекті професійно орієнтованого змісту так і в аспекті організації педагогічного процесу, оцінки результатів його здійснення.

У зв'язку з вищевикладеним актуальним стає питання аналізу реального стану навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання. Є сенс оцінити наскільки науково обґрунтовані пропозиції реалізовані в практиці. Результати цього етапу науково-дослідної роботи представлено у наступному параграфі дисертації.

1.3. Сучасний стан навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання

Важливим аспектом навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання у ЗВО є те, що вона здійснюється

в системі вищої освіти України, а значить має в своїй основі усі загальні ознаки розвитку системи.

Основними документами, які визначають державну політику професійної підготовки інженерів-механіків є Закон України «Про вищу освіту», Концепція розвитку інженерно-педагогічної освіти в Україні, положення Національної стратегії розвитку освіти в Україні, Закон України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні», Закон України «Про Національну програму інформатизації» [181; 183; 184]. Важливо, що в цих документах відображаються як стандарти, так і перспективи інженерної освіти, які природно мають вплив на всі складові як освітнього процесу в цілому, так і навчально-виховного процесу у кожному конкретному випадку.

Стандарт освітньої діяльності – це сукупність мінімальних вимог до кадрового, навчально-методичного, матеріально-технічного та інформаційного забезпечення освітнього процесу закладу вищої освіти і наукової установи.

Стандарти вищої освіти розробляються для кожного рівня вищої освіти в межах кожної спеціальності відповідно до Національної рамки кваліфікацій і використовуються для визначення та оцінювання якості змісту та результатів освітньої діяльності ЗВО (наукових установ).

Стандарт вищої освіти визначає такі вимоги до освітньої програми:

- 1) обсяг кредитів ЄКТС, необхідний для здобуття відповідного ступеня вищої освіти;
- 2) перелік компетентностей випускника;
- 3) нормативний зміст підготовки здобувачів вищої освіти, сформульований у термінах результатів навчання;
- 4) форми атестації здобувачів вищої освіти;
- 5) вимоги до наявності системи внутрішнього забезпечення якості вищої освіти;
- 6) вимоги професійних стандартів (у разі їх наявності).

Заклад вищої освіти на підставі відповідної освітньої програми за кожною спеціальністю розробляє навчальний план, який визначає перелік та обсяг

навчальних дисциплін у кредитах ЄКТС, послідовність вивчення дисциплін, форми проведення навчальних занять та їх обсяг, графік навчального процесу, форми поточного і підсумкового контролю.

На основі навчального плану у визначеному закладом вищої освіти порядку розробляються та затверджуються індивідуальні навчальні плани студентів, що мають містити, у тому числі, обрані здобувачами вищої освіти навчальні дисципліни [181].

Таким чином, на сьогоднішній день навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання визначається:

по-перше, класифікатором професій, який досліджувану категорію відносить до розділу професіоналів та орієнтує на професійні завдання, що полягають у збільшенні існуючого фонду (обсягу) знань, застосуванні певних концепцій, теорій та методів для розв'язання певних проблем чи в систематизованому викладенні відповідних дисциплін у повному обсязі;

по-друге, освітньо-кваліфікаційною характеристика (ОКХ) випускника ЗВО, що є державним нормативним документом, в якому узагальнюється зміст освіти, тобто відображаються цілі освітньої та професійної підготовки, визначається місце фахівця в структурі господарства держави і вимоги до його компетентності, інших соціально важливих властивостей та якостей.

ОКХ встановлює галузеві кваліфікаційні вимоги до соціально-виробничої діяльності випускника ВВО освітньо-кваліфікаційного рівня і державні вимоги до властивостей та якостей особи, яка здобула певний освітній рівень відповідного фахового спрямування [225; 226; 227];

по-третє, навчальним планом зі спеціальності, який визначає структуру навчального процесу з підготовки інженера – механіка;

по-четверте, навчальними програмами, які конкретизують вимоги до змісту кожної конкретної навчальної дисципліни, рівня навчальних досягнень студентів при її вивченні [31; 33; 34; 35; 36];

по-п'яте, навчально-методичним забезпеченням дисципліни, яке деталізує логіку, засоби та способи вивчення дисципліни [51; 53; 58; 81; 82; 138; 148; 149];

174; 187; 188];

по-шосте, організацією навчального процесу, що визначає особливості навчально-пізнавальної діяльності суб'єктів педагогічного процесу [7; 175; 216].

Усі названі важелі досліджуваного процесу, якість їх реалізації відповідно визначають результати навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Розв'язуючи завдання дослідження, яким передбачено з'ясування стану освітньої практики з проблеми навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання у ЗВО, ми передусім спрямовували увагу на такі його аспекти, як існуючі потенційні можливості ефективного навчання студентів та тенденції фактичного використання таких можливостей.

Сьогодні фактично є можливість керуватися обґрунтованими методологічними підходами до навчання інженерної графіки у ЗВО. Це знаходить відображення у навчальних планах з підготовки інженерів-механіків. По суті, навчальні плани технічних ЗВО, відповідальних за графічну підготовку інженерних кадрів, ідентичні. Передбачається послідовне, впродовж 3-4 семестрів, вивчення нарисної геометрії, креслення, інженерної графіки, основ комп'ютерної графіки. Причому задана логіка навчання інженерної графіки на практиці реалізується і як вивчення окремих дисциплін, і як вивчення інтегрованих дисциплін: «Інженерна і комп'ютерна графіка» або «Нарисна геометрія, інженерна і комп'ютерна графіка».

При цьому розроблено ряд основних дидактичних можливостей найпоширеніших авторських педагогічних програмних засобів для реалізації комп'ютерно-орієнтованого навчання інженерно-графічних дисциплін у педагогічних ЗВО. Нині в системі інженерно-графічної підготовки студентів різних ЗВО України активно створюються й впроваджуються комп'ютерні педагогічні програмні засоби, які, зазвичай, відрізняються своїми функціонально-технічними можливостями та дидактичною спрямованістю.

Найбільший інтерес представляють наступні: автоматизований навчальний курс «Нарисна геометрія» (автор: М. Юсупова), педагогічний програмний засіб

«Кульман» (автор: С. Коваленко), мультимедійний навчально-методичний комплекс (МНМК) «Нарисна геометрія та інженерна графіка» (автори: О. Джеджула, Є. Паламарчук), «Комп'ютерний навчально-методичний комплекс» (автор: Г. Райковська), електронний навчальний посібник з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» (автор: Г. Райковська), «Електронний конструктор» (автори: М. Козяр, Ю. Фещук). Важливо зазначити, що кожен із названих проектів, як правило використовується:

- цілісно як експериментальна методична система;
- вибірково як окремий навчально-методичний матеріал;
- як передовий досвід, творчо адаптований до конкретних умов його використання.

Щодо першого варіанту, то ми виявили його реалізацію у повній мірі у таких ЗВО: Одеському національному морському університеті (на кафедрі нарисної геометрії та графіки), Чернігівському державному інституті економіки та управління, Вінницькому національному аграрному університеті (на кафедрі загальнотехнічних дисциплін та охорони праці), Житомирському державному технологічному університеті (на кафедрі загальноінженерних дисциплін), Луцькому національному технічному університеті (на кафедрі інженерної та комп'ютерної графіки), Рівненському національному університеті (на кафедрі теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства). Кожен педагогічний колектив впроваджує певну методичну систему навчання інженерної графіки.

Аналіз особливостей кожної авторської методичної системи та її використання в практиці графічної підготовки майбутніх інженерів дає можливість зробити наступні висновки. По-перше, кожна із авторських ідей концентрується навколо базового, так би мовити, центробіжного компоненту; по-друге, відповідно до цього розроблено комплекс методичного забезпечення; по-третє, комплекс спирається на обґрунтований автором програмний продукт.

Якщо говорити, наприклад, про методичний проект М. Юсупової, який впроваджено в Одеському національному морському університеті, то він

орієнтований на забезпечення самостійної роботи студентів із можливістю покрокового опрацювання навчального матеріалу й одночасного корегування пізнавальною діяльністю на кожному етапі навчання [254].

З точки зору програмного продукту даний проект характеризується тим, що створений за принципом веб-технологій, містить чітко структурований навчальний матеріал та зручні засоби навігації між окремими змістовими блоками. Мультимедійні компоненти, зокрема, flash-анімація послідовності розв'язання метричних і позиційних задач з нарисної геометрії доповнюють текстову та графічну інформацію. Методично це дає змогу студентам у динаміці спостерігати за ходом виконання графічних побудов, зупиняти або повторно переглядати окремі етапи діяльності, глибше усвідомлюючи їх сутність та значення.

Методичний комплекс навчального курсу містить шість основних тем з нарисної геометрії, що супроводжуються системою відповідних графічних задач. Важливо зауважити, що процес розв'язування задач може здійснюватися самостійно з покроковим ознайомленням з етапами розв'язку задачі, не потребує чіткого прив'язування до навчальної теми, але базується на попередньому вивченні відповідних теоретичних відомостей.

Важливе місце у даному комплексі займає контрольний компонент. Сутність його полягає в тому, що кожна навчальна тема завершується тематичним контролем, спрямованим на перевірку, оцінювання й аналіз результатів навчальної діяльності студентів. Отримані результати служать регулятором навчання матеріалу чи то у напрямі продовження, чи то у напрямі повернення до повторного опанування навчальної теми. Розроблена методика контролю дозволяє здійснювати діагностування вхідного рівня графічної підготовленості студентів та вихідного рівня після вивчення курсу «Нарисна геометрія». При цьому перевірка знань студентів можлива на рівні впізнавання, відтворення, застосування навчально-пізнавальної інформації.

Аналіз дидактичних можливостей автоматизованого курсу «Нарисна геометрія» свідчить про його позитивний вплив на результати навчання, доцільність, проте недостатність для повноцінного й ефективного вивчення. У той

же час відчутна відсутність допоміжних навчальних блоків, наприклад, таких як довідник, словник термінів, база графічних робіт та ін.. Їх включення в пропонуваній методичний проект значно розширило б функціональні можливості програмного засобу. Обмежує його навчальні можливості і те, що навчальна програма не передбачає роботу з глобальною мережею Інтернет і відповідно унеможлиблює доступ до зовнішніх інформаційних ресурсів й обмежує сферу її використання [81; 83; 220].

З метою вивчення ефективності формування графічної компетентності майбутніх інженерів, нами було досліджено результати впровадження у навчальний процес Вінницького національного аграрного університету мультимедійного навчально-методичного комплексу (МНМК) «Нарисна геометрія та інженерна графіка». При його розробленні автори комплексу О. Джеджула та Є. Паламарчук концентрували увагу на забезпеченні умов для продуктивної творчої діяльності студентів [90].

Досліджуваний комплекс включає: робочу програму, навчальний посібник, робочий зошит, тренажер, навчальну бібліотеку, патентну бібліотеку, довідник, тести, ділову гру, середовище для розв'язання задач. Кожна складова вирішує свою дидактичну задачу.

Електронний посібник служить організатором і провідником студента в логіці процесу навчання нарисної геометрії і креслення. Його структуровано основним фактичним матеріалом з дисципліни, глосарієм, переліком запитань для самоконтролю, зразками графічних робіт та ін. Змістові частини підручника взаємопов'язані й узгоджені з усіма інформаційними блоками розробленої навчальної програми.

Активізувати продуктивну діяльність студентів призвана база графічних задач, необхідних для організації групової та самостійної роботи студентів. Для розв'язання цієї задачі служать робочий зошит та тренажер, навчальна бібліотека та патентна бібліотека. У студентів є можливість ознайомитися та використати у навчанні рекомендовану літературу з графічних дисциплін та випробувати свої знання і вміння для виконання творчих професійно-орієнтованих завдань.

Найбільш ефективною стає навчальна діяльність майбутніх інженерів при використанні блоку «Ділова гра», що активує пакет завдань для організації педагогічної гри «Конструкторський проект» і залучає студентів до різних видів проектної науково-дослідницької діяльності.

Довідникова складова досліджуваного комплексу, що містить перелік найпоширеніших графічних термінів, доповнених повноколірними ілюстраціями, сформована таким чином, що дає можливість продуктивно її використовувати на всіх етапах навчання, включаючи педагогічний контроль навчальних досягнень студентів. Щодо останнього, то авторами комплексу передбачено використання електронної системи тестування, що уможлиблює об'єктивну фіксацію результатів перевірки та їх зберігання у базі даних програми.

Заслуговує на увагу, як успішний педагогічний проект, «Комп'ютерний навчально-методичний комплекс», створений при кафедрі загальноінженерних дисциплін Житомирського державного технологічного університету. Райковська Г. основне призначення пропонованого комплексу вбачає у підтримці базової графічної підготовки студентів на всіх етапах професійного навчання [198].

Авторський інтерактивний комплекс задумано як об'єднання навчального та інформаційно-комунікаційного середовища. Навчальне – забезпечують: електронний навчальний посібник, лекції-презентації, практикум, інтерактивний робочий зошит та тестово-діагностичний модуль. Інформаційно-комунікаційне: засоби передачі і відображення навчального матеріалу, програмне забезпечення комп'ютерної графіки (CAD системи), довідники, відеоролики.

Щодо практичної реалізації кожного змістового блоку інтерактивного комплексу, то його особливістю є можливість змінюватися залежно від специфіки графічної підготовки фахівців певних спеціальностей. До того ж програмний блок «Практикум» призначений для закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни та формування практичних умінь і навичок, забезпечує можливість розв'язання графічних задач з аналізом можливих (типових) помилок.

Цікавим є підхід до створення системи педагогічного тестування, який хоч і передбачає виконання тестових завдань лише однієї форми – з вибором одного

правильного варіанту відповіді, однак забезпечує неупереджену перевірку якості засвоєння студентами навчального матеріалу на завершальному етапі вивчення графічних дисциплін.

У Чернігівському державному інституті економіки та управління системно використовується педагогічний програмний засіб «Кульман», призначений для забезпечення графічної підготовки майбутніх інженерів-будівельників в умовах комп'ютерно-орієнтованого навчання [110]. Автор даного програмного засобу С. Коваленко конструює його з п'яти окремих змістових частин (блоків), які активуються через відповідні кнопки головного вікна. Через систему гіперпосилань у програмному засобі забезпечено тісний взаємозв'язок між усіма інформаційними ресурсами програми. Програма «Кульман» включає два основних режими: навчання та контроль. При організації роботи студентів у розробленому програмному засобі їм надається доступ до всього масиву теоретичних відомостей, представлених в інтерактивній формі, які умовно поділяються на основні, додаткові й мережеві (інтернет-ресурси).

Структурування основного навчального матеріалу відповідно до основних тем фахового креслення й здійснюється у вигляді відповідних html-файлів. Що ж до додаткових інформаційних ресурсів, то вони представлені електронними копіями (pdf-файлами) найпоширеніших навчальних підручників і посібників з фахового креслення. Коректне їх відображення можливе лише за наявності попереднього встановленого pdf-редактора (Adobe Reader, PDF Editor, Foxit Reader та ін.). Мережеві навчальні ресурси програми містять посилання на відповідні інтернет-сайти. Програма «Кульман» забезпечує відносно простий доступ до бази довідникових матеріалів і швидке їх завантаження у будь-який момент навчання.

Досліджуваний програмний засіб «Кульман» може досить ефективно використовуватись як при стаціонарній формі навчання, так і дистанційній. Так, наприклад, з допомогою контрольного модулю можна організувати пряме (off-line) або віддалене (on-line) тестування навчальних досягнень студентів. При цьому програма чітко фіксує результати перевірки й зберігає їх в інформаційній базі. При

дистанційній формі контролю передбачено надсилання одержаних результатів на електронну пошту викладача чи кафедри.

Безперечним є чітка структура й добре продумані технічні можливості представлення теоретичних відомостей з будівельного креслення в програмному засобі. На жаль, програма «Кульман» обмежений в позиції забезпечення важливих компонентів унаочнення навчального матеріалу – мультимедійних засобів. Оволодіння навчальним матеріалом як теоретичного, так і практичного характеру здійснюється без застосування аудіо- та відеосупроводу, відсутні динамічні flash-елементи, які б доповнювали (розширювали) дидактичні можливості програми.

До позитивних методичних досягнень щодо навчання інженерної графіки майбутніх фахівців ми впевнено можемо віднести електронний навчальний посібник з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», що запроваджується в практику роботи кафедри інженерної та комп'ютерної графіки Луцького національного технічного університету. Автори підручника С. Пустюльга, Ю. Клак, В. Самостян забезпечили його добре продуманою структурою і функціональними можливостями [187; 188].

Структурна складова програмного засобу має три основні частини: нормативну (містить відомості про авторів та коротку анотацію дисципліни), навчальну (представлено теоретичні відомості з курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», список рекомендованих літературних джерел та короткий глосарій графічних термінів) та контролюючу (містить перелік запитань для самоперевірки та тестові завдання).

Досягненням авторів є подання навчального матеріалу у зручній та доступній для сприйняття формі, що супроводжується численними ілюстраціями з можливістю завантаження динамічних об'єктів для додаткового демонстрування послідовності графічних побудов. Так, наприклад, розділ «Практикум» передбачає завантаження анімаційних навчальних елементів (gif-файлів), що презентують етапи розв'язання системи графічних завдань. Студенти мають змогу керувати послідовністю анімації (зупиняти, переривати, повторно переглядати) за

допомогою спеціальних кнопок управління. Природно, що це сприяє детальнішому вивченню й кращому усвідомленню навчальних відомостей.

Об'єктивну перевірку й оцінювання навчальних досягнень студентів - оцінку передбачено таким чином, щоб забезпечити можливість подальшого аналізу результатів та їх виведення (друк) на паперовий носій.

На наш погляд, додало б більшого позитивного ефекту використання досліджуваного програмного засобу включення до нього електронного довідника з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» та еталонних зразків розв'язання й оформлення графічного завдання. Їх наявність могла б значною мірою розширювати пізнавальні можливості студентів й сприяти організації їх самостійної діяльності.

Якщо ж говорити про «Електронний конструктор», створений при кафедрі теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства Рівненського національного університету водного господарства та природокористування, то самі автори (М. Козяр, Ю. Фещук) більшою мірою характеризують його як вузькоспрямоване програмне забезпечення, призначене для розв'язання лише конкретних дидактичних завдань у процесі графічної підготовки студентів [113; 238; 239]. Такого типу програмні продукти часто доповнюють електронні навчальні засоби комплексного спрямування.

Основне призначення пропонованого програмного засобу полягає у створенні (моделюванні) об'ємної форми деталей згідно їх креслення у системі прямокутних проекцій. Його використання сприяє розвитку (активізації) просторового мислення майбутніх фахівців.

Однак, маємо зауважити, що наведені приклади позитивних досягнень щодо реалізації зазначених програмних продуктів займають досить незначну долю у контексті основних дидактичних можливостей педагогічних програмних засобів, що використовуються у процесі інженерно-графічної підготовки студентів. Як традиційну ситуацію навчання інженерної графіки майбутніх інженерів можна охарактеризувати наступним чином: по-перше, використання педагогічного програмного засобу носить здебільшого епізодичний характер й залежить від

специфіки поставлених дидактичних завдань; по-друге, переважна частина використовуваних програмних засобів не орієнтована на повноцінне забезпечення інженерно-графічного навчання засобами комп'ютерного моделювання майбутніх інженерів-механіків; по-третє, переважає використання окремих педагогічних програмних засобів, які не здатні забезпечити всебічну інформаційно-методичну «підтримку» навчально-пізнавального процесу з графіки.

Отже, навіть наявні системні програмні засоби, які можуть бути ефективно використанні для навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання, фактично реалізуються окремими викладачами вибірково як окремий навчально-методичний матеріал.

Щоправда наше дослідження виявило і такі педагогічні колективи, в яких вивчається передовий педагогічний досвід викладання графічних дисциплін, експериментальні авторські проекти творчо адаптуються до конкретних умов використання. Серед таких викладачі графічних дисциплін:

- факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки та робототехніки Житомирського державного технологічного університету;
- факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України;
- факультету початкової, технологічної та професійної освіти Донбаського державного педагогічного університету;
- факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти Бердянського державного педагогічного університету;
- інженерно-технологічного факультету Полтавської державної аграрної академії;
- Навчально-наукового інституту інформаційних технологій і механотроніки Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка.

Але ми не можемо сказати, що така ситуація характерна абсолютно для всіх викладачів, для всіх досліджуваних предметів. У той же час саме тенденційна спрямованість діяльності цих колективів на творчий пошук щодо інформаційно-

методичного забезпечення навчання інженерно-графічних дисциплін спонукала нас до спільної роботи з викладачами виокремлених колективів у контексті проблеми нашого дослідження.

Мова йде про необхідність створення й використання електронних навчально-методичних засобів, орієнтованих на забезпечення навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання з урахуванням специфіки викладання графічно спрямованих дисциплін у ЗВО.

У наявності типова ситуація навчання інженерній графіці в технічних ЗВО, коли практика викладання інженерної графіки традиційно ґрунтується на рішенні геометричних завдань. Методи рішення, у свою чергу, ґрунтуються на теоретичних положеннях нарисної геометрії. Освоєння методів нарисної геометрії при рішенні завдань на практичних зайняттях зводиться до побудови умов завдання і виконання визначеною послідовністю дій зі встановлених алгоритмів – розв'язування завдання. Усі дії при рішенні задачі виконуються в основному традиційними графічними методами, тобто із застосуванням креслярських інструментів на папері [71; 166].

Викликає у студентів значні труднощі і традиційне вивчення таких графічних дисциплін у ЗВО, як креслення, інженерна графіка. Вони пов'язані зі сприйманням просторових властивостей геометричних об'єктів та розумінням перетворення їх просторових моделей у плоскі ортогональні зображення.

На нашу думку, така практика не виправдана. Адже існує, хоча і обмежено, альтернатива такій методиці навчання. Реалізується вона доки або як додаткова (після вивчення традиційної), або як паралельна (одночасно з вивченням традиційної).

Щоправда, в останньому випадку курс носить або ознайомлювальний характер, або взагалі винесений для викладання на спеціалізованих випускаючих кафедрах і носить вузьконаправлений характер. При такому модульному підході з урахуванням сучасних реалій порушується цілісність курсу, предметна мова і методологічний підхід, поза увагою залишаються новітні технології проектування, аналізу і сучасні методології рішення інженерно-графічних і просторових завдань.

Отже, можемо стверджувати, що сьогодні існують дві методики навчання інженерній графіці: традиційна і комп'ютерна. Причому, явно простежується перехідний період від інженерної графіки традиційної до комп'ютерної. Проте процес цей набагато складніший, ніж здається на перший погляд. Річ у тому, що як при навчанні за традиційною (паперовою) технологією, так і із застосуванням технології комп'ютерної, суть справи може практично не змінюватися. Можна вирішувати завдання на комп'ютері за такими ж алгоритмами і з такою ж «недбалістю», як це робиться традиційно. Адже комп'ютер, завдяки сучасним інтерактивним методам роботи з ним, допускає вільне «малювання» навіть абсолютно точно визначених у співвідношеннях і розмірах геометричних форм. Більше того, нерозуміння призначення систем інженерної комп'ютерної графіки призводить іноді до довільного «малювання» креслеників (і навіть тривимірних графічних моделей).

Виявлено й інші проблеми у навчанні інженерної графіки фахівців з вищою технічною освітою в сучасних умовах. До таких викладачі інженерно-графічних дисциплін відносять:

- неналежне забезпечення учбового процесу з дисципліни навчальним часом у достатньому об'ємі, причому як аудиторним, так і таким, що відводиться на перевірку контрольних робіт, а також виконаних в домашніх умовах індивідуальних графічних завдань (навчальні плани спеціальностей в деяких семестрах їх просто не передбачають);
- істотне послаблення графічної підготовки на довузівських східцях освіти;
- переважання в групах студентів з низьким загальним рівнем підготовки, отриманим у загальноосвітній школі.

Найбільш проблематичним є навчання нарисної геометрії, з якої розпочинається графічна підготовка студентів у ЗВО. Для багатьох нарисна геометрія – це незвичайна дисципліна, на відміну від інших дисциплін, що вивчаються в ЗВО на молодших курсах, таких, як математика, фізика, хімія. Ці дисципліни для них знайомі, вони просто продовжують їх вивчення, навіть щось повторюючи. При їх вивченні в основному вимагається отримати знання. Нарисна

геометрія вимагає ж, окрім отримання знань, розвитку просторового мислення, а також креслярських навичок.

Наведемо результати педагогічного експерименту, які досить близько співпадають з результатами вченого К. Вольхіна. Саме нарисна геометрія закладає проблематичне сприйняття студентами навчальної інформації, це підтверджують 78,7% респондентів. Серед чинників називають: неусвідомленість мети вивчення дисципліни – 26,3 % студентів; низький рівень просторового відображення – 17,9%; низька мотивація пізнавальної діяльності у процесі навчання – 19,1%; незадовільна база загальноосвітньої підготовки – 18,2%; нерегулярність навчання – 11,8%.

Набуття ж графічних навичок ще більше вимагає подальше вивчення проєкційного й інших видів креслення, що входять до курсу інженерної графіки. Графічна підготовка у ЗВО викликає у багатьох ускладнення у зв'язку з тим, що методика вивчення вказаних розділів ґрунтується на постійному самостійному виконанні студентами великого об'єму графічних робіт. Відсутність же належного навчально-методичного забезпечення щодо організації самостійної роботи значно знижує навчальні прагнення та досягнення студентів.

Складність щодо розвитку просторового мислення, такого важливого для інженера, викликає труднощі і при вивченні проєкційного, машинобудівного креслення, комп'ютерної графіки і моделювання, що вивчаються як об'єднаний курс під загальною назвою «Інженерна графіка» [153; 192; 222; 238; 242;].

Серед причин такого стану виокремлюється незадовільний рівень графічної підготовки в загальноосвітніх навчальних закладах. У недавньому минулому вона була практично виключена як дисципліна, обов'язкова до вивчення. Наслідки цього кроку позначаються досі, оскільки, з одного боку, викладання дисципліни відновлене не в колишньому об'ємі, а з іншого – позначається недолік викладачів необхідної кваліфікації та відповідного дидактичного забезпечення.

В інституті виправляти цю ситуацію, може, навіть і запізно, тим паче, що тенденція до скорочення учбового часу на графічну підготовку навіть у технічних ЗВО, навіть при підготовці фахівців конструкторського і механіко – технологічного

профілів, зберігається. Крім того, при наборі студентів до ЗВО на відповідну спеціальність абсолютно не враховується їх схильність до графічної діяльності

Ще одним істотним чинником, що знижує якість графічної підготовки студентів в умовах дефіциту учбового часу, стає трудомісткість дисципліни. Виконання креслеників – це все-таки складна творча праця. І тільки через виконання великої кількості креслеників можна досягнути дисципліну, розвинути як навички побудови проєкційних зображень, так і їх читання.

Ця особливість вивчення дисципліни безпосередньо пов'язана з кількістю учбових годин, відведених на її вивчення. Їх зменшення важко піддається тій чи іншій реорганізації навчального процесу. Повинен залишатися якийсь непорушний мінімум учбових годин на те, щоб студент міг при активній консультативній й іншій підтримці викладача засвоювати побудови проєкційних зображень, вивчати прийоми побудови зображень, розвиваючи свою просторову уяву, оволодівати креслярськими навичками.

Інженерна графіка як комплекс інженерно-графічних дисципліни не може вивчатися без виконання графічних робіт, отримання навичок виконання і «читання» креслеників. Уся методика навчання ґрунтується на тому, що, отримавши пояснення з кожної теми, яка вивчається, студент повинен реалізувати отримані знання у вигляді кресленика, при постійній консультації і допомозі з боку викладача, а в кінці повинен пред'явити кресленик на перевірку і підписання. Але в учбових планах з окремих спеціальностей на перевірку виконаних графічних робіт з інженерної графіки в семестрі може бути навіть не передбачено учбових годин.

Крім того, повинен виділятися час на регулярний контроль знань студентів в упродовж семестру, особливо, якщо аудиторних годин, що виділяється, бракує на виконання обов'язкових завдань, і студент отримує право завершувати їх в домашніх умовах. Виконання в домашніх умовах без належної методичної підтримки може призвести до того, що студент спробує піти шляхом не самостійної роботи над креслениками, а приносити на перевірку виконані кимось кресленики або скопійовані із готових. У цьому випадку своєчасний контроль дозволяє

зорієнтувати студента на істинний шлях до того, як його відношення до навчання може виявитися на іспиті або заліку, і коли виправляти ситуацію вже буде запізно.

Ситуація ускладнюється ще й тим, що на практичному занятті впродовж двох годин на тиждень студент не в змозі виконати належним чином передбачені навчальними робочими програмами завдання. Що спонукає студентів звести їх до примітивного перемальовування. Викладач же в свою чергу за таких обставин не в змозі перевірити графічні роботи кожного студента. Адже кожного разу на занятті викладачеві необхідно надати ще й роз'яснення нової теми, проконсультувати студентів щодо раніше виданих завдань, прийняти їх захист після завершення.

У недалекому минулому, враховуючи цю особливість дисципліни, завжди виділялося чотири години на практичне заняття. Тепер через низку причин від цього відійшли. Частіше практикується, що студент, починаючи виконання нової графічної роботи в аудиторії, отримує відповіді на питання, що виникли, (якщо студент встигає їх усвідомити), в основному виконує її в домашніх умовах і здає на перевірку вже закінчену графічну роботу, захищає її на наступному занятті або виправляє допущені помилки. Організувати процес навчання графічних дисциплін в умовах що склалися по-іншому складно. Виконання графічних робіт, перевірка їх викладачем, доопрацювання відповідно до зроблених компенсується виділенням часу на роботу в позаурочний час. Зрозуміло, що при загальному скороченні учбового часу необхідно чимось жертвувати.

І студенти, і викладачі однотайно створену таким чином ситуацію оцінюють як таку, що суттєво знижує не тільки інтерес до вивчення інженерно-графічних дисциплін, а й взагалі, інтерес до навчальної діяльності. Говорити про якість навчання у такому разі не приходиться.

Таким чином, для забезпечення прийнятної якості графічної підготовки студентів необхідно або створити усі умови для виконання ними графічних завдань у присутності викладача або іншій його взаємодії зі студентом у необхідному обсязі. Важливо продумати механізм поточного поетапного контролю проектно графічної роботи студентів, підвищити роль та місце самоконтролю. Оскільки практичний педагогічний досвід доводить, що контроль тільки на завершальному

етапі виконання завдань нашо вхує студентів на формальне їх виконання, часто без усвідомлення багатоаспектності здійснюваної роботи, системності, наступності при вивченні дисциплін. Природно, що рівень їх підготовки падає. Порушується сам принцип навчання з інженерної графіки як комплексу дисциплін та системи професійно значимих знань і умінь, отримання навичок викреслювання зображень, а через них і навичок «читання» креслеників, як би вони не виконувалися - в олівці чи на комп'ютері.

Про сучасний етап навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання можемо з певністю говорити як про такий, що піддається корінній реконструкції: у навчальний процес впроваджуються нові навчальні плани, дисципліни, навчальні програми. Реалізувати вимоги державних стандартів з досліджуваних спеціальностей у рамках відведеного на вивчення курсу часу стає все складніше і складніше. Це примушує викладачів по-новому вибудовувати навчальний процес, переструктурувати зміст курсів, переробляти робочі програми, календарні плани, змінювати методики викладання. Однак це вимагає великих інтелектуальних зусиль і часових затрат. На жаль значна частина педагогів до такого виду своєї діяльності не готова.

У світлі змін навчальних планів з переорієнтацією учбового процесу переважно на самостійну роботу студентів актуалізується розробка дидактичних комплексів. Освітній процес з графічних дисциплін реалізується в різних видах навчальної роботи : лекціях, практичних зайняттях і самостійній роботі студентів.

Що ж відбувається по факту? Наприклад, лекції як основна форма навчання студентів теоретичним основам інженерно-графічних дисциплін супроводжуються об'ємними графічними побудовами, складними для зорового сприйняття студентів, тому виконання креслеників на дошці традиційним способом за допомогою лінійки, циркуля і крейди є малоефективним. Така результативність і практичних занять.

Сучасна освітня система надає безліч високотехнологічних способів організації самостійної роботи студентів. Це – дистанційні навчальні курси,

електронні текстові, відео- і аудіо лекції, онлайн- і офлайн системи тестування. Навчальну цінність подібних форм значною мірою визначає відповідність їх змісту програмам конкретних дисциплін, наявність точок доступу та якість навчальних ресурсів.

Сучасна інженерно-графічна підготовка інженерів-механіків ставить нові завдання у викладанні графічних дисциплін. До таких вимог відноситься не лише знання теоретичних положень інженерних дисциплін і їх практичне використання, але і володіння деякими графічними комп'ютерними програмами. Для вивчення нарисної геометрії, інженерної, комп'ютерної і машинної графіки на сьогодні широко використовують графічні редактори AutoCAD і КОМПАС-3D, оскільки відмінною рисою сучасної графічної підготовки стає використання твердотілого моделювання.

До переваг технології тривимірного моделювання відносяться:

- розвиток зорового сприйняття (тривимірна модель для конструктора зручніша при відтворенні задуму);
- автоматизація креслеників (однією з головних переваг програм тривимірного моделювання є їх здатність швидко створювати точні 2D-кресленики з твердотілої моделі), можливість зміни креслеників [179].

Вже не викликає сумніву, що викладання графічних дисциплін із використанням сучасних інформаційних технологій істотно підвищує якість навчання інженерної графіки [146].

Однак, актуалізується необхідність створення і розвитку високоякісної методичної бази, яка б відповідала навчальним планам і робочим програмам з дисциплін, що є складним, трудомістким завданням. Для його вирішення педагог повинен мати цілий комплекс специфічних компетенцій: уміння використовувати спеціальне програмне забезпечення, призначене для запису аудіо- і відео-файлів та їх обробки; уміння створювати веб-ресурси, розміщувати їх в мережі і організовувати доступ до них; уміння використовувати засоби створення презентацій, гіпертекстів та ін. В реальних умовах ЗВО до такої роботи готова зовсім малочисельна частина викладацького складу. Більшість прагне до

репродуктивної навчальної діяльності. Оволодіння такими уміннями й навичками вимагає значних ресурсних затрат [23].

Слід також зауважити, що з появою інтелектуальних комп'ютерних систем автоматизованого проектування роль інженерно-графічних дисциплін у педагогічному ЗВО кардинально змінилася: розширилася галузь використання графічних знань, підвищилися інтелектуально-творчі можливості графічної діяльності, зростає якість проектно-конструкторської документації тощо.

Отже, розвиток і використання засобів інформаційних технологій вимагає кардинального переосмислення цілей, принципів, змісту, методів, форм і засобів навчання інженерно-графічних дисциплін у професійній підготовці майбутніх інженерів-механіків. У зв'язку з цим навчання інженерної графіки студентів передбачає оволодіння ними комплексом дисциплін. Такий комплекс дисциплін визначається навчальним планом з підготовки інженерів механіків. Практичний досвід роботи у ЗВО та аналіз теоретичного підґрунтя дають можливість переконатися у тому, що обмежуватися вивченням лише традиційних дисциплін (нарисна геометрія, креслення) недоцільно, а комплекс інженерно-графічних дисциплін має трансформуватися, розширюватися і поглиблюватися завдяки впровадженню нових навчальних курсів, передовсім комп'ютерно-зорієнтованих.

Використання комп'ютерної техніки й сучасних CAD систем (AutoCAD, Компас-3D, Fusion 360 та ін.) зумовлює необхідність переосмислення навчання інженерно-графічних дисциплін. Потрібно розуміти, що нині майбутньому фахівцеві потрібний такий обсяг утилітарних знань, який би враховував, що вже розроблені та постійно оновлювальні програмні продукти CAD систем дозволяють автоматизувати рутинну роботу, використовуючи банк типових деталей машин, механізмів та їх елементів.

Таким чином, навчання інженерно-графічних дисциплін студентами має спрямовуватися на формування готовності до інженерно-графічної діяльності з використанням методології комп'ютерного моделювання, можливостей асоціативного креслення, а також застосування інформаційних технологій при створенні конструкторської документації.

Висновки до першого розділу

У структурі основних етапів дослідження проблеми щодо методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання нами були визначені такі завдання, які передбачали аналіз: сутності основних категорій та понять проблеми; науково-педагогічних підходів та досягнень щодо досліджуваної проблеми та її аспектів; сучасного стану навчання інженерно-графічних дисциплін з використанням комп'ютерного моделювання в умовах сучасних ЗВО.

У зв'язку з цим було встановлено, що в спектрі розв'язання сучасних соціальних проблем України значиме місце займає розвиток обробних галузей, зокрема машинобудування як базової галузі промисловості. Трансформаційні процеси соціально-економічного, техніко-технологічного характеру, які динамічно відбуваються у цій сфері, спричинюють необхідність перегляду існуючої моделі навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх інженерів-механіків.

З появою інтелектуальних комп'ютерних систем автоматизованого проектування роль інженерно-графічних дисциплін у професійній підготовці майбутніх інженерів-механіків змінилася: розширилася сфера використання графічних знань, підвищилися інтелектуально-творчі можливості графічної діяльності, зросла якість проектно-конструкторської документації тощо. Розвиток і використання засобів інформаційних технологій актуалізує переосмислення загальнодидактичних основ та методичних особливостей навчання інженерно-графічних дисциплін засобами комп'ютерного моделювання.

Орієнтуючись на предмет дослідження, в роботі розкрито сутність таких базових категорій, як: «моделювання» та «модель», геометричне моделювання, комп'ютерне геометричне моделювання, інженерна графіка, інженерна комп'ютерна графіка, інженер-механік і т.ін.

Аналіз існуючих визначень понять геометричного моделювання дозволив нам сформулювати власне загальне визначення, за яким *комп'ютерне геометричне моделювання – це процес відображення властивостей та відносин реального або уявного об'єкта на спеціально створеній для цього тривимірній геометричній*

моделі засобами комп'ютерної графіки, дослідження якої дає нам нові знання про цей об'єкт.

У ході дослідження було встановлено, що комп'ютерне геометричне моделювання тісно пов'язується з такими аспектами, як вид діяльності, як засіб для реалізації певного виду діяльності, як самостійна система знань та умінь, що, з одного боку, формується певним чином, а з іншого – виступає базою для формування інших професійно важливих складових майбутнього фахівця. Відповідно з дидактичної точки зору комп'ютерне геометричне моделювання стає важливою складовою професійної підготовки майбутніх інженерів-механіків, причому усіх її компонентів: змістовного, технологічного, результативного тощо.

Дослідження теоретичного доробку в контексті нашої наукової проблеми дає підстави стверджувати, що вона вивчалася вченими, у першу чергу, в контексті професійної підготовки інженерів-механіків, у другу – в контексті інженерно-графічної їх підготовки, і в третю – в контексті дидактичних аспектів організації навчання комплексу інженерно-графічних дисциплін.

Про сучасний стан навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання можемо з впевненістю говорити як про такий, що піддається корінній реконструкції: у навчальний процес впроваджуються нові навчальні плани, дисципліни, навчальні програми. Однак що стосується практичної реалізації отриманих здобутків, то воно обмежується факторами об'єктивного і суб'єктивного характеру.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

2.1. Концепція графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання

Важливість удосконалення методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання доведена ходом дослідження теоретичного та практичного досвіду розв'язання різних аспектів проблеми. Ми переконалися, що поряд із позитивними досягненнями у педагогічній науці й практиці інженерно-графічної підготовки фахівців, залишаються питання, що потребують вирішення як на загальнодидактичному, так і конкретно методичному рівнях. Для розкриття проблеми нашого дослідження та розв'язання його завдань вважаємо за доцільне розробити концепцію графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

З метою визначення змісту і логіки концепції щодо графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання необхідно розкрити поняття концепції, вимоги до її структурування.

Найбільш загальне розуміння сутності поняття концепції знаходимо у тлумачних словниках. Так, наприклад, словник С.І. Ожегова, тлумачний словник української мови трактують термін «концепція» як систему доказів певного положення, систему поглядів на те чи інше явище [229].

В економічній енциклопедії дане поняття (концепція – латин. *conceptio* – сприйняття) тлумачиться дещо ширше:

- система розгляду певних явищ, які пояснюють результати сучасних теорій;
- формування та використання наукових знань, які є способом розуміння, пояснення основної ідеї, теорії; наукове обґрунтування і логічне

доведення основного змісту теорії, але на відміну від теорії воно може не включатися до системи точних наукових понять;

– система поглядів, яка визначає основний напрям, стратегію та тактику діяльності суб'єктів господарювання [95].

У стратегічному менеджменті говориться, що добре продумана концепція – це, насамперед, напрями, пріоритети і технології розвитку об'єкта управління на довгострокову перспективу. Призначення концепції – визначення ключових напрямів діяльності об'єкта управління, яке включає виявлення шляхів і технологій досягнення поставлених цілей з виділенням головних факторів їх досягнення.

У концепції повинні бути представлені найбільш пріоритетні напрями розвитку об'єкта управління на конкретний період часу або до моменту досягнення поставленої мети. Вона, по суті, служить представленим у загальному вигляді сценарієм досягнення цілей, які також повинні бути з'ясовані в процесі розроблення концепції. Крім того, в концепції визначаються шляхи переходу від поточного положення об'єкта управління до бажаного у відповідності з цілями, поставленими суб'єктом управління.

Концепцію розвитку об'єкта управління можна вважати свого роду прологом до розробки стратегії його розвитку.

Концепція буває укрупненою і деталізованою. Укрупнена концепція дає тільки загальне уявлення про шляхи розвитку об'єкта управління або шляхи вирішення великої управлінської проблеми. Деталізована концепція дає більш повне уявлення про них.

Укрупнена концепція повинна містити такі складові:

– загальний опис і оцінку стану об'єкта управління та його положення у зовнішньому середовищі;

– цілі розвитку об'єкта управління на заданий період;

– проблеми і завдання, які повинні бути вирішені для досягнення стратегічних цілей;

– шляхи і етапи досягнення стратегічних цілей;

- очікувані результати та стан об'єкта управління на кінець заданого періоду;
- показники, за допомогою яких може бути оцінено ступінь досягнення стратегічних цілей;
- характеристику системи управління, що забезпечує досягнення стратегічних цілей.

Розроблена концепція повинна виробити вимоги загального характеру до технологій і необхідних ресурсів, ключових факторів, які здатні забезпечити досягнення поставлених стратегічних цілей або, як їх називають, ключові фактори успіху. Оскільки отримання очікуваних результатів неможливо без ефективного управління, в концепції має бути передбачено організаційне рішення питань, що виникають у процесі реалізації стратегії і виконання стратегічних планів, які будуть розроблені на її основі.

Навіть деталізована концепція, не кажучи вже про укрупнену, не вимагає повної деталізації. У ній повинні міститися продумані, всебічно обговорені ідеї: як і за рахунок чого відбудеться перехід від поточного положення об'єкта управління до бажаного. Концепція може бути траєкторією і точковою.

Розробка концепції в залежності від глибини опрацювання питань може складатися з декількох етапів. При цьому кожний наступний етап відрізняється від попереднього більшою глибиною опрацювання. При розробці концепції доцільно розглянути різних альтернативних варіантів розвитку об'єкта управління, їх опрацювання і оцінка. На завершальних етапах розробки концепції може передбачатися експериментальна перевірка основних положень концепції, особливо якщо мова йде про виробництво нового виду продукції, впровадженні нового обладнання або нових технологій.

Розроблена і прийнята концепція – завершений документ, на основі якого розробляється стратегія розвитку і стратегічний план заходів щодо її реалізації. Якщо приймається рішення про більш глибоке опрацювання концепції, розроблений варіант концепції стає вихідною точкою для наступного більш поглибленого та детального опрацювання.

Мета розробки концепції полягала в створенні управлінської конструкції, здатної визначити стратегічні цілі і ключові напрями розробки стратегії розвитку об'єкта управління [121; 259].

Оскільки сферою наших інтересів виступає вища професійна освіта, а в основі її лежить навчально-виховний процес, то очевидно, що об'єктом управління є навчання.

Процес навчання – це сукупність послідовних і взаємопов'язаних дій того, хто навчає, та того, хто навчається, які спрямовані на свідоме та надійне оволодіння системою наукових знань, умінь і навичок, формування вміння застосовувати їх у житті, на розвиток самостійності мислення, спостережливості, враховуючи інші пізнавальні здібності тих, хто навчається та опановує елементи культури розумової праці, формування основ світогляду.

Процес навчання обумовлений метою освіти й визначається взаємодією таких компонентів: а) змісту навчання, тобто навчального предмета, який є системою знань (основ наук) для оволодіння нею учнівською молоддю; б) викладання, тобто діяльність педагога, яка повинна сформувати у студентів мотиви навчання, у викладанні змісту предмета, в організації діяльності студентів та в керівництві їх самостійною роботою, спрямованою на вивчення і використання знань, у перевірці знань та набутих умінь; в) навчання, тобто всебічної діяльності студентів, а саме їх розумових і фізичних дій; г) засобів навчання (підручники, навчальні посібники, технічні засоби, пристрої тощо) [240].

Фундаментальною проблемою дидактики є встановлення найбільш сприятливих технологій між основними компонентами навчання з метою забезпечення максимально ефективного оволодіння знаннями та розумового розвитку студентів. Серед цих компонентів найбільш значиму роль відіграє мета освіти, яка безпосередньо впливає на вибір змісту навчання, його провідні ідеї та структуру.

Зміст освіти, методів та організаційних форм навчання в своїй взаємодії повинні забезпечити свідоме засвоєння знань, оволодіння методами їх набуття та використання їх у підготовці учнівської молоді до творчої діяльності.

Виходячи з положень про єдність діалектики, логіки та теорії пізнання, вчені-дидакти довели, що процес навчання - це різновид пізнавального процесу, який здійснюється в специфічних умовах.

Таким чином, наша задача зводиться до побудови дидактичної концепції, під якою ми розуміємо наступне:

дидактична концепція – це система поглядів на процес навчання, що виражає напрями, пріоритети і технології розвитку його як об'єкта управління на довготривалу перспективу.

У психолого-педагогічній літературі дидактику часто називають дидактичними системами. Дидактична система – це сукупність елементів, що створюють єдину цілісну структуру, спрямовану на досягнення мети навчання. До використовуваної системи належать: цілі, зміст освіти, дидактичні процеси, форми, методи, засоби, принципи навчання [168; 169].

Виходячи з цього ми, переш за все, маємо визначитися з напрямками педагогічних теорій, які буде покладено в концепцію розроблюваної методики.

Залежно від того, що розуміють під процесом навчання, можна говорити про поділ на традиційну, педоцентричну і сучасну систему навчання. У традиційній системі ключову роль відіграє викладання (діяльність того, хто навчає), в педоцентричній – учіння (діяльність того, хто навчається). Сучасна дидактична система базується на тому, що навчання характеризується як взаємозалежна діяльність – викладання й учіння [124; 142; 214].

У традиційній системі навчання визначальна роль належить викладанню, діяльності того, хто вчить. Її визначають дидактичні концепції таких педагогів, як Я. Коменський, Й. Песталоцці й особливо И. Герbart, а також дидактика німецької класичної школи.

У педоцентричній системі навчання головна роль у навчанні належить діяльності того, хто вчиться. Підґрунтям цього підходу є система Д. Дьюї, трудова школа Г. Кершенштейнера, В. Лая – теорії періоду шкільних реформ початку ХХ ст.

Сучасна дидактична система базується на положенні, яке визначає викладання і навчання як невід'ємну складову процесу навчання, а їх дидактичний взаємозв'язок у його структурі є предметом дидактики. Сучасна дидактична концепція визначається такими напрямками, як програмоване, проблемне, розвиваюче навчання (П. Гальперін, Л. Занков, В. Давидов), гуманістична педагогіка (К. Роджерс), когнітивна психологія (Дж. Брунер), педагогічна технологія, педагогіка співробітництва вчителів-новаторів, інтерактивне навчання тощо [60; 170].

Кожна із систем має свої досягнення, і розвиток кожної наступної зумовлено саме тими проблемами, які не було вирішено. Ми ратуємо за сучасний підхід до системи навчання, при якому б було забезпечено систематичну, загальну фундаментальну освіту на високому академічному рівні і не втрачено індивідуальність, психологічну своєрідність і розвиток особистості, перспективу надати вільну ініціативу студентів у навчанні.

Згідно з новою парадигмою освіти, що сформувалася у сучасному світі, в освітньому процесі склалися нові суб'єкт-суб'єктні відносини, за якими викладач більше допомагає студентів вчитися, ніж навчає його. Авторами нової парадигми вищої освіти є американські вчені Р. Бар і Д. Таг. Зміст її полягає у зміні ролей учасників навчального процесу, коли студенти повинні відповідати за своє навчання. Ключове ж завдання викладачів – сформувати інтерес і творче ставлення студентів до навчання і, відповідно, створити для цього умови. Викладач виступає, перш за все, у ролі тренера, що розробляє план гри, контролює роботу дає корисні поради учасникам команди [56].

Відповідно побудова процесу навчання повинна відповідати певним вимогам, в основі яких педагогічні теорії – система науково-педагогічних знань, яка роз'яснює та описує елементи реальної педагогічної діяльності у ЗВО. Педагогічна теорія включає такі складові: педагогічні ідеї, педагогічні поняття, педагогічні концепції, педагогічні закономірності та педагогічні принципи. Теорія систематизує їх в окремих явищах. На основі теорії формується методика навчання у ЗВО [80; 99; 164].

Пошук шляхів удосконалення навчання, основою якого є асоціативні теорії, спрямований на визначення шляхів і умов розвитку пізнавальної самостійності, активності і творчого мислення студентів. У цьому відношенні показовим є досвід педагогів-новаторів: укрупнення дидактичних одиниць засвоєння (П. Ерднієв, Б. Ерднієв), інтенсифікація навчання на основі принципу наочності (В. Шаталов, З. Шевченко та ін), вдосконалення форм організації навчання та взаємодії педагогів і учнів на уроці (Н. Гузик, В. Дяченко, С. Курганів, А. Резнік, В. Чередов та ін), індивідуалізація навчання (В. Волков та ін). Асоціативні теорії навчання в поєднанні з теоріями, які ґрунтуються на діяльнісному підході: теорія проблемного навчання (А. Матюшкін, М. Махмутов та ін), теорія поетапного формування розумових дій (П. Гальперін, Н. Талізїна та ін), теорія розвиваючого навчання (В. Давидова, Д. Ельконін та ін), теорія оптимізації навчання (Ю. Бабанський) сприяють організації навчання, орієнтованого на розвиток творчого потенціалу студентів.

Вибір теорій навчання впливає фактично на всі компоненти процесу, структурні його складники. Так, скажімо, завданням вищої освіти сьогодні є підготовка фахівців, які зможуть забезпечити перехід від індустріального до інформаційно-технологічного суспільства через інновації в освіті, вихованні та науково-методичній роботі. Дедалі вищий акцент робиться на якості освіти, універсальності підготовки випускників та їх адаптації до ринку праці, на особистісну орієнтованість навчального процесу, його інформатизацію, визначальну важливість освіти для забезпечення сталого розвитку людини [169].

Очевидним стає те, що більш значимим та ефективним для досягнення успіху в професійній діяльності є не розрізнені знання, а узагальнені вміння, які визначаються здатністю вирішувати життєві та професійні проблеми, підготовка у сфері інформаційних технологій. Сприяє досягненню такого результату, на наш погляд, компетентнісний підхід – спрямованість педагогічного процесу як на формування й розвиток ключових (базових, основних), так і предметних компетентностей особистості [224; 260]. Результатом такого процесу буде

сформована загальна компетентність фахівця, що є набором ключових компетентностей, – інтегрована характеристика людини.

Компетентнісний підхід окреслює результативно-цільову спрямованість освіти, який, на наш погляд, є його незаперечною перевагою над іншими традиційними та інноваційними підходами. Навчання набуває характеру формально організованого процесу з формування компетенцій. Підкреслимо, що поняття компетенції не повинно зводитися ні до знань, ні до умінь, ні до навичок. Компетенцію необхідно розглядати, в першу чергу, як можливість встановити зв'язок між знаннями і ситуацією чи в більш широкому розумінні, як здатність знайти, виявити процедуру (знання і дія), яка буде результативною у вирішенні проблеми.

Компетенції задаються відносно певного кола предметів, ситуацій або процесів, які належать до існуючих об'єктів дійсності, а також до фундаментальних об'єктів освіти. Діяльність педагога і студента спрямовується на оволодіння останніми системою умінь та навичок: когнітивних (пізнавальних), креативних (творчих), комунікативних та організаційних – і проявляти зацікавленість до навчання. Предметні знання, залишаючись у структурі освіченості, виконують у ній другорядну роль [118; 119].

Компетентнісний підхід в освіті, всупереч концепції «засвоєння знань», передбачає опанування студентами різного роду вмінь, які можуть дозволити їм в майбутньому діяти більш ефективно в ситуаціях професійного, особистого і суспільного життя. Компетентнісний підхід зумовлює збільшення прикладного, практичного характеру всієї вищої освіти і спрямований на те, щоб не розширювати обсяги інформованості людини в різних предметних галузях, а допомагати їй вирішувати проблеми самостійно в конкретних ситуаціях.

Використання означеного підходу сприяє подоланню традиційних когнітивних орієнтацій вищої професійної освіти, визначає новий її зміст, методи і технології. Компетентнісний підхід в освіті й особливості його реалізації вказують на тісний зв'язок його з особистісно орієнтованим і діяльнісним підходами до навчання, бо репрезентується особистістю студента та може бути реалізованим і

апробованим тільки при виконанні конкретним студентом певного комплексу дій. Він потребує трансформації змісту освіти і навчання, їх організаційно-педагогічного забезпечення в логіці перетворення його з моделі, яка існує об'єктивно, для "усіх", на суб'єктивні надбання кожного [41; 75; 248].

Діяльнісний підхід у навчальному процесі передбачає відбір змісту навчальних предметів з акцентом на специфіці майбутньої професійної (виробничої) діяльності. Підхід визначається окресленням особливостей процесів надбання й передачі студентами культурно-історичного досвіду, виробленого й накопиченого людством в процесі соціальної практикою, а саме засвоєння знань, умінь, навичок, видів та способів діяльності. Відбір освітнього матеріалу має відповідати критерію повноти і системності видів діяльності, необхідних для кваліфікаційної компетентності. У навчанні слід виокремлювати предметно-процесуальний зміст, тобто такий, який прослідковує засвоєння знань і дає можливість керувати ним, і предметно-діяльнісний, який відповідно до джерел знань поділяється на три рівні: наочно-матеріалізований, предметно-матеріальний, словесно-знаковий.

Зміст освіти визначають досягнуті знання, уміння, навички, досвід діяльності людини в певній сфері. Він знаходить своє відображення в навчальних планах, програмах з навчальних дисциплін, підручниках та навчальних посібниках, методиках навчальних предметів [200].

Реалізація даного підходу у навчанні базується як на суто дидактичних принципах, так і на дидактичних принципах виробничого навчання. Принципи виробничого навчання мають свої особливості.

Політехнічний принцип визначається відповідністю змісту навчання основним напрямкам розвитку сучасної науки, техніки і виробництва. Завданням політехнічної освіти є оволодіння студентами системою знань про основи сучасного виробництва, які дають можливість сформулювати загально технічні та спеціальні знання.

Загальнотехнічні передбачають засвоєння системи знань про загальні засади класифікації техніки й технології виробництва певної галузі, матеріалів та способів

їх одержання; про нову техніку й технології виробництва, стандартизації, вимірювання та оцінювання якості продукції.

Спеціальні знання розкривають сутність конструкцій обладнання, інструментів, приладів, які використовують для виконання окремих операцій і видів роботи, правила їх експлуатації; пояснюють технологічні процеси та особливості виготовлення продукції тощо.

Реалізація цього принципу потребує врахування таких умов: відповідність змісту навчання основним напрямкам розвитку науки і техніки; організація навчального матеріалу в цілісну систему взаємопов'язаних знань; взаємозв'язок навчального матеріалу з майбутньою практичною діяльністю; доступність сприйняття навчального матеріалу, його відповідність віковим можливостям студентів, задоволення їх пізнавальних інтересів; оволодіння базовими знаннями та вміннями; відповідність змісту навчання можливостям матеріально-технічної бази навчального закладу з урахуванням факторів, які впливають на продуктивність праці.

Принцип поєднання навчання з практичною діяльністю, зв'язок теорії і практики визначаються синтезом галузевих знань і різних навчальних предметів та видів діяльності, а також органічним зв'язком навчальної і трудової діяльності.

Реалізація цього принципу залежить від таких чинників: теоретичні знання повинні бути випереджальними і перевірятися на практичних заняттях; у кожному трудовому процесі повинен відбуватися синтез знань та вмінь із різних галузей науки; для ефективної підготовки кадрів інженерного профілю необхідно поєднувати галузеві знання і знання за видами виробництва; інтеграція змісту освіти повинна здійснюватися за двома напрямками: по вертикалі – поєднання професійних знань та вмінь у межах одного предмета; по горизонталі – взаємозв'язок спеціальних знань та вмінь.

Принцип моделювання професійної діяльності в навчальному процесі визначається виявленням типових завдань, перетворенням їх у навчально-виробничі задачі, виборі необхідних форм і методів навчання, окрім того, у встановленні відповідності між вимогами до кваліфікаційної підготовки фахівців

та фактичним обсягом професійних знань і вмінь для створення моделі професійної діяльності. Моделювання дасть можливість отримати випереджальну інформацію про обґрунтування цілей, змісту, засобів, методів навчання, а також щодо розробки професійно-кваліфікаційних характеристик, навчальних планів, програм, підручників.

Принцип професійної мобільності збільшує можливість швидкого засвоєння нових видів діяльності та перехід на інші види діяльності, залишаючи зміст професійної підготовки оновленим, удосконалюючи та адаптуючи його до суспільних змін і перетворень, до інновацій у техніці, технології й організації праці.

Принцип модульності визначається тим, що студент має можливість самостійно працювати із запропонованою йому індивідуальною навчальною програмою, яка містить банк інформації й методичні рекомендації для досягнення поставлених комплексних дидактичних цілей. Комплексна дидактична мета містить структуру і модифікує програмний модуль, який здійснює підготовку до конкретної діяльності.

Принцип самоуправління в пізнавальному і виробничому навчанні визначається можливістю сформувати індивідуальний стиль діяльності.

Принцип комп'ютеризації педагогічного процесу дозволяє використовувати електронно-обчислювальних засоби, які дають можливість розширено подавати інформацію та її опрацьовувати, а також забезпечувати індивідуалізацію й диференціацію навчання, контроль і самоконтроль, моделювання та імітацію досліджуваних об'єктів, процесів, явищ, розвитку пізнавальних інтересів студентів [9; 158; 224].

Максимально ефективна реалізація зазначених принципів можлива в контексті особистісно орієнтованого підходу до процесу навчання. І. Якіманська підкреслює, що в основі особистісно орієнтованого підходу «лежить визнання індивідуальності, самоцінності кожної людини, її розвитку не як колективного об'єкту, але, в першу чергу, як індивіда, наділеного своїм винятковим суб'єктивним досвідом» [255].

Особистісно орієнтована освіта передбачає використання у виховному процесі різних видів ситуацій. Така освіта, на думку Є. Бондаревської, забезпечує особистісно-смісловий розвиток студентів, зберігає їх індивідуальність, стимулює до самозміни й культурного саморозвитку. Основна увага особистісно орієнтованої освіти спрямована не на знання як такі, а на особистісні смисли навчання, не на окремі вміння, а на індивідуальні особливості й життєвий досвід особистості, не на обсяг знань і кількість засвоєної інформації, а на цілісний розвиток, саморозвиток і особистісне зростання майбутнього фахівця [42].

Виходячи з цього, важливо виокремити ознаки особистісно орієнтованого підходу: організація суб'єкт-суб'єктної взаємодії; створення умов для самоактуалізації особистості, її активізація; забезпечення зовнішніх і внутрішніх мотивів студентів; отримання задоволення від вирішення навчальних завдань і завдань у співпраці з іншими суб'єктами освіти; створення умов для самооцінки, саморегуляції і самоактуалізації; зміщення акценту з функції педагога на позицію фасилітатора [106; 215; 234; 235].

Реалізація такого підходу до навчання майбутніх фахівців у ЗВО базується на наступних принципах: індивідуальності, суб'єктності, вільного вибору, творчої самореалізації, розвиваючого потенціалу та ін.

Принцип індивідуальності орієнтує організацію процесу навчання на визначення цілей розвитку студента відповідно до особистого інтелектуального та потребнісного багажу.

Принцип суб'єктності передбачає суб'єкт-суб'єктну взаємодію учасників навчального процесу. Причому мова йде не тільки про систему «викладач → студент», а й про систему «викладач → студент → студент».

Принцип вільного вибору передбачає реалізацію індивідуальної траєкторії навчання кожного студента.

Принцип творчої реалізації орієнтує на проблемно-пошуковий стиль діяльності учасників навчального процесу.

Принцип розвиваючого потенціалу активізує кожного учасника навчального процесу на програмування своїх особистих навчальних перспектив.

Таким чином, теорії освіти і навчання на сучасному етапі їх розвитку, парадигмальні підходи до організації професійного навчання, відповідні до них дидактичні, принципи, принципи виробничого навчання та особистісно орієнтованого розвитку складають загально дидактичний рівень концепції графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

На наступному рівні розроблення методики досліджуваного об'єкту маємо врахувати особливості методики як галузі педагогічної науки, що є окремою теорією навчання (часткову дидактику) та досліджує закономірності вивчення певного навчального предмета.

Для розроблення наступного рівня методики досліджуваного об'єкту важливо визначити особливості методики як галузі педагогічної науки, що являє собою окрему теорію навчання (часткову дидактику), яка розкриває особливості навчання окремого предмету.

Методика навчання окремого предмета – це спосіб організації практичної та теоретичної діяльності учасників навчання, який зумовлений закономірностями та особливостями змісту навчального предмета.

Зміст методики навчання окремого предмета включає: виявлення пізнавальної цінності даної навчальної дисципліни та її місця в системі освіти (підготовки фахівця); окреслення завдань даної навчальної дисципліни та її змісту; інтерпретація та застосування відповідних методів, методичних засобів, форм організації навчання з метою опанування змісту навчального предмета.

Методика викладання окремого предмета має свої категорії, які визначаються на основі визнаних загальнопедагогічних понять. Основними з них є: закономірності навчання окремого предмета; принципи навчання; методи навчання; форми організації навчання, знання, уміння, навички [2; 3; 144; 150].

Щодо методики навчання інженерної графіки майбутніми інженерами-механіками, то вона взаємопов'язана із методикою викладання графічних дисциплін, яка розкриває питання вивчення головних розділів і тем курсу, роль графічних задач та їх використання в навчанні, шляхи формування навичок

креслення та виконання креслеників, використання комп'ютерного моделювання тощо.

Методика передбачає побудову змістовної складової навчання інженерної графіки і траєкторії реалізації його у відповідних умовах, алгоритм її втілення в практику, трансформування знань і умінь у структуру запланованого кінцевого результату.

Отже, методичний рівень розроблення концепції має включати:

- визначення конкретних цілей навчання інженерної графіки, його значення як складової частини професійної підготовки майбутніх інженерів-механіків;
- визначення змісту і структури навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання;
- розроблення найбільш раціональних форм, методів, засобів, технологій навчання, що забезпечать належне засвоєння студентами знань, умінь і навичок як основи формування компетенцій;
- забезпечення надійного та гнучкого підходу до оцінки навчальних досягнень.

Третій рівень концепції, найбільш деталізований, включає: виявлення проблем і завдань у кожному компоненті попереднього рівня; ключові точки траєкторії навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання (об'єктивні компоненти, ключові фактори успіху); значення траєкторії для досягнення мети.

Схематично концепцію графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання можна представити наступним чином (рис. 2.1).

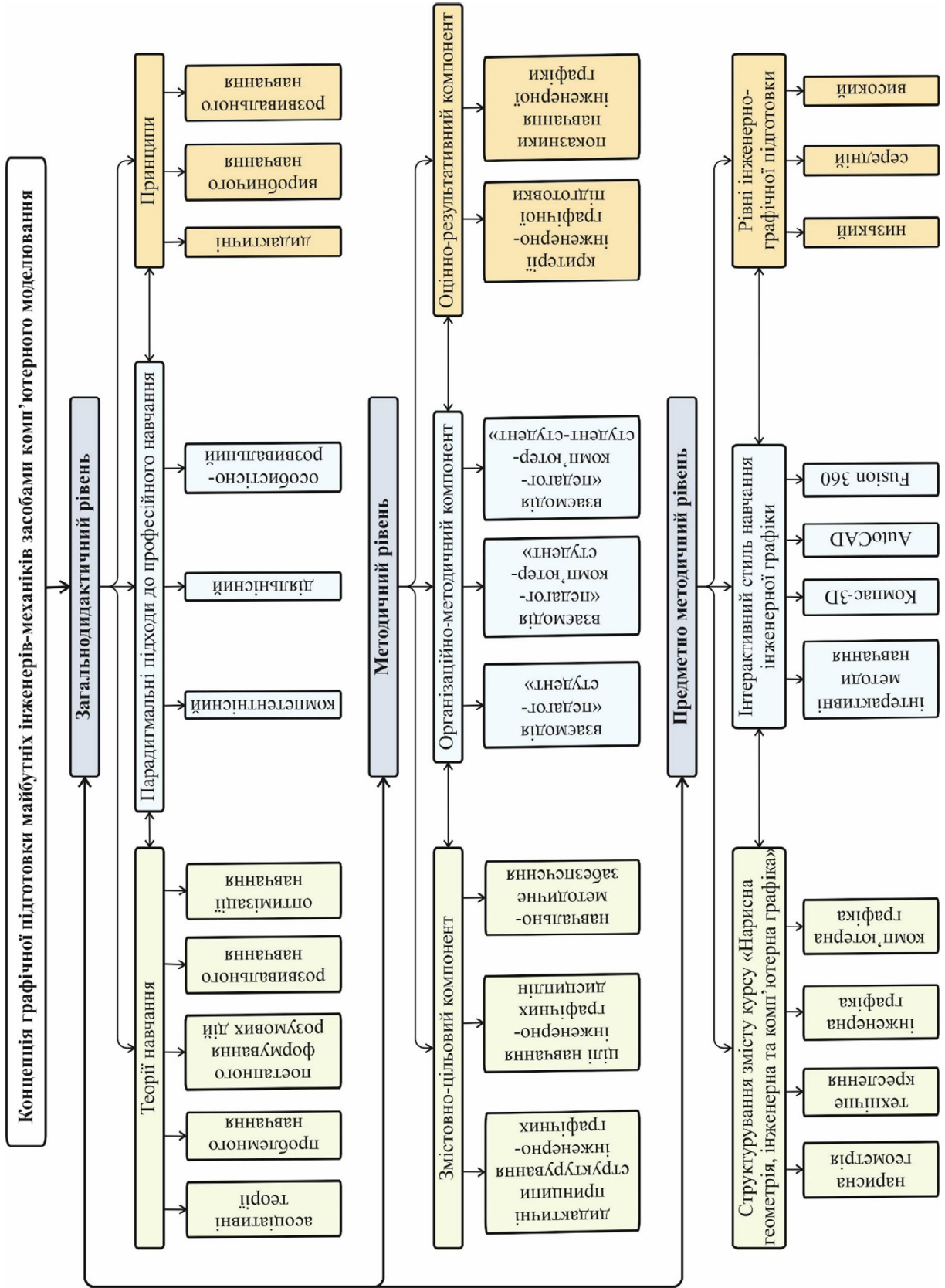


Рис. 2.1. Схема концепції графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання

Як бачимо, деталізований етап концепції виражає конкретно-предметну методику і включає: цілі навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання на рівні інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків, на рівні навчання інженерно-графічних дисциплін (зокрема, навчальної дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»), на рівні організації навчально пізнавальної діяльності суб'єктів навчання; дидактичні принципи структурування змісту інженерно-графічних дисциплін (у тому числі дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»); інтерактивний стиль навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання; критерії, показники та рівні інженерно-графічної підготовки студентів як результату навчання інженерно-графічних дисциплін. У наступних параграфах дисертації ми розкриємо деталізований підхід до основних траєкторій реалізації обґрунтованої концепції з урахуванням факторів успіху.

2.2. Дидактичні принципи структурування змісту навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання

Сучасні вимоги до вищої професійної освіти передбачають, в першу чергу, формування знань, умінь і навичок, необхідних для професійної діяльності майбутнього фахівця. У цьому розумінні навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання в контексті вивчення окремих навчальних дисциплін більшою мірою спрямовано на формування у студентів професійно значимих знань, умінь, навичок, здатності до ефективного їх використання у професійній діяльності. Як справедливо наголошує Г. О. Райковська, знання й уміння базової графічної підготовки є засобами удосконалення конкретної інженерно-конструкторської діяльності. Уся графічна підготовка є ефективною і успішною за умови, коли у студентів будуть одночасно формуватися необхідні професійно важливі якості особистості [192]

Найпершою умовою позитивного досягнення мети навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків максимально є ефективне структурування

змісту такого навчання. Теоретичний пласт нашого дослідження дозволяє сформулювати такі напрями та принципи структурування курсу навчання інженерної графіки: професіоналізація змісту навчання; виокремлення складових у змісті навчання; упровадження модульної системи; проблемно-тематичний підхід; використання інваріанта структурної моделі науки [127; 164; 182].

Теоретичне підґрунття такого напрямку як професійна спрямованість змісту навчання розкривають вчені О. Абдуліна, А. Беляєва, Г. Вайсбург, А. Газєєв, І. Жданов. Реалізація професійної спрямованості навчання потребує певної організації як усього навчального матеріалу, так і навчального процесу в цілому. Мета такої організації – сформувати в системі загальноосвітніх знань студентів підсистему знань, які можна віднести до професійно значущих. Серед великої кількості умов реалізації професійної спрямованості навчання важливо зазначити добір професійно значущих галузей знань для змісту інженерно-графічних дисциплін. Навчальний матеріал, поданий у них, умовно можна поділити на загально технічний і професійно-графічний.

Оволодіння прийомами і способами адаптування професійно-графічних знань до умов виробничої практики стає основним завданням у навчанні інженерно-графічних дисциплін. Тому, добираючи зміст навчального матеріалу з таких дисциплін необхідно, в першу чергу, виходити з його професійної необхідності, зокрема вивчення конкретного навчального матеріалу, що набуває розвитку в суто професійно важливих дисциплінах і з урахуванням формування конкретних професійно значущих кваліфікованих умінь.

Розглядаючи сучасний стан виробництва, можна зробити висновок, що кожен сучасний інженерно-технічний фахівець будь-якої галузі машинобудівного виробництва повинен володіти значними конструкторсько-технологічними здібностями (а не тільки вузько направленими конструкторськими або технологічними), основою яких є знання сучасних автоматизованих систем конструювання та геометричного моделювання, які дають можливість забезпечити побудову різноманітних кривих, поверхонь, об'ємних тіл і сформують на їх основі деталі та складальні одиниці, спеціальні інструменти, пристосування [79]. Усі

перелічені види здібностей формуються на основі професійно важливих факторів успіху особистості, до яких можна віднести: графічні знання, уміння і навички, розумові здібності (критичне, образно-графічне, технічне, креативне мислення) тощо.

На перших етапах своєї роботи над змістом навчального матеріалу викладач повинен всю наявну інформацію професіоналізувати і привести у відповідність до вимог, які стоять перед конкретною спеціальністю. У результаті такої роботи необхідно виокремити коло необхідних професійно значущих знань та умінь, які слід формувати при вивченні інженерно-графічних дисциплін чи конкретних тем за навчальними програми.

Реалізація професійної спрямованості в навчанні інженерно-графічних дисциплін забезпечується, в першу чергу, з'ясуванням таких завдань: виявлення та систематизації професійно значущих знань і умінь; розробка завдань, питань з реалізації професійно значущих знань та вмінь; впровадження методики формування професійно значущих знань і вмінь.

Побудова змісту навчання з урахуванням зазначених завдань відкриває можливість систематично ілюструвати досліджуваний матеріал прикладами з галузі професійної діяльності інженера-механіка.

Структурування навчального матеріалу передбачає виокремлення в кожній темі основних понять. Взятши за основу розроблену А. Беляєвою класифікацію, можна вибудувати за дидактичною значущістю таку ієрархію понять навчального матеріалу: загальнонаукові, загальнотехнічні, професійні. Основу змісту навчального матеріалу, який координує зміст лекційних, лабораторних і практичних занять, а також інших видів і форм організації навчання становлять професійні поняття, що мають внутрішньоструктурну ієрархію. Головні ідеї й основні категорії і поняття інженерної графіки утворюють фонд теоретичних знань. Це підґрунтя, на основі якого розвивається спрямованість інженерно-графічного мислення майбутніх інженерів-механіків. Структурування навчального матеріалу в межах професіоналізації навчання передбачає, перш за все, встановлення зв'язку теорії та практики, правильного їх співвідношення.

Взаємодія навчально-пізнавальної, навчально-практичної та самостійної практичної діяльності студентів; єдність процесуально-змістовних і мотиваційно-ціннісних сторін інженерно-графічної підготовки; єдність розчленованості й інтегрованості змісту навчання; поетапна конкретизації фундаментальних інженерно-технічних проблем – такі принципи лежать в основі структурування і професіоналізації змісту навчального матеріалу [96; 100].

Другий напрям структурування навчання інженерної графіки пов'язаний з виокремленням у змісті навчальних компонентів. Важливе місце поряд із предметними структурами у змісті навчання займають логічні [160]. Для більш точного розуміння студентами перших і других структур у викладанні досить часто використовують їхні моделі. Розробка студентами такої моделі, яка включає добір елементів та мережу відносин між ними, сприяє, в першу чергу не тільки розумінню суті цієї структури, а й закріпленню в пам'яті й уяві її будови, викликає уявлення про її можливе використання в нових пізнавальних чи практичних ситуаціях.

Досить детально розроблено зміст навчання на основі виокремлення предметного і загальнодіяльнісного компонентів. Суть основного принципу – фундаменталізацію навчання в умовах закладів вищої освіти слід забезпечити за рахунок інтенсифікації навчання й оволодіння студентами узагальненими знаннями і вміннями, а не за рахунок розширення обсягу знань. Окремим моментом у досягнення такої мети є вимога виділення в змісті навчання компонента, що не зводиться до змісту дисциплінарних знань, а орієнтований на розвиток творчих можливостей студентів [210].

Предметний компонент змісту інженерно-графічних дисциплін визначається за наступними трьома критеріями. По-перше, відбирається оптимальний мінімум професійно значущих: а) предметних знань; б) спеціальних умінь; в) логічних прийомів мислення. Усі виділені структурні одиниці предметного компонента утворюють, в першу чергу, основу для повноцінного вивчення навчального предмета. По-друге, оскільки структурна модель характеризується наявністю субординаційних зв'язків між елементами, то необхідно також враховувати

взаємозв'язок структурних одиниць предметного компонента. По-третє, склад предметного компонента визначається побудовою логічних зв'язків між поняттями, що становлять предметні знання, аналогічний зв'язок слід визначити щодо спеціальних умінь і логічних прийомів мислення.

Загальнодіяльнісний компонент складається з узагальнених знань (знання про прийоми творчої діяльності), узагальнених умінь (творчі вміння) і прийомів образного мислення. Загальнодіяльнісний компонент змісту навчання визначається такими трьома критеріями. По-перше, до його складу повинні увійти знання про процедури творчої діяльності, творчі вміння і прийоми образного мислення. Специфіка цих структурних одиниць у тому, що вони можуть формуватися на будь-якому доступному для студентів предметному матеріалі і утворюють основу для розвитку творчого ставлення до навчання. По-друге, до складу загальнодіяльнісного компонента повинен входити той мінімум знань, умінь і прийомів образного мислення, який відповідає індивідуальним особливостям студентів. По-третє, формування складових зазначеного компонента необхідно починати з виділення змісту вмінь та їх застосування [231].

Важливо в заданій логіці в центр компонентного структурування інженерно-графічних дисципліни покласти розвиток технічного мислення.

Ми вважаємо, що технічне мислення активно розвивається при вивченні цілого комплексу дисциплін, серед яких провідне місце посідають графічні дисципліни, оскільки знайомлять студентів із технікою, розширюють технічний світогляд, формують початкові уявлення про основи сучасного виробництва, сприяють розвиткові конструкторсько-технологічних здібностей. Тому при вивченні графічних дисциплін важливо закласти міцне підґрунтя для розвитку технічного мислення студентів, яке б стало базисом для ефективного опанування ними інших предметів, зокрема, комп'ютерного конструювання та моделювання.

Один із компонентів технічного мислення – образний – визначає тісну взаємодію просторової уяви і просторового мислення. Саме завдяки цим процесам у майбутнього фахівця формується вміння визначати як величину і форму предметів, так і їх розміщення у просторі. Розвиненість просторової уяви і

просторового мислення забезпечує можливість перевіряти і поєднувати практично зорові сприйняття з рухомими, що суттєво впливає на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей майбутнього інженера [21].

Слід зазначити й те, що просторове мислення у своїй найрозвинутішій формі оперує образами, змістом яких є відтворення і перетворення просторових властивостей та відношень об'єктів: їх форми, величини, взаємного положення частин, які є невід'ємним компонентом конструкторсько-технологічної діяльності фахівця. Саме під просторовими співвідношеннями розуміємо співвідношення між об'єктами простору чи між просторовими ознаками цих об'єктів. Вони визначаються такими поняттями: напрямком, відстань, відношення, місцезнаходження, протяжність об'єктів, простору тощо. Терміном «просторове мислення» позначається доволі складний процес, куди входять не тільки логічні (словесно-понятійні) операції, але й багато перцептивних дій, необхідних для розумового процесу конструювання і моделювання у формі образів, а саме впізнавання об'єктів, представлених реально чи зображених різноманітними графічними засобами, створення на цій основі адекватних образів виробів і оперування ними в процесі вирішення завдання [163; 256].

Певну емоційну оцінку свого навчання викликає у студентів логічний зв'язок між змістом навчального матеріалу і характером творчої діяльності. Оволодіння змістом загальнодіяльнісного компонента дає можливість регулювати відповідність діяльності студента його потребам і, таким чином, розширює сферу цих потреб, систему цінностей, мотивів діяльності [133].

Головним завданнями навчання інженерної графіки є формування у студентів логіки наукового мислення, системного розуміння і сприйняття матеріалу у взаємозв'язку з іншими навчальними дисциплінами та виробничим досвідом, уміння аналізувати зображення на креслениках, аргументувати власні положення.

У логіці висловлених умов структуровано дисципліни, в яких закладено навчання інженерної графіки: креслення, нарисна геометрія, технічне креслення, інженерна та комп'ютерна графіка.

Нарисна геометрія – розділ геометрії, в якому просторові фігури вивчають за допомогою зображень їхніх графічних моделей на площині кресленика.

Предметом нарисної геометрії є розробка методів побудови та читання креслеників, методів геометричного моделювання, тобто створення проєкцій об'єкта, який відповідав би наперед заданим геометричним й іншим вимогам, розв'язання на креслениках геометричних задач та побудова зображень предметів та об'єктів деякої конкретної галузі інженерної діяльності. Формоутворювальними елементами простору є основні геометричні фігури – точка, пряма та площина, з яких утворюються складніші фігури.

Нарисна геометрія – одна із складових, що складає основу інженерного утворення, дає можливість графічно обґрунтувати способи побудови зображень просторових фігур, деталей та форм у площині кресленика і за даними зображеннями цих форм розпізнати просторові геометричні властивості та розв'язати графічно задачі геометричного характеру.

Вивчення нарисної геометрії сприяє розвитку просторової уяви, необхідної інженеру будь-якої спеціальності для глибокого розуміння технічного креслення, для створення й розробки нових конструкцій.

Креслення – перший пласт знань, з оволодіння яким починається технічна підготовка студентів. Здобуті знання та набуті навички у виконанні і читанні проєкційних креслеників уже на першому етапі навчання відкривають можливості для успішного вивчення інших загальноосвітніх дисциплін (математики, фізики). Графічні дисципліни, установлюючи і забезпечуючи взаємозв'язки між загальноінженерними та загальноосвітніми дисциплінами, сприяють формуванню рівня інженерно-графічної культури майбутнього фахівця [81; 83; 136; 256].

Важливе завдання викладання нарисної геометрії – розвиток просторового уявлення студентів, тобто уміння в ході виконання навчального завдання моделювати нові просторові образи – уявні образи на основі нагромадженого запасу просторових образів.

Вивчення методів побудови і читання кресленика не є самоціллю в кресленні. Креслення – це своєрідна мова, яка дає можливість читати зображення, з'ясовувати

конструктивні особливості зображеного предмета, а також технології його виготовлення.

Графічні зображення широко застосовують під час більшості навчальних дисциплін. Здобуті знання та набуті уміння і навички з нарисної геометрії та креслення використовуються і слугують базою під час вивчення технічного креслення, а також конструкцій машин, агрегатів і їх систем у спеціальних дисциплінах на наступних етапах навчання [66; 70; 128; 138; 211].

Технічне креслення належить до загальноінженерних дисциплін, що викладаються студентам ЗВО. Мета вивчення технічного креслення – розвиток просторового мислення та здібностей до аналізу геометричних форм, розуміння принципу дії технічного виробу за його зображенням на кресленику.

Головні завдання її навчання: навчити студентів працювати із стандартами ЄСКД та довідковою літературою; розкрити теоретичні основи побудови зображень на машинобудівних креслениках, які необхідні для їх виконання і читання на основі методів прямокутного проєкціювання та методів комп'ютерного геометричного моделювання; дати студентам необхідні основи проєктування та конструювання машин і механізмів; сформувати практичні навички оформлення технічної документації; розвинути у студентів творчі здібності, уміння відображати власні ідеї за допомогою зображень, сформувати інтерес до науково-дослідницької роботи, а також самостійність та відповідальність у роботі [33; 34; 51; 53].

Технічне креслення посідає ключове місце в системі інженерно-технічних дисциплін, які формують фахівців у галузі машинобудування, оскільки воно є підґрунтям для їх опанування. Завдання ж студента – у процесі базової графічної підготовки сформувати систему теоретичних знань у вигляді основних закономірностей, правил, понять, що розкривають зміст даної дисципліни.

Після вивчення цього курсу студент повинен знати: основні положення стандартів щодо оформлення та виконання креслеників, схем і текстових конструкторських документів; способи побудови зображень технічних деталей, виробів тощо; уміти: виконувати кресленики деталей, що входять до складаної одиниці; виконувати і читати зображення предметів на основі методу

прямокутного проєкціювання; виконувати і читати кресленики за спеціальністю [20; 35; 36; 84; 117; 180; 188].

Запорукою успішного оволодіння спеціальними дисциплінами для отримання професійних знань є вміння читати технічні кресленики і уявляти взаємодію окремих частин об'єкту. Саме тому методи нарисної геометрії і креслення повинні бути доповнені ще й методами комп'ютерного геометричного моделювання.

Вирішення завдань інженерної графіки засобами комп'ютерного геометричного моделювання формує у студентів загальне уявлення про обраний фах та конструкторсько-технологічні здібності відповідно до вимог підготовки фахівця в інженерній галузі.

У структуруванні змісту інженерно-графічних дисциплін важливо передбачити розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів; засвоєння ними сучасної техніки автоматизованого проєктування, основ роботи в сучасних програмних продуктах, які застосовуються при автоматизованому проєктуванні; засвоєння методичних основ прийняття рішень при проєктуванні; вивчення всіх видів забезпечення систем автоматизованого проєктування; розвиток навичок самоаналізу та саморегуляції поведінки [10; 11; 166].

Після опанування студентами інженерної та комп'ютерної графіки студенти повинні володіти:

1) *знаннями* про класифікацію САПР, їх функції та характеристики; основи тривимірного моделювання та роботи в системі тривимірного моделювання; типи тривимірних моделей; основні операції зі створення геометричних елементів моделей; основні принципи створення тривимірних моделей складальних одиниць; основи роботи зі спеціальними бібліотеками САД систем; основи формування конструкторської документації; основи побудови робочих і складальних креслеників;

2) *вміннями* – створювати тривимірні моделі деталей та складальних одиниць у сучасних САД системах, кресленики деталей на основі їх тривимірних моделей, комплекти конструкторсько-технологічної документації; формувати складальні

кресленики на основі тривимірних моделей складальних одиниць; виконувати розрізи, перерізи тощо; використовувати спеціальні бібліотеки при побудові тривимірних моделей деталей; оформляти кресленики згідно з вимогами ЄСКД ДСТУ, ДСТУ ISO; працювати зі специфікаціями [8; 92; 154].

Таким чином, структуровані дисципліни дають можливість вирішити наступні завдання:

- забезпечити оволодіння студентами термінологією та поняттями з геометричного та проєкційного креслення;
- ознайомити з основними способами зображення просторових об'єктів на площині та методами дослідження геометричних властивостей технічних і природних об'єктів;
- навчити студентів усвідомлено читати графічні матеріали, відтворювати образи предметів та аналізувати їх форму і конструкцію;
- сформувати у студентів систему знань та вмінь, необхідних для виконання графічних документів;
- забезпечити розвиток технічного мислення, пізнавальної активності, просторової уяви студентів;
- ознайомити студентів з елементами моделювання та конструювання;
- сформувати у студентів теоретичної бази знань практичного використання сучасних засобів комп'ютерного геометричного моделювання, що використовуються в різних галузях машинобудування;
- сприяти формуванню здібностей студентів до самостійної роботи з навчальним матеріалом;
- сформувати у студентів якості, необхідні для проєктивної діяльності у сфері матеріальної культури.

У результаті вивчення дисциплін студент повинен отримати:

знання: термінології та понять з геометричного та проєкційного креслення; із загальних правил виконання і оформлення машинобудівних креслеників, встановлених стандартами, чинними в Україні; з основних геометричних побудов, що використовуються для виконання креслеників; методів побудови проєкційних

зображень і властивостей прямокутних проекцій основних геометричних елементів (точки, прямої, площини і поверхні); правил нанесення розмірів на кресленнях; правил виконання зображень (виглядів, розрізів, перерізів) відповідно до державних стандартів; основних методів побудови проекційних креслеників і наочних (аксонометричних) зображень потрібних і для виконання, і для читання машинобудівних креслеників; з практичного використання сучасних засобів комп'ютерного геометричного моделювання; ролі і місця креслення в техніці і науково-технічному прогресі;

уміння: виконувати ескіз технічної деталі; виконувати кресленики предмета в системі трьох проекцій і аксонометричній проекції за допомогою креслярських інструментів і засобів комп'ютерного геометричного моделювання; виконувати розрізи, перерізи тощо; чітко уявляти геометричну форму відомих геометричних тіл або реальних предметів для виконання навчального завдання – виконання і читання кресленика будь-якого предмета; виконувати і читати кресленики, тобто уявляти за плоским проекційним зображенням просторові образи предметів, їх розміри і розміщення, відображати просторові форми предметів на площині; оформляти кресленики згідно з вимогами ЄСКД ДСТУ, ДСТУ ISO;

навички: правильних і раціональних прийомів роботи креслярських інструментів та засобів комп'ютерного геометричного моделювання; виконання ескіз технічної деталі за допомогою креслярських інструментів; побудови наочних реалістичних зображень в аксонометричних проекціях засобами комп'ютерного геометричного моделювання; конструювання геометричних об'єктів за даними умовами у середовищі сучасної CAD системи; володіння термінологією, що прийнята в інженерній графіці.

Описана структура компонентів змісту інженерно-графічних дисциплін дає студентам не тільки можливість здійснення творчої навчальної діяльності й набуття усвідомленої мотивації до графічної діяльності як творчості, а й диференційованого підходу до конструювання процесу навчання залежно від рівня розвитку творчого потенціалу. Така можливість відображення у структурній моделі змісту навчального матеріалу з різним ступенем широти, повноти, глибини та

конкретності зі збереженням, як основи, структурно-функціональних зв'язків і логічних відношень між основними елементами характеризує її як відкриту систему. Ця властивість структурної моделі змісту кожної навчальної дисципліни інженерно-графічного спрямування дає змогу досить гнучко будувати виклад змісту навчання, враховуючи індивідуальні можливості студентів [59].

Третій напрям розробки змісту навчання пов'язаний з модульною системою, що з'явилася порівняно недавно. Розробка змісту навчання в модульній системі ставить вимогу дотримуватись таких принципів: оптимальної диференціації навчання на підставі використання інформаційних технологій; достатньої основи, оптимального обсягу змісту навчального предмета; оцінки передбачуваних результатів і перспективних цілей та можливості їх досягнення й перевірки; відновлення і ревізії модуля; переведення каталогу цілей на діяльність навчання, що включає роботу педагога, друковані видання та засоби навчання.

В усьому циклі інженерно-графічних дисциплін розрізняють початкові або базові модулі, що починають цей курс, та ті, що є їх продовженням і водночас основою для подальших модулів. При цьому модулі є полівалентні, тобто ті, що служать базою для двох чи більше наступних модулів, або моновалентні – основа для одного чергового модуля.

Під час структурування змісту навчання інженерної графіки виправдовує себе досвід інтегрального підходу до структурування змісту інженерно-графічних дисциплін: «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка». У принципі логіка вивчення таких дисциплін відображає певним чином уже згадувані дисципліни. Мова йде про спосіб впровадження комп'ютерного геометричного моделювання. Воно може вивчатися як окремий модуль і як структурний компонент інших модулів. В останньому випадку комп'ютерне геометричне моделювання вивчається паралельно з іншим теоретичним і практичним матеріалом інженерної графіки.

Сутність переходу до модульної побудови інженерно-графічних дисциплін полягає в розчленуванні змісту кожної теми на компоненти відповідно до дидактичних завдань.

Модуль, який є великим розділом чи темою дисципліни – це інтеграція різних видів і форм навчання, підпорядкованих фундаментальному поняттю дисципліни або групі взаємозалежних понять. Кожний модуль підкріплюється прикладним програмним забезпеченням, системою дидактичних і методичних матеріалів, переліком основних понять, навичок, умінь, які необхідно засвоїти майбутньому інженеру-механіку. Крім того, забезпечується набором довідкових та ілюстративних матеріалів та списком рекомендованої літератури.

В основу структури змісту інтегративних дисциплін з інженерної графіки покладено концепцію всебічного розвитку особистості майбутнього фахівця в перебігу його професійної підготовки на основі закономірностей розвитку інженерно-графічних знань. Відповідно до концепції І.Богданової структура курсу вибудовується за такою логікою. Курс розбито на ряд модулів, кожен з яких розглядає фундаментальне поняття або групу понять з погляду: 1) історії цього питання; 2) аналізу його теорії і методології; 3) методики реалізації на практиці; 4) специфіки інженерно-графічної діяльності [164; 240].

Разом із професіоналізацією, модульним і компонентним напрямками в розробці змісту навчання інженерної графіки доцільно звернутися до його проблемно-тематичного тлумачення (Т. Александрова, В. Глявін, Б. Костерева, З. Курлянд, В. Максимова) [224]. Загальна світоглядна ідея для декількох інженерно-графічних курсів та її поетапне вирішення є найважливішим фактором зміни змістовно-логічної структури навчального матеріалу. Логіка вирішення навчальної проблеми передбачає широке використання внутрішньо предметних зв'язків, які забезпечують включення не тільки понятійних, а й теоретичних зв'язків та підвищують рівень узагальненості предметних знань.

Підвищення теоретичної узагальненості навчального матеріалу активізує процеси мислення та пам'яті при засвоєнні студентами знань. Якісно нове знання формується як внутрішньоциклове і світоглядне. Прикладом такої світоглядної проблеми є орієнтація всього навчального процесу на проектно-конструкторську діяльність як цілісний творчий процес. Це говорить про те, що основна мета змісту навчання – створення уявлень не про наукові основи інженерної діяльності взагалі,

а про цілком конкретну інженерно-графічну, проектно-конструкторську діяльність як творчість. Творчість тут можна застосувати як до предмета, так і до організації та умов навчальної праці [60; 61].

При застосуванні проблемно-тематичного підходу до розробки змісту навчання організація навчального процесу включатиме такі етапи: 1) створення загальної програми, що визначає основні напрями у змісті, методах і формах навчальної роботи; 2) конкретизація загальної програми на окремих заняттях і темах суміжних курсів, визначення динаміки пізнавальних завдань за етапами вирішення проблеми; 3) впровадження програми навчання, внесення коректив на основі зворотного зв'язку.

Створення загальної програми, у свою чергу, передбачає: вибір навчальної проблеми світоглядного характеру, визначення системи основних понять, що розкривають зміст проблеми, встановлення взаємозв'язків між ними та послідовність запровадження в різних інженерно-графічних курсах, розробка основних етапів навчальної діяльності, формування узагальнених умінь і визначення загального напрямку методики навчання в роботі педагога.

Даний напрям побудови змісту навчання передбачає організацію пізнавальної діяльності студентів: система пізнавальних завдань, що розкривають світоглядну проблему і визначають місце кожного завдання в певній ланці навчального процесу при вивченні нового матеріалу; методичні прийоми створення внутрішньопредметних проблемних ситуацій та шляхів вирішення їх; пізнавальні та практичні вміння, необхідні для вирішення інтегральних проблемних питань, завдань та шляхи їх формування, навчання порівняння, складання планів вирішення проблеми, уміння формулювати висновки; прийоми стимулювання інтересу студентів до встановлення внутрішньопредметних зв'язків. Підвищенню цілеспрямованості й цілісності змісту навчання, його ефективності сприяє саме така організація навчального процесу як дидактичної системи, спрямованої на вирішення загальної світоглядної проблеми.

Таким чином, комплексна проблема, в якій відображено одне провідне або кілька знанневих відношень, породжує тип (типи) змістовних міжциклових

пізнавальних завдань. Процесуальна сторона їх визначається заданою в навчальних програмах логічно побудованою структурою навчального матеріалу пов'язаних інженерно-графічних дисциплін (проблемно-індуктивний або проблемно-дедуктивний шлях рішення). При вирішенні проблеми узагальнюється знання відношення на різних рівнях (фактичному, понятійному та ін.) за допомогою відповідних видів міжпредметних завдань, які, у свою чергу, варіюють (у різновидах) залежно від пізнавальних цілей етапів установлення, засвоєння і застосування значеннєвого зв'язку. Прикладом такого структурування змісту може бути розроблення автором дослідження конспекту лекцій, у яких висвітлені основні теоретичні положення курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка», викладені правила оформлення і виконання креслеників деталей та топографічних умовних знаків, розглянуті можливості графічного редактора AutoCAD у розв'язанні задач інженерної графіки [27; 28].

Такий підхід дає можливість забезпечити міждисциплінарні зв'язки: «Інформатика», «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», «Теоретична механіка», «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство», «Теорія машин і механізмів», «Опір матеріалів», «Деталі машин», «Різальні інструменти», «Механоскладальні дільниці та цехи», «Теоретичні основи машинобудування», «Технологічна оснастка», «Технологія обробки типових деталей».

Розробка змісту навчання на основі загальної світоглядної проблеми передбачає організацію навчального процесу як дидактичної системи. У дидактиці дидактична система розглядається як система принципів організації навчального матеріалу і навчального процесу [140]. Дидактична система, яка спрямована на вирішення комплексної навчальної проблеми, окреслена змістовно-часовими і предметними межами. Організація дидактичної системи підпорядковується принципам проблемності, колективності, комплексності.

І останній підхід у проектуванні змісту навчання, як ми зазначали, полягає в застосуванні структурної моделі науки. Під структурною моделлю науки розуміють особливу форму ідеального цілісного багаторівневого системного

відображення наукового знання, матеріалізованого у змісті навчального матеріалу, тобто структурна модель науки – це системно організована сукупність елементів науки відповідно до номенклатури їх відображення в змісті навчального матеріалу. Якщо основним у номенклатурі елементів знань, відбитих у змісті навчального матеріалу, є наукові поняття, то мова йтиме про системну організацію понять [64; 168; 214].

З цієї точки зору, наприклад, дисципліну «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» можна розглядати як комплексне утворення, в якому знання з однієї науки активно переносяться в іншу, поняття однієї дисципліни застосовуються в цілому «регіоні наук». У цьому випадку навчання необхідно побудувати так, щоб теоретичний матеріал сприймався студентами як єдине ціле. Потрібно навчити студентів бачити в кожному предметі його геометричну суть, а якщо предмет складний, то навчити їх виділяти геометричну форму кожного його елемента. Тільки при дотриманні цих умов у студентів під час навчання навчання будуть успішно формуватися навички до аналізу і синтезу побаченого [208]. Уміння користуватися прикладним програмним забезпеченням комп'ютерної графіки та інтерес, який з'являється у студентів, спонукає їх до усвідомленого засвоєння інженерної графіки, удосконалення проєкційного і машинобудівного креслення, які є базою графічної підготовки, а у подальшому – графічною основою автоматизованого проєктування технічних об'єктів.

У зв'язку з вищезазначеним особливо важливе значення займає комп'ютерне геометричне моделювання, бо за допомогою нього інженер може ефективно виконати свою основну функцію – розробити і дослідити геометричну модель конструкції виробу.

На сьогоднішній день у залежності від сфери застосування, цілей дослідження та складу використовуваних моделей розрізняють велика кількість різних модифікацій методів комп'ютерного моделювання. Усі ці методи є потужними аналітичними засобами, що увібрали у себе весь масив найновіших інформаційних технологій, включаючи розвинені графічні оболонки для конструювання моделей та інтерпретації вихідних результатів моделювання,

мультимедійні засоби, що підтримують анімацію у реальному масштабі часу, інтернет-рішення, об'єктно-орієнтоване програмування та інше [167].

Існує два варіанти комп'ютерного геометричного моделювання: двовимірне (плоске) та тривимірне (просторове). Двовимірна технологія передбачає автоматизовану побудову й оперування плоскими геометричними моделями і застосовується в першу чергу для створення графічних конструкторських документів. Основними методами, які використовуються для побудови двовимірної моделі, є методи нарисної геометрії та методи викреслювання графічних примітивів (відрізків, прямих, дуг, кіл та ін.). Зазначимо, що даний процес моделювання відбувається одночасно з розробленням конструкторської документації, тоді як тривимірне моделювання передує цьому процесу.

Тривимірне геометричне моделювання вивчає методи й прийоми побудови об'ємних моделей об'єктів у віртуальному тривимірному просторі. Технології тривимірного геометричного моделювання розширюють набагато сферу застосування геометричних моделей у проектно-конструкторській діяльності й дають можливість ефективно використовувати їх як у конструкторському проектуванні, так і у функціональному та технологічному.

Сьогодні розрізняють три напрямки тривимірного геометричного моделювання: каркасне (дротяне), поверхневе та твердотільне. При каркасному моделюванні опис геометрії моделі представляється контурами та ребрами, що лежать на поверхнях деталі. Поверхнева модель відображає форму деталі за допомогою завдання поверхонь, що обмежують її модель [217].

На відміну від поверхневого, у твердотільному моделюванні в явній формі містяться дані щодо приналежності елементів внутрішньому або зовнішньому по відношенню до деталі простору. Інакше кажучи, твердотільна модель не пуста всередині. Саме завдяки цій технології тривимірна комп'ютерна візуально-образна модель може володіти деякими властивостями фізичних моделей і може використовуватися не тільки для отримання геометричних параметрів, але й для безпосереднього здійснення різних механічних та технологічних розрахунків.

Існує позиція застосування методів комп'ютерного геометричного моделювання в інженерній сфері, у якій під тривимірним комп'ютерним геометричним моделювання розуміється процес розв'язку і дослідження задач на основі прямих операцій з реалістичною тривимірною моделлю без застосування методів нарисної геометрії. Процес моделювання відбувається у середовищі сучасного графічного редактора, інструментарій якого дозволяє створювати віртуальну реалістичну тривимірну модель деталей, вузлів, будівель, яка однозначно визначає геометрію усієї моделі. За цією технологією конструктор відразу будує реалістичну, наочну віртуальну модель, а вже після цього займається підготовкою конструкторської документації, яка здійснюється переважно в автоматичному режимі [245].

Слід зазначити, що згідно з стандартами ЄСКД, які вводять електронну форму конструкторської документації, електронна тривимірна модель деталі може бути прийнята за основний конструкторський документ, а електронні кресленики – виконані на основі електронної моделі деталі або електронної моделі складальної одиниці [93; 94].

Комплекс проектно-конструкторських робіт може включати в себе теоретичні й експериментальні дослідження, розрахунки та конструювання. Проміжні (текстові документи, ескізи, описи на мові автоматизованих систем та інше) та остаточні описи (комплект конструкторсько-технологічної документації) нового чи модернізованого технічного об'єкта є результатом такого проектування. За визначенням А. Болдіна та А. Задіранова, якщо ці роботи здійснює фахівець при взаємодії із комп'ютерними технологіями, то таке проектування називають автоматизованим [38]. Середовище, у якому реалізується цей метод проектування, називають САД системою (computer-aided design – комп'ютерна підтримка проектування), яка є підсистемою системи автоматизованого проектування (САПР). Тільки завдяки комп'ютерним технологіям автоматизованого проектування інженерно-конструкторська діяльність – найбільш розвинена сфера застосування комп'ютерного геометричного моделювання.

Відповідно до ДСТУ 2226-93 «Автоматизовані системи. Терміни та визначення» автоматизована система проектування – це автоматизована система, яка призначена для автоматизації технологічного процесу проектування виробу, кінцевим результатом якого є комплект проектно-конструкторської документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об'єкта проектування [94]. Стадія технічного проектування в цій системі передбачає синтез технічної документації і полягає в автоматизованому перетворенні даних, виражених внутрішньою мовою системи, у текстову та графічну документацію, оформлену за правилами Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

Більшість сучасних машинобудівних САПР є комплексними, до їх складу окрім системи конструкторського проектування може входити система розрахунку та інженерного аналізу або CAE система (computer-aided engineering – комп'ютерна підтримка функціонального проектування) та система технологічної підготовки виробництва або CAM система (computer-aided manufacturing – комп'ютерна підтримка технологічного проектування). За вихідні дані для проектування в CAE/CAD системах слугує тривимірна геометрична модель, яка створена в CAD системі.

За вихідні дані для проектування в CAE/CAD системах слугує тривимірна модель, створена в CAD системі.

При структуруванні навчального матеріалу інженерно-графічних дисциплін ми приймаємо до уваги бачення І. Норенкова [156; 157]. Структура CAD/CAM систем машинобудівельної САПР складається з таких модулів:

- геометричне (графічне) ядро, яке реалізує основні операції та процедури геометричного моделювання;
- підсистема двовимірної графіки, яка використовується для отримання креслярської документації;
- підсистема тривимірного твердотільного (об'ємного) моделювання, в якій реалізуються процедури конструктивної геометрії з використанням базових елементів форми;

- підсистема тривимірного поверхневого моделювання, яка призначена для проектування деталей зі складними поверхнями (лопатки турбін, корпуси літаків, автомобілів, кораблів тощо);
- спеціалізовані модулі, орієнтовані на проектування виробів певного типу, наприклад, штампів, деталей з листових матеріалів, литих виробів та інше;
- підсистема для проектування технологічних процесів, синтезу програм для станків з ЧПУ, моделювання механічної обробки та інше;
- база даних, включаючи архівні та довідкові підсистеми;
- підсистема інженерного аналізу;
- підсистема управління даними і проектуванням.

Отже, сучасні САПР спрямовані на реалізацію основних функцій інженера-конструктора (науково-дослідницької, проектно-конструкторської, виробничо-організаційної, системотехнічної та соціотехнічної), які, в свою чергу, безпосередньо пов'язані з геометричною моделлю нового чи модернізованого технічного об'єкта [37]. Вищевикладені підходи було використано в структуруванні змісту навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Теоретичний аналіз досліджуваної нами проблеми доводить, що нинішня ситуація навчання інженерно-графічних дисциплін оновлюється завдяки зусиллям творчих науково-педагогічних колективів. І це вказує на важливість розроблення навчально-методичного забезпечення інженерно-графічних дисциплін [46]. Мова йде і про нормативну складову (навчальні плани, навчальні програми), і про нормативно-методичну (навчальні посібники, методичні вказівки, дидактичні матеріали тощо).

У логіці обґрунтування підходів до структурування змісту інженерно-графічних дисциплін дисертантом у співтворчості з педагогічним колективом розроблено комплекс навчально-методичного забезпечення. Перш за, все було розроблено робочу навчальну програму дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» як обов'язкової дисципліни циклу професійної підготовки (Додаток Б). Особливістю розробленої програми є навчання студентів

використовувати програмні продукти Компас-3D, AutoCAD, Fusion 360. Тенденційно на даний час студентам пропонують при навчанні інженерної графіки один програмний продукт, як правило – це Компас-3D або AutoCAD. У подальшій професійній підготовці це суттєво обмежує можливості майбутніх фахівців щодо професійної діяльності. Fusion 360 вводиться до програми інженерно-графічної підготовки вперше і так, як і вивчення комплексу програм. Це впливає на перерозподіл змісту навчання та посилення уваги до самостійної роботи студентів.

Вивчення нарисної геометрії та інженерної графіки необхідне для розв'язування різноманітних інженерно-геометричних задач у машинобудуванні й будівництві та засвоєння правил виконання й оформлення креслеників. З цією метою розроблено методичні матеріали з відповідним структуруванням навчальної інформації [23; 27; 28; 29; 30; 43; 117, 261]. Особлива увага авторським колективом приділена самостійній роботі студентів.

Підготовлений конспект лекцій з дисципліни «Нарисна геометрія» розкриває фундаментальні та практичні аспекти навчального матеріалу (Додаток И). У тексті передбачено мотивуючі компоненти пізнавальної діяльності студентів.

Робочий зошит з нарисної геометрії розроблений відповідно до навчальної програми дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» (Додаток Б). Виконуючи завдання у робочому зошиті, студенти опановують техніку роботи над креслениками, вивчають метод проєкцій, на якому базуються усі розділи графічного циклу технічної освіти, розвивають просторове уявлення і мислення (Додаток В).

Розроблені навчально-методичні посібники до виконання завдань «Складальне креслення», «Деталювання складального креслення» та методичні вказівки для самостійної роботи студентів по виконанню індивідуальних завдань із нарисної геометрії та інженерної графіки призначені для засвоєння теоретичного матеріалу, набуття графічних навичок під час роботи з креслярськими інструментами та опанування системою державних стандартів при виконанні технічних креслеників (Додаток Ж). Вони розкривають проектування,

виготовлення, експлуатацію машин і механізмів, створення нових технологій, пов'язаних з різними видами зображень: рисунками, креслениками, ескізами.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з інженерної та комп'ютерної графіки, у яких подано загальні відомості про графічний редактор «AutoCAD» фірми Autodesk, індивідуальні завдання до тем «Геометричні побудови» та «Проекційне креслення», викладено короткий зміст та мету кожної лабораторної роботи. Виконуючи пропоновані завдання, студенти опановують техніку роботи над креслениками у середовищі графічного редактора, вивчають метод проектів, на якому базуються всі розділи графічного циклу технічної освіти, розвивають просторове уявлення та мислення. Наведені приклади супроводжуються поясненнями і зразками графічних робіт, виконаних за допомогою графічного редактора (Додаток Г).

Розпочавши вивчення комп'ютерної графіки з «AutoCAD», студент, окрім оволодіння сучасною технологією проектування в одному з найпопулярніших та найпотужніших графічних пакетів, має також можливість отримати базові знання для освоєння інших сучасних CAD систем, оскільки велика кількість команд і концепцій «AutoCAD» є універсальними. Програмні продукти Autodesk, у тому числі і «AutoCAD», які передбачається встановлювати на власні комп'ютери студентів та викладачів з метою самоосвіти і виконання навчальних завдань, можна безкоштовно завантажити з порталу «Освітньої спільноти Autodesk» (Autodesk Education Community).

Лабораторні роботи підготовлені таким чином, щоб студенти поступово переходили від простих побудов до більш складних креслеників. Лабораторні роботи охоплюють такі питання, як побудова графічних елементів, редагування елементів креслеників, виконання написів і проставляння розмірів та побудова аксонометрії тривимірних об'єктів, багатовіконність. Студенти самостійно під керівництвом викладача виконують лабораторні роботи за індивідуальними варіантами.

Кресленик в «AutoCAD» – це спеціальним чином організований файл, в якому, крім рисунка, міститься ряд параметрів, що визначають режими, одиниці

вимірювання тощо. За умовчанням «AutoCAD» присвоює файлу розширення .dwg. Це формат файла-кресленика.

Для запобігання можливим втратам студентам рекомендується регулярно з певним інтервалом часу зберігати проміжні результати розроблення кресленика. Після закінчення роботи з файлом слід скопіювати його з жорсткого диска на власний USB флеш-накопичувач [32].

Таким чином, структурування змісту навчання інженерної графіки на основі визначених дидактичних принципів, які інтегрують в собі суто дидактичні принципи навчання, принципи виробничого навчання та принципи особистісно розвивального навчання дають можливості варіативного їх викладання у професійній підготовці майбутніх інженерів-механіків. Комп'ютеризація інженерно-графічної підготовки набуває особливого значення у підготовці студентів до інженерно-графічної діяльності. Вона сприяє підвищенню ефективності навчального процесу, доступності і якості підготовки майбутніх фахівців, наближеності до реалій сучасного виробництва та забезпечує перехід на якісно новий рівень геометричного моделювання.

Такий перехід послужив переосмисленням традиційної ідеології у викладанні інженерно-графічних дисциплін, аналізу і перегляду їх змістовного наповнення, адаптації його до вимог реальної професійної діяльності. Важливо використовувати у навчанні саме ті графічні програми і обладнання, що використовуються у реальному виробничому процесі.

Це активізує необхідність розроблення та впровадження навчально-методичного забезпечення інженерно-графічних дисциплін з урахуванням вибору та обґрунтування форм, методів, засобів, технологій їх навчання. Це питання потребує детального розгляду та буде розглянуто у наступному параграфі.

2.3. Інтерактивний стиль навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання

Теоретичний аналіз досліджуваної проблеми, аналіз практичного досвіду навчання інженерної графіки, власна практика викладання інженерно-графічних

дисциплін у ЗВО та логіка виконання завдань дослідження обумовлюють розроблення методики організації навчального процесу щодо навчання інженерної графіки.

У навчальному плані з підготовки майбутніх інженерів-механіків передбачено теоретичне навчання інженерної графіки, практичне навчання, індивідуальну та самостійну роботу студентів. Формальна організація навчального процесу – лекції, практичні заняття, лабораторні роботи та самостійна робота.

Традиційна практика викладання інженерно-графічних дисциплін у ЗВО демонструє не тільки формально обумовлені форми роботи суб'єктів навчального процесу, а й традиційно прийняті методи роботи, розраховані на репродуктивний стиль діяльності студентів. Викладач у такому разі виступає як передавач інформації, а студент має запам'ятати та відтворити цю інформацію.

У такому випадку навіть цілі навчання формулюються за принципом: довести до відома студентів ..., пояснити сутність ... розкрити зміст ... і так далі. Таким чином передбачається активна діяльність викладача і фактично пасивна роль відводиться студентам. Зворотній зв'язок, як правило, отримується через контроль засвоєного матеріалу. Якість засвоєння знань, оволодіння уміннями та навичками студентами у такому разі найбільшою мірою залежить від якості подання навчальної інформації, здатності викладача викликати до неї інтерес у студентів. Результати такої навчальної діяльності невтішні.

Студенти скаржаться на складність сприйняття матеріалу, великі обсяги його запам'ятовування на етапі контролю, високий ступінь суб'єктивності оцінки їх навчальних досягнень.

Викладачі зазначають недостатній рівень активності пізнавальної діяльності студентів, перевагу знанневого стилю засвоєння навчального змісту, слабе прагнення до практичної реалізації отриманих знань, демонстрацію практичних умінь на алгоритмічному рівні (тобто готовність виконати завдання за зразком) і не сформованість запиту творчої діяльності, не готовність до самооцінки своїх професійно значимих навчальних досягнень, до бачення перспектив самореалізації в аспекті професійних компетенцій.

Взаємна незадоволеність результатами навчального процесу при вивченні інженерно-графічних дисциплін спонукає педагогічні колективи до пошуку найбільш дієвого стилю співпраці. Навчання у співробітництві спрямоване на формування певних навичок та умінь, засвоєння понять, академічних і професійних знань, передбачених програмою, чи на організацію проектної діяльності студентів з подальшою дискусією. Сучасна дидактика визначає в такій якості інтерактивне навчання. Слово «інтерактив» походить від англійського слова «interact». «Inter» – це взаємний, «act» – діяти. Психологія трактує поняття «інтерактивний» як той, що здатний взаємодіяти або перебувати в режимі бесіди, діалогу з будь-чим (наприклад, комп'ютером) або з будь-ким (людиною). Суть інтерактивного навчання – це активне залучення всіх учасників навчального процесу до пізнавальної діяльності.

З дидактичної точки зору поняття «інтерактивність», «інтерактивне навчання», «інтерактивні методи й методики навчання», «інтерактивні технології» все більше з'являються в статтях і наукових працях з педагогіки, у розділах навчальних посібників, що описують процес навчання як спілкування, кооперацію, інтеграцію співробітництва рівноправних учасників.

Термін «інтерактивне навчання» використовується також при дослідженні проблем застосування сучасних інформаційних технологій у навчанні, дистанційної форми освіти і навчання з використанням ресурсів Інтернету, а також електронних підручників, довідників тощо. Сучасні комп'ютерні телекомунікації дозволяють учасникам вступати в «живий» (інтерактивний) діалог (письмовий або усний) з реальним партнером, а також уможливають активний обмін повідомленнями між користувачем і інформаційною системою в режимі реального часу. Комп'ютерні навчальні програми за допомогою інтерактивних засобів і пристроїв забезпечують неперервну діалогову взаємодію користувача з комп'ютером, дозволяють користувачам управляти процесом навчання, регулювати швидкість вивчення матеріалу, повертатися на початкові етапи [103; 104].

На сучасному етапі розвитку педагогічної теорії поняття «інтерактивне навчання» здебільшого розглядається як: навчання, побудоване на взаємодії того, хто вчиться з навчальним оточенням, навчальним середовищем; навчання, що ґрунтується на психології людських взаємин і взаємодій; навчання, сутність якого полягає в організації спільного процесу пізнання, коли знання здобуваються в спільній діяльності через діалог, полілог студентів між собою й викладачем [213].

Цілі і завдання інтерактивного навчання орієнтовані на розширення пізнавальних можливостей студентів: пізнавати, аналізувати та застосовувати інформацію з різних джерел; переносити отримані вміння, навички та способи діяльності на різні предмети та професійно орієнтовану діяльність; формувати глибоку внутрішню мотивацію у навчанні.

Інтерактивний стиль навчання вільно вписуються в систему навчання інженерно-графічних дисциплін за таких умов: викладач усвідомлює, що в процесі навчання студент, а не він є центральною фігурою; пізнавальна діяльність студентів, а не репродуктивне учіння, стає головним у процесі навчання; самостійне набуття і, особливо, можливість застосування цих знань стає пріоритетним, а не засвоєння й відтворення знань; спільні міркування, дискусії, дослідження, а не запам'ятовування й відтворення знань, набувають особливого значення; у процесі спілкування зі студентами у будь-яких ситуаціях неодмінно виявляється повага до їх попереднього досвіду.

У дидактиці (М. Кларін, Г. Козлаков, І. Лернер, О. Пометун, Л. Пироженко, М. Скрипник та ін) обґрунтовується ціла низка інтерактивних методів навчання. Місія викладача полягає в оволодінні їх методикою та адаптації до викладання конкретної дисципліни, теми, виду пізнавальної діяльності [114; 134; 176].

Наш досвід викладання дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» переконав у доцільності використання, наприклад, таких форм, методів навчання та пізнавальної діяльності як проблемна лекція, проблемно-орієнтована дискусія, мозкова атака, рефлексивний полілог, імітаційна діяльність, робота в проект-групах, метод проектів тощо.

Перші спрямовані на таку взаємодію учасників навчального процесу, при використанні якої учасники обмінюються інформацією та ідеями з метою знаходження варіантів можливих рішень проблеми та приходять до єдиної точки зору з приводу найкращого її рішення. Досягненням такого стилю навчання є активна діяльність учасників, реалізуються пізнавальні, мотиваційні, соціальні та поведінкові цілі.

Рефлексивний полілог окрім того дає можливість кожному учаснику відслідкувати свої особисті досягнення у навчанні, їх чинники, спрогнозувати перспективи.

Імітаційна діяльність – це метод, який визначає модель реальної діяльності, в якій учасники виконують різні професійно орієнтовані ролі, досягаючи різні цілі. Така діяльність включає систему правил. Переваги такої організації навчально процесу в тому, що учасники здійснюють активну роль, реалізують можливість тренувати навички, які практично неможливо тренувати в реальному житті без отримання негативних наслідків, здійснюється зворотній зв'язок. Щоправда розроблення та проведення таких занять потребують великих затрат.

Робота в проект-групах – це метод, при якому в навчальний процес залучаються малі групи з 3-5 учасників, які виконують роль основного інструменту активного навчання. Учасники отримують завдання, за виконання якого вони відповідають всі разом як єдина команда, незалежно від розподілу обов'язків. Обов'язки члени групи розподіляють самостійно. Навчальні досягнення у такому разі: активна участь учасників, обмін досвідом, кооперація в групі, висока мотивація, найкраща результативність, великий зв'язок з темою.

Метод проектів відображає особистісно орієнтований підхід в освіті і сприяє формуванню уміння адаптуватися до швидкозмінних умов життя людини постіндустріального суспільства. При реалізації методу проектів необхідно використовувати зацікавленість студентів у знаннях та показувати, де можна застосувати в реальному житті отримані знання.

В основу методу проектів покладена ідея, яка розкриває поняття «проект», його прагматичну спрямованість на отримання результату при вирішенні тієї чи

іншої проблеми. Результат можна побачити, осмислити, застосовувати в реальній практичній діяльності. Для досягнення такого результату необхідно вміти самостійно мислити, знаходити і вирішувати проблеми, використовуючи для цього знання з різних галузей, прогнозувати результати і можливі наслідки різних варіантів розв'язання проблеми, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки. Вирішення проблеми таким чином набуває характеру проектної діяльності. Метод проектів завжди орієнтований на самостійну діяльність студентів – індивідуальну, парну, групову, яку вони виконують упродовж цілком визначеного відрізка часу [96; 111; 248].

Як приклад наведемо результати використання проблемно-орієнтованої дискусії, мозкової атаки та рефлексивного полілогу при вивченні систем інженерного комп'ютерного моделювання. У різних групах було реалізовано різні форми навчальної діяльності з урахуванням їх особливостей. Завдання для студентів було поставлено наступним чином: *Яку програму Ви вважаєте найдоцільніше використати для побудови пружини? Які переваги побудови пружини в цій програмі порівняно з іншими?* Навчальним результативним продуктом спільно здійсненої діяльності стали наступні висновки.

Визначено особливість методики створення тривимірної моделі складальної одиниці в тому, що вона реалізується у середовищі сучасної CAD/CAM системі Autodesk Fusion 360 і передбачає створення реалістичних зображень засобами 3D візуалізації.

Порівнявши можливості різних CAD/CAM систем, таких як Inventor, SolidWorks, Компас-3D та Fusion 360, викладач зі студентами зупинилися на виборі останньої, керуючись такими факторами, як:

- можливість використання безкоштовної версії програми у навчальних цілях, без обмеження функціоналу;
- простий та зрозумілий інтерфейс користувача у порівнянні з іншими машинобудівельними CAD/CAM системами;
- широкий інструментарій 3D-функціоналу;
- присутність функцій візуалізації та анімації;

- підтримка колективної роботи над проектом (паралельне проектування, синхронний перегляд та обговорення роботи);
- мінімальна апаратна конфігурація системи для комфортної роботи.

Індивідуальними досягненнями стали:

- для студентів стала якість засвоєння навчального матеріалу, присвоєння їх як власного досвіду, перспективне бачення особистого використання отриманого навчального досвіду;
- для викладача – методична майстерність, реалізацією якої стало розроблення методики використання Fusion 360 у викладанні інженерної графіки (Додаток Д).

Загалом маємо сказати, що впровадження інтерактивного стилю навчання інженерної графіки потребує значних зусиль не тільки викладацького складу, а й студентського. Оскільки будь-який із вибраних методів навчання має бути адаптований не тільки до цілей навчання, теми, навчання, а й до реальних особливостей студентської аудиторії. Основне навчальне навантаження кожного учасника відбувається найвищою мірою на етапі підготовки до заняття, а саме його проведення більше презентацією досягнень кожного і всіх.

Факторами успіху (досягнень) інтерактивного навчання доцільно виокремити:

- пізнавальна активність – визначає: рівень пізнавальної активності учасників навчального процесу;
- мотивація – визначає: інтерес та зацікавленість до отримання нової інформації, орієнтованість навчання на запити та потреби студента;
- активізація інформативності – визначає: яким чином навчання сприяє осмисленню нової інформації, та наскільки воно орієнтоване на її активне засвоєння, можливість співвіднесення нового знання з відомим, власним досвідом; відстеження власного розуміння;
- активізація мислення – визначає: наскільки навчання спонукає до роздумів, систематизації, класифікації, аналізу та синтезу нової інформації,

вироблення власного ставлення до неї і формулювання проблем та запитань для подальшого просування в інформаційному та діяльнісному полі;

- забезпечення співпраці – визначає: рівень психологічної комфортності, демократичності і партнерства в процесі навчання, зокрема в системі «викладач - студент - студент», рівень взаємної відповідальності за результати навчання;

- результативність – визначає: успіхи студентів у навчанні, міцність і глибину засвоєння навчального матеріалу, оволодіння необхідними, відповідно до потреб майбутніх фахівців, професійно значимих та інших умінь і навичок (професійні компетенції, компетентність) за умов раціональної витрати часу та зусиль;

- ступінь задоволення навчанням [223].

Названі фактори успіху реалізуються і у випадку інтерактивного навчання, в основі якого лежить використання інформаційних технологій, і що є базовою основою навчання інженерної графіки та відповідає предмету нашого дослідження. Проблема вмілого використання педагогами інформаційних технологій тривимірної візуалізації та анімації для створення інтерактивного наповнення навчальних матеріалів різних предметних областей, зокрема у графічній підготовці, є досить актуальною.

Як форма подання дидактичних та методичних матеріалів презентація наповнюється текстовою, графічною, анімаційною, відео- і звуковою інформацією, що дозволяє використовувати кілька каналів сприйняття і підвищити мотивацію та пізнавальний інтерес учнів, імітацію складних реальних процесів, ситуацій, візуалізації абстрактної інформації за рахунок динамічного представлення процесів [146]. Якщо враховувати специфіку графічних дисциплін, то очевидно, що найбільше часу буде витрачено на підготовку саме графічних матеріалів. Тому особливу увагу треба приділити засобам створення та обробки графічної інформації, тобто графічним редакторам.

Погоджуємося з думкою В. Головні про те, що використання САД програм для розв'язання навчальних задач протягом усього курсу графічної підготовки створює належні умови підготовки сучасного інженерно-технічного фахівця для

різних галузей промисловості [76]. Таким чином, для підготовки якісних графічних матеріалів не можна обмежуватися лише використанням редакторів растрової графіки, а й застосовувати універсальні CAD програми, найпоширенішими з яких у навчальних закладах є КОМПАС-3D компанії Аскон та AutoCAD фірми Autodesk.

Графічний редактор AutoCAD відкриває необмежені можливості по створенню не тільки технічних креслеників та тривимірних моделей об'єктів проектування, але й якісних реалістичних зображень і анімаційних матеріалів. Також важливо відмітити, що програмні продукти Autodesk, які передбачається встановлювати на власні комп'ютери студентів та викладачів з метою самоосвіти і виконання навчальних завдань, можна безкоштовно завантажити з порталу «Освітньої спільноти Autodesk» (Autodesk Education Community).

Студентська навчальна версія програми з безкоштовною ліцензією на 3 роки містить усі функціональні можливості платної версії і створена спеціально для учнів, студентів та викладачів, які мають бажання освоїти одну з найпопулярніших і найпотужніших систем автоматизованого проектування в світі. Основна відмінність від платної версії в тому, що за ліцензійною угодою безкоштовна версія не може використовуватися у комп'ютерних лабораторіях навчальних закладів, а лише встановлюватися на персональному комп'ютері користувача, зареєстрованого у «Освітній спільноті Autodesk». А також під час друку креслеників на аркушах буде надрукований текст «Создано учебной версией продукта Autodesk».

Щоб стати членом цієї спільноти, потрібно зайти на Інтернет-сторінку компанії Autodesk за адресою: autodesk.com, потім перейти на сторінку навчальної спільноти через головне меню Communities – Students & Educators. За допомогою пункту меню Free software перейти до сторінки скачування безкоштовних програмних продуктів для студентів і викладачів. На цій сторінці, обравши з переліку програмних засобів AutoCAD, потрібно натиснути на клавішу create account, щоб відкрилася реєстраційна форма створення аккаунта. Після її заповнення на вашу e-mail адресу буде надіслано листа, в якому розміщене

посилання для активації аккаунта. Після реєстрації, ви маєте змогу зайти на сторінку навчальної спільноти вже під своїм логіном (Autodesk ID) та паролем і скачати інсталяційні файли програми AutoCAD. У формі, як показано на рисунку 2.2, потрібно обрати версію програми, мову, тип операційної системи та спосіб завантаження. Рекомендуємо обрати спосіб завантаження через браузер (рис. 2.3).



Рис. 2.2. Вибір версії програмного продукту

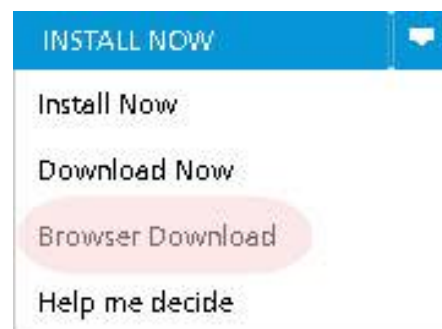


Рис. 2.3. Вибір способу завантаження програми

У процесі установки системи необхідно ввести серійний номер та ключ, який буде вам надісланий на електронну пошту.

Існує багато навчальних посібників, які розкривають секрети майстерності роботи з інженерним графічним редактором AutoCAD. У них детально описано технологію роботи з векторними двовимірними та тривимірними графічними примітивами. Глобальна мережа Internet насичена також навчальними матеріалами, які будуть корисні користувачам і допоможуть вивчити прийоми та методи використання інструментарію даного програмного забезпечення.

Розглянемо палітри інструментів, які дозволять нам створити високоякісні наочні дидактичні матеріали. Для створення зображень презентаційної якості та анімованих відеороликів у системі AutoCAD слугує спеціальна вкладка «Візуалізація» з панелями інструментів (рис. 2.4).

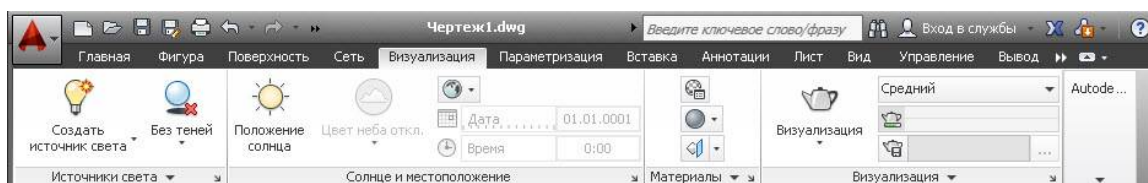


Рис. 2.4. Панель інструментів вкладки Візуалізація

Для її відображення за допомогою перемикача режимів робочого простору, що знаходиться у рядку стану програми, слід змінити робочий простір на 3D-моделювання.

Отримання фотореалістичного зображення в AutoCAD реалізується за допомогою спеціального апарату візуалізації – рендерингу. У результаті створюється плоске зображення тривимірної сцени з урахуванням налаштованого освітлення, використовуваних матеріалів й особливостей навколишнього середовища (рис. 2.5). На зображенні освітленість виходить фізично правильною. Це зображення можна зберегти в будь-якому форматі растрового зображення [131].



Рис. 2.5. Зразок візуалізації 3D-моделі деталі

Процес створення реалістичної візуалізації тривимірних об'єктів можна розділити на такі етапи:

- 1) створення 3D-моделей;
- 2) обрання точки зору та способу представлення моделі (паралельний чи перспективний);
- 3) вибір виду відображення – візуального стилю (як правило, для рендерингу обирають «Реалістичний»);
- 4) встановлення освітлення;
- 5) призначення об'єктам матеріалів і текстур;
- 6) налаштування параметрів рендерингу.

Наведемо деякі рекомендації щодо використання інструментів візуалізації:

- при обранні точок зору можна обмежитися стандартними ізометричними видами;
- щоб не перевантажувати систему, на етапі створення 3D-моделей не слід користуватися «Реалістичним візуальним стилем», а використовувати стилі «Каркас» або «Концептуальний» (рис. 2.6);
- ознайомлення з джерелами освітлення можна розпочати з налаштування «Положення сонця», змінивши основні одиниці освітлення з фотометричних на основні (стандартні) на панелі «Джерела освітлення» (рис. 2.7);
- для призначення об'єктам матеріалів можна скористатися «Бібліотекою Autodesk», яка завантажується при натисканні на клавішу «Оглядач матеріалів» на панелі інструментів;
- для економії часу попередню візуалізацію слід робити на середньому або низькому рівнях, а остаточний варіант виконати з презентаційною якістю і роздільною здатністю 1024×768.

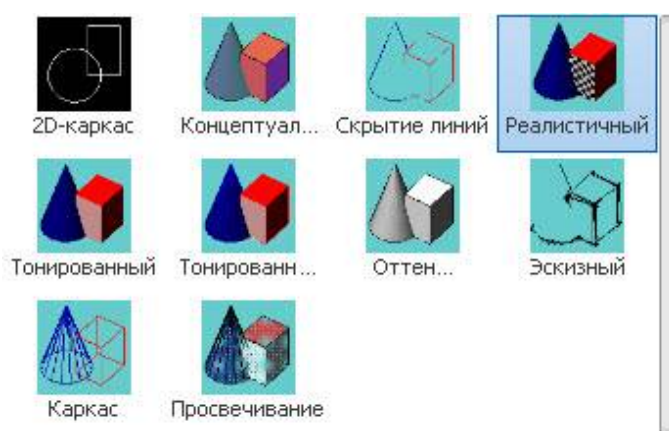


Рис. 2.6. Візуальні стилі

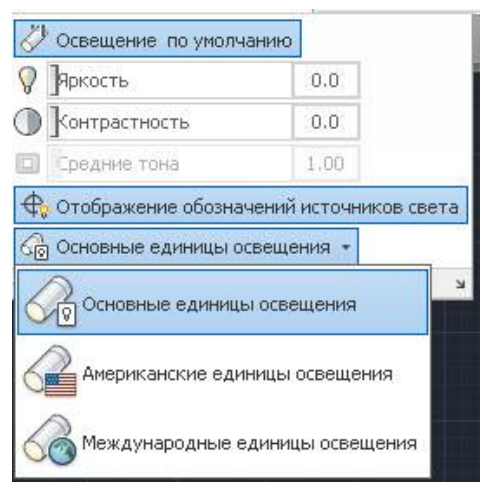


Рис. 2.7. Налаштування основних одиниць освітлення

Додати інтерактивності презентації можна доповненням її змісту анімаційними матеріалами, які допоможуть студентам розв'язати прикладні задачі, краще усвідомити геометричні властивості предметів у просторі та підвищити мотивацію до навчання. Так, наприклад, Г.О. Райковська зазначає, що завдяки зоровому сприйняттю динамічних електронних зображень геометричних, технічних чи будь-яких інших об'єктів у студентів формуються реальні уявлення

про об'єкт, який вивчається [198]. Успіх такого цілісного сприйняття предмета, зокрема його геометричних і технічних властивостей, полягає у об'єднаній роботі різних аналізаторів – рухових, зорових, слухових. Саме завдяки цьому інформаційні технології створення анімаційних зображень надають викладачу принципово нові можливості для ефективної організації та подання навчального матеріалу.

На думку Н. Петрової, анімаційні навчальні матеріали дозволяють студентам оволодіти наочним матеріалом у тому випадку, коли суттєві властивості об'єктів мислення наочно пояснюються викладачем і змушують уяву напружуватися і розвиватися, а не тільки спрощують рішення задач. Автор наголошує на важливості розуміння студентом технології створення моделі об'єкта пізнання, адже при цьому отримуються не тільки уявлення про візуальний образ, а й досвід візуального мислення. Також надається можливість оволодіти цілісною картиною засобів створення і принципів роботи сучасних інформаційних технологій [171].

Таким чином, сучасні інформаційні технології для створення анімаційних зображень геометричних і технічних об'єктів слід розглядати не лише як інструмент створення наочних дидактичних матеріалів, але й як потужний засіб розвитку творчої уяви і мислення. У процесі розробки навчального матеріалу анімаційні тривимірні моделі, в яких об'єкт буде обертатися для уточнення геометричних і технічних властивостей, дозволять надати їм більш пізнавального та інформативного характеру.

Розглянемо методику створення анімаційного ролика тривимірної моделі у середовищі AutoCAD. Спочатку слід завантажити у закладку «Візуалізація» панель інструментів «Анімація». Для цього треба правою клавішею миші натиснути у будь-якому місці вкладки «Візуалізація» й обрати у контекстному меню необхідну панель інструментів (рис. 2.8).

Система дозволяє записати відеофайл, який знятий віртуальною камерою, що рухається по вказаній траєкторії і націлена на задану область. На панелі інструментів оберемо команду «Анімація переміщенням за траєкторією» для виклику діалогового вікна налаштування анімації (рис. 2.9).

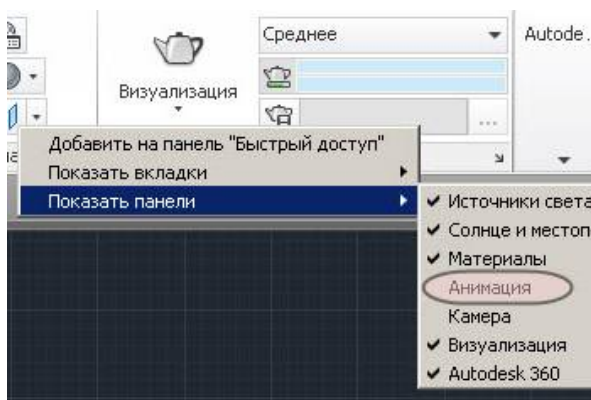


Рис. 2.8. Завантаження панелі інструментів «Анімація»

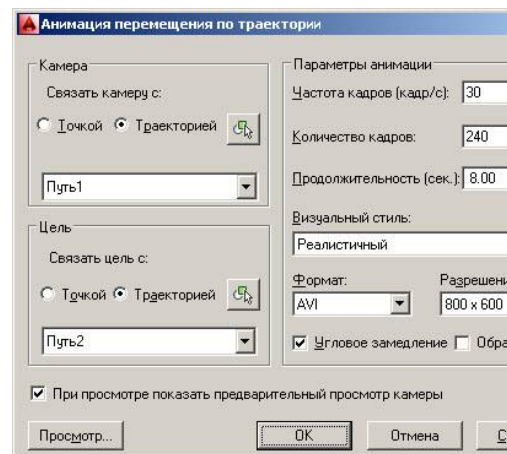


Рис. 2.9. Діалогове вікно налаштування анімації

У цьому вікні можна встановити такі параметри, як:

- тривалість анімації в секундах;
- візуальний стиль та якість анімації;
- формат та роздільну здатність відеофайлу;
- траєкторію руху камери та ціль;
- прямий або зворотний хід камери.

За траєкторію руху камери приймають плоскі або просторові лінії, які попередньо будують. За ціль камери приймають або точку, або траєкторію; найчастіше за траєкторію приймають коло, яке розташовують усередині області анімації.

При натисканні на клавішу «Перегляд» буде відкрито вікно попереднього перегляду анімації. Після натискання на клавішу «Ок» з'явиться діалогове вікно, в якому треба вказати ім'я та місце збереження файла, після чого буде розпочато процес створення анімації.

На нашу думку, наповнення слайдових презентацій зображеннями та анімаційним матеріалом, які створюються за допомогою графічного редактора AutoCAD, є ефективним способом реалізації дидактичного принципу наочності та інтерактивності. Підготовлені за розглянутою технологією засоби навчання дозволять подати навчальний матеріал у більш доступній формі та забезпечать ефективність засвоєння знань з найскладніших тем графічних дисциплін. Звичайно ж, успіх у застосуванні наочних дидактичних матеріалів напряму залежить від

умілого використання його в інтерактивній системі «викладачі – машина – студенти».

Отже, застосування сучасних інформаційні технологій у навчанні інженерно-графічних дисциплін на основі розроблених наочних дидактичних матеріалів сприяє інтенсифікації навчального процесу, глибокому вивченню та систематизації роботи над навчальним матеріалом. Використання потенціалу графічного редактора AutoCAD у графічній підготовці студентів сприятиме підвищенню рівня володіння сучасними інформаційними технологіями та отриманню фахових професійних компетенцій.

За логікою структурування змісту дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» ми вважаємо за потрібне і використання учбової версії системи КОМПАС-3D . Основними компонентами цієї системи є: креслярсько-графічний редактор «Компас-графік», система тривимірного твердотілого моделювання, бібліотеки та модуль проектування специфікацій. КОМПАС-3D призначений для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей та складальних одиниць, що можуть містити як з оригінальні, так і стандартизовані конструктивні елементи. Параметрична технологія дає можливість швидко одержувати моделі типових виробів на основі одноразово спроектованого прототипу. Численні сервісні функції полегшують вирішення допоміжних задач проектування та обслуговування виробництва. Головна особливість системи полягає у тому, що у ній використовується математичне ядро та параметричні технології, розроблені фахівцями компанії «АСКОН» [201].

Легкість засвоєння основ роботи в системі дає можливість використовувати її педагогам у процесі активізації графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків. Ми пропонуємо студентам при виконанні конструкторських завдань в САД системі КОМПАС-3D використовувати розроблену вченим В. Головною методику використання. Для виконання пропонованих студентам завдань кожному із них необхідно прагнути скласти свою унікальну конфігурацію деталі. Під час виконання пропонуємо студентам скористатися методичними вказівками [190].

Студенти, які виконали завдання на репродуктивному рівні, розглядають проблемні ситуації та удосконалюють свої навички роботи в КОМПАС-3D, активно спілкуючись із викладачем на аудиторних заняттях або зі своїми одногрупниками під час виконання самостійної роботи. При розробці тривимірних деталей студенти мають можливість використовувати винахідницький метод, тобто знаходити нові способи побудов чи вдосконалювати вже їм відомі. Звичайно, основна роль відводиться індивідуальним консультаціям за необхідності.

Під час перевірки виконаного завдання викладач акцентує увагу на якість і правильність побудови кресленика, кількість та типи конструктивних елементів, які були використані студентом. Студент, виконуючи таке завдання, активізує свою творчу уяву та просторове мислення; вивчає методи геометричного просторового (тривимірного) моделювання; засвоює роботу з КОМПАС-3D.

Аналіз публікацій, присвячених інтерактивності сучасних інформаційних технологій показує, що до таких відносять дистанційну форму навчання. При цьому під інтерактивністю розуміють: звичайний доступ до сторінки тексту через веб-інтерфейс і отримання з неї певного навчального матеріалу; динамічну взаємодію того, хто навчається, і навчальної системи; як таку, що характеризує модальність відповідей, як функцію, що залежить від змістовності відповіді тих, хто навчається, та від якості забезпечення зворотнього зв'язку [1; 17; 18; 19; 72; 97].

Для системи дистанційного навчання існує також поняття соціальної інтерактивності як індивідуальної спроби змінити або підвищити якість навчальної взаємодії на основі інтерпретації людської мови, створення відчуття комфорту і розвитку практики управління класом.

Крім того, існує думка, що про інтерактивність можна говорити лише тоді, коли дистанційна програма стимулює міжособистісну взаємодію за такими ознаками: терміновість відповіді; право вибору; адаптація; непослідовний доступ до інформації; зворотній зв'язок; двонаправленість спілкування. На динамічній природі інтерактивності акцентують увагу зарубіжні вчені Мерилл, Лі, Джонс, Веллер. Вони висувають вимогу щодо взаємної адаптивності одного до іншого, наприклад, того, хто навчається, і технології навчання.

Усі автори, які визначають поняття інтерактивності для систем дистанційного навчання, приходять до єдиної думки про те, що інтерактивність є однією з життєво важливих характеристик при проектуванні і створенні дистанційних курсів.

Узагальнюючи вищесказане, можемо зазначити, що інтерактивність у системах дистанційного навчання – це спеціально організована педагогічна взаємодія між тими, хто навчається, та навчальними ресурсами або взаємодія між собою. Така педагогічна взаємодія в комп'ютерному розвивальному середовищі дає можливість працювати з навчальними матеріалами і можливість спілкуватися зі всіма учасниками навчального процесу на підставі використання сучасних інформаційних технологій. Вона дозволяє в процесі дистанційного навчання зменшити відчуття ізоляції й анонімності, які часто призводять до незадоволення, неякісного виконання завдань в режимі дистанційного навчання і, навіть, відмови від навчання за дистанційною формою [213].

У нашому дослідженні при розгляді питання організації навчального процесу в системі дистанційного навчання інженерної графіки у ЗВО ми спиралися на дослідження ряду науковців: В. Биков, Д. Бодненко, Н. Домаскіна, Н. Жевакіна, В. Жулкевська, О. Кіріленко, А. Кузьмінський, В. Кухаренко, Н. Муліна, В. Свиридюк, А. Хуторський, Б. Шуневич, Г. Яценко та ін [18; 97; 127; 129].

Учені у своїх дослідженнях підкреслюють зростаючу роль технологій і засобів дистанційного навчання як основного напрямку розвитку інформаційно-комунікаційних технологій в освіті. Зокрема у роботі О. Андрєєва, В. Кухаренка, присвяченій педагогічним аспектам відкритого дистанційного навчання, автори приходять до єдиної думки, що тотальне впровадження комп'ютерних технологій у всі сфери людської діяльності, формування новітніх комунікацій і високоавтоматизованого інформаційного середовища стали не тільки першим кроком до формування інформаційного суспільства, а й початком модернізації освіти. Науковці запевняють, що освітяни усього світу стоять перед глобальною революцією у викладанні та навчанні [4; 5].

Відкрите дистанційне навчання розглядається як ефективний засіб забезпечення неперервності освіти, шлях до її демократизації, гуманізації та варіативності. Причому під відкритістю освіти слід розуміти її характеристику, яка говорить про її демократичність, гнучку систему, змінену парадигму відношень між викладачем та студентом, коли викладач перестає бути постачальником інформації, а стає партнером у навчальному процесі, при цьому студент перетворюється з пасивного накопичувача інформації на активного здобувача знань. За цими принципами може бути організовано навчання в будь-якій формі: очній, заочній чи дистанційній [6].

Установлено, що на сьогодні існує велика кількість визначень поняття «дистанційне навчання». Існує не менше тридцяти термінів-еквівалентів, що з'явилися протягом останніх 15-20 років, наприклад : «електронне навчання (e-learning)», «віртуальне навчання (virtual learning)», «дистанційне навчання/викладання (distance learning/teaching)», «комп'ютерне навчання (computer-based learning)» та інші.

Кухаренко В. дає такі визначення цього поняття: дистанційне навчання – це сукупність інформаційних технологій, які забезпечують надання студентові основного обсягу навчального матеріалу, інтерактивну взаємодію студентів та педагогів у процесі навчання; можливість самостійної роботи для засвоєння матеріалу, оцінку знань і навичок студентів у процесі навчання; дистанційне навчання – це процес набуття знань і вмінь шляхом інформатизації та навчання з використанням усіх технологій, а також інші форми навчання на відстані [7].

У науковій літературі найбільшого поширення набуло визначення цієї категорії, дане О. Хуторським, який розуміє під дистанційним навчанням електронний варіант денного чи заочного навчання, який адаптує традиційні форми занять та паперові засоби навчання в телекомунікаційні. На думку науковця, одне з головних завдань, яке покликане вирішувати дистанційне навчання, є розвиток творчої складової освіти [8].

Вважаємо справедливими висновки І. Блощинського про те, що на сучасному етапі дистанційне навчання можна охарактеризувати як інноваційну форму

навчання, яка має низку особливостей, може застосовуватися у всіх видах освітньої практики, забезпечуючи при цьому розвиток творчої та особистісної складової освітнього процесу. Основу навчального процесу в цих умовах складає контрольована й цілеспрямована інтенсивна самостійна робота студента, який навчається в зручному для себе місці, за індивідуальним графіком з можливістю контакту з викладачем за допомогою різноманітних технічних засобів [9]. Саме в такому значенні ми будемо розглядати дистанційне навчання у своєму дослідженні.

Останнім часом в Україні замість терміну «дистанційне навчання» використовується популярний за кордоном термін електронне навчання. Електронне навчання (e-learning) – це інтерактивне навчання, при якому навчальний матеріал (learning content) доступний у діалоговому режимі (on-line), і яке забезпечує автоматичний зворотній зв'язок з навчальною діяльністю студента [10].

Нами запропонована інноваційна методика навчання дисципліни „Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка” із застосуванням технологій відкритого дистанційного навчання. Дана методика відрізняється від традиційної методики тим, що у ній розпрацьовано комплекс засобів комп'ютерного геометричного моделювання у спеціальній системі управління навчанням, першочерговим завданням якого є візуалізація навчального матеріалу на всіх етапах процесу навчання; передбачено послідовність використання складових частин комплексу засобів комп'ютерної графіки комп'ютерної графіки на кожному етапі вивчення графічних дисциплін, а також навчально-методичне його забезпечення: розроблено навчальну програму з «Нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки» (додаток Б), конспект лекцій (додаток И), робочий зошит (додаток В), методичні вказівки, навчально-методичні посібники (додатки Г, Д, Ж) та дистанційний курс (додаток К).

Створений нами дистанційний курс має декілька груп цілей:

- професійна графічна підготовка студентів під час самостійної роботи та виконання індивідуальних завдань;
- поглиблене вивчення тем дисципліни;

- ліквідація прогалин у знаннях, уміннях, навичках студентів з нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки;
- підготовка студентів до задачі підсумкового контролю.

Мета та завдання дистанційного курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» відповідає Державному стандарту вищої освіти та навчальним програмам з «Нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки», і передбачають:

- оволодіння основними поняттями та методами дослідження геометричних властивостей технічних і природних об'єктів та вмінні застосовувати їх у розв'язанні задач машинобудівного та електротехнічного креслення;
- засвоєння методів документування геометричних властивостей об'єктів за положеннями Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД) у вигляді креслеників та інших конструкторських документів;
- розвиток просторового мислення та навичок конструювання геометричних об'єктів за даними умовами.

Специфіка предметної області диктує свої напрямки розробки даного курсу. Так Т. Гнітецька, проаналізувавши аналоги дистанційних курсів з нарисної геометрії, розроблені як українськими так і закордонними ЗВО, приходять до висновку, що основними складнощами в реалізації таких курсів у навчальному процесі є:

- великі об'єми графічної інформації, які необхідно створювати та працювати з ними;
- необхідність поетапного пояснення навчального матеріалу з покроковим нарощуванням складності зображення;
- складнощі в оцінюванні знань студента, оскільки необхідно оцінювати правильність та якість виконання графічних зображень, представлене у вигляді файлу, причому різних форматів (jpeg, dwg, cdw та інші) [10].

Запропонований нами дистанційний курс побудовано відповідно до програми з «Нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки» усіх форм навчання включає в себе:

- інформаційні матеріали (інформація про дистанційний курс, глосарій з дисципліни, корисні посилання на зовнішні інформаційні ресурси, потижневі графіки навчання, методичні розробки для самостійної роботи студентів, програму вивчення та робочу програму навчальної дисципліни).
- теоретичний матеріал обсягом 12 тем до першого модуля і 8 тем до другого відповідно до робочої програми дисципліни;
- індивідуальні графічні завдання та методичні рекомендації до їх виконання;
- банк тестів з тем курсу для рубіжного та підсумкового контролю роботи студентів;
- мультимедійні навчально-методичні матеріали, які організовані у вигляді єдиного файлу, що дозволяє студентові працювати у діалоговому режимі з різним типом даних (графікою, звуком, відео). Основною особливістю цих мультимедійних матеріалів є можливість покрокового виконання побудов (фактично динамічний розв'язок графічної роботи з елементами анімації), включаючи супроводження кожного кроку теоретичними поясненнями.

Кожна тема, крім теоретичного матеріалу, супроводжується тестами та практичними завданнями.

Дистанційний ресурс, створений у безкоштовній, відкритій (Open Source) системі управління навчання MOODLE (акронім від Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment – модульне об'єктно-орієнтоване динамічне навчальне середовище). Ця платформа враховує різні види взаємодії та забезпечує розробника навчального ресурсу великою кількістю інструментів, які дозволяють створити таке соціальне середовище, в якому студент оволодіває знаннями та трансформує свій професійний та соціальний досвід.

Дистанційний курс, створений у системі Moodle, може надати студентові такі можливості, як:

- доступ до навчальних матеріалів (конспекти лекцій, завдання до практичних/лабораторних та самостійних робіт; додаткові матеріали (книги, довідники, посібники, методичні розробки) та засобів для спілкування і тестування;

- використання засобів для групової роботи;
- перегляд результатів проходження тесту;
- спілкування з викладачем через особисті повідомлення;
- завантаження файлів з виконаними завданнями;
- використання нагадувань про події у курсі.
- Слід зазначити, що робота з дистанційним курсом висуває певні вимоги

до рівня комп'ютерної грамотності слухачів. Вони повинні:

- вміти працювати з файлами та папками на локальному комп'ютері, з електронною поштою та браузером;
- завантажувати файли на сайт і з сайту;
- працювати з прикладними графічними редакторами, передбаченими навчальною програмою.

При розробці курсу нами використані такі можливості платформи Moodle, як:

- розміщення навчальних матеріалів (конспекти лекцій, завдання до практичних/лабораторних та самостійних робіт; додаткові матеріали (книги, довідники, посібники, методичні розробки) у форматах .doc, .pdf, а також відео-презентаційні матеріали;
- додавання різноманітних елементів курсу;
- використання різних типів тестів;
- автоматичне формування тестів;
- автоматизація процесу перевірки знань, звітів щодо проходження студентами курсу та звітів щодо проходження студентами тестів.

У змісті дистанційного курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» використовуються такі інтерактивні елементи системи, як: *Форум*, *Глосарій*, *Лекція*, *Завдання*, *Тест*.

Модуль *Форум* досить ефективно використовується у якості консультації викладача. Наприклад, у цьому ресурсі студенти можуть задати запитання, що стосуються виконання графічних робіт, або викласти свої роботи. Це дозволить іншим студентам побачити, як вони справилися зі своїм завданням, а викладачі, в

свою чергу, можуть акцентувати увагу студентів на типові помилки, які ті допускають при виконанні індивідуальних робіт.

Інструмент *Глосарій* дозволяє учасникам створювати і формувати список визначень на зразок словника. *Глосарій* полегшує студентам процес вивчення, оскільки дозволяє додати коментарі до визначень і автоматично пов'язати термін у курсі з його визначенням в глосарії. Також існує можливість організувати роботу студентів із заповнення глосарію курсу.

Модуль курсу *Лекція* дає можливість підносити навчальний матеріал в цікавій і гнучкій формі. Він складається з набору сторінок. Кожна сторінка може закінчуватися питанням, на яке студент повинен відповісти. Залежно від правильності відповіді, студент переходить на наступну сторінку або повертається на попередню. За бажанням, текст лекції може бути зв'язаний з елементом курсу *Глосарій*.

Завданнями у системі дистанційного навчання Moodle є навчальні об'єкти, які забезпечують взаємодію та зворотний зв'язок викладача та слухача, а також спілкування слухачів між собою. Це найважливіший компонент дистанційного курсу. Він являє собою вказівку на виконання завдання поза межами сайту. Виконане завдання в електронному вигляді завантажується на сервер. Викладач може обмежити обсяг завантаженого файлу, визначити часові обмеження відповідей. Типовими завданнями для дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» є завдання з виконання графічних робіт креслярськими інструментами або у середовищі прикладного графічного редактора.

Тести є основним засобом перевірки знань студентів. Елемент *Тест* дозволяє створювати набори тестових завдань різного типу (завдання можуть включати декілька варіантів відповідей, із вибором вірно/не вірно, з короткою текстовою відповіддю, на відповідність, есе та інше). У запропонованому нами дистанційному курсі реалізовано тести двох типів – для обрання одного або кількох варіантів

відповідей та введенням текстового рядка з відповіддю.

На рисунку 2.10 наведено приклад відображення питання тестового завдання закритого типу з теми «Площина». Питання містить чотири варіанти відповідей, з яких правильною є лише одна.

Окрім зазначених елементів дистанційного курсу платформа MOODLE дозволяє розмістити іншого роду контент дистанційного навчання (Гіперпосилання, Папка, Пояснення, Сторінка, Файл та інше).

Ці ресурси використовуються для наповнення змісту нашого курсу такими навчальними матеріалами, як: інформація про дистанційний курс, корисні посилання на зовнішні інформаційні ресурси, потижневий

графік навчання, методичні розробки для самостійної роботи студентів, робочу програму навчальної дисципліни та мультимедійні навчальні матеріали.

Враховуючи специфіку конструкторської діяльності, виділимо мультимедійні навчальні матеріали як найбільш ефективний елемент дистанційного навчання графічних дисциплін. Вони дозволяють створити особливе середовище, сприяють розвитку образного, просторового та технічного мислення і, що є дуже важливим, підвищують мотивацію студентів до навчання.

Особливо актуальним є використання мультимедійних навчальних матеріалів, коли робочою програмою передбачено виконання графічних завдань засобами прикладних графічних редакторів. Складність такого завдання полягає у тому, що в процесі навчання поряд із засвоєнням знань про методи, способи та правила відображення предметів на площині необхідно оволодіти комп'ютерними технологіями отримання графічних зображень. У таких умовах доцільно представляти навчальний матеріал у вигляді відеоуроків, підготовлених за технологією скринкасту (англ. screencast – цифровий відео- та аудіозапис

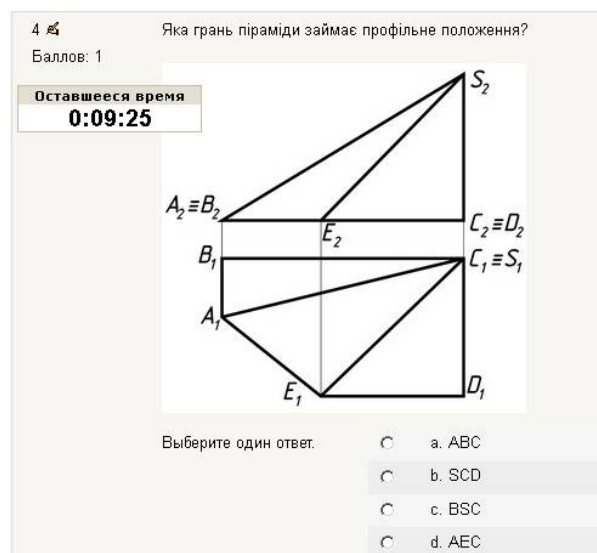


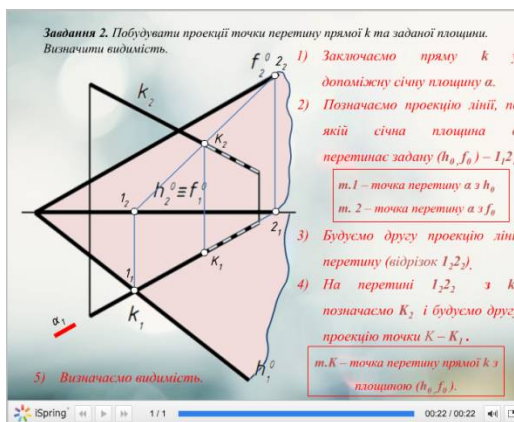
Рис. 2.10. Елемент курсу „Тест”.

безпосередньо з екрана комп'ютера, а також відомий як video screen capture (відеозахват екрана)). Дана технологія дозволяє записувати те, що відбувається на екрані комп'ютера у відеофайл, прокоментований автором з демонстрацією послідовності дій з виконання завдань.

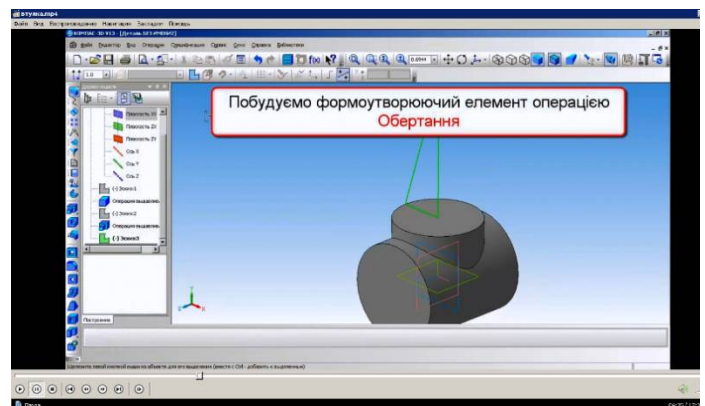
У розробленому нами дистанційному курсі використовуються два види навчально-методичних мультимедійних матеріалів:

- анімаційні дидактичні матеріали, які створені у середовищі Microsoft Power Point і збережені у форматі для флеш-анімації SWF (рис. 2.11, а.);
- відеоуроки, підготовлені за технологією скринкасту (рис. 2.11, б).

Апробація розробленого нами дистанційного курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» проведена викладачами кафедри нарисної геометрії та графіки Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка та студентами першого курсу спеціальностей «Нафтогазова інженерія та технології» та «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» університету. Отримано позитивну оцінку виконаної роботи.



а)



б)

Рис. 2.11 Приклад фрагменту анімаційного дидактичного матеріалу:

а) створеного у середовищі Microsoft Power Point;

б) підготовленого за технологією скринкасту

Підсумовуючи, маємо сказати, що саме представленим дослідженням ми прагнули розкрити конкретно методичний рівень (організаційно-методичний компонент) концепції розроблення методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Ефективність розробленої методики може показати експериментальна її перевірка у практичній діяльності з інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків. Ці аспекти дослідження буде представлено у наступному розділі.

Висновки до другого розділу

Матеріал другого розділу дисертації спрямовано на вирішення наступного завдання дослідження: розроблення і теоретичне обґрунтування концепції графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання та удосконалення методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Базуючись на понятті дидактичної концепції як системи поглядів на процес навчання, що виражає напрями, пріоритети і технології розвитку його як об'єкту управління на довготривалу перспективу, нами було обґрунтовано три рівні концепції розроблення методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання у сучасних ЗВО: загальнодидактичний, загальнометодичний та предметнометодичний.

Загальнодидактичний рівень концепції складають теорії освіти і навчання на сучасному етапі її розвитку, парадигмальні підходи до організації професійного навчання, відповідні до них дидактичні принципи, принципи виробничого навчання та принципи особистісно орієнтованого розвитку.

Загальнометодичний рівень розроблення концепції включає: визначення конкретних цілей навчання інженерної графіки, його значення як складової частини професійної підготовки майбутніх інженерів-механіків; визначення змісту навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання; обґрунтування найбільш раціональних форм, методів, засобів, технологій навчання, що забезпечать належне засвоєння студентами знань, умінь і навичок як основи формування професійних компетенцій; забезпечення надійного та гнучкого підходу до оцінки навчальних досягнень.

Предметнометодичний рівень концепції включає: цілі навчання дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»; дидактичні принципи структурування змісту інженерно-графічних дисциплін, у тому числі дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»; інтерактивний стиль навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання; критерії,

показники та рівні інженерно-графічної підготовки студентів як результату навчання інженерно-графічних дисциплін.

Теоретичний пласт нашого дослідження дозволяє сформулювати такі напрями та принципи структурування курсу навчання інженерної графіки: професіоналізація змісту навчання; виділення складових у змісті навчання; запровадження у навчальний процес модульної системи; проблемно-тематичний підхід; використання інваріанта структурної моделі науки.

Такий підхід послужив переосмисленню традиційної ідеології у викладанні інженерно-графічних дисциплін, аналізу і перегляду не тільки їх змістовного наповнення, а й вибору форм, методів, засобів, технологій їх навчання. Доведено, що максимально ефективним способом оволодіння змістом інженерно-графічних дисциплін є інтерактивний стиль навчання майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання. Методичною доказовою основою послужило розроблення та впровадження в практику таких форм, методів навчання та пізнавальної діяльності, як проблемна лекція, проблемно-орієнтована дискусія, мозкова атака, рефлексивний полілог, імітаційна діяльність, робота в проект-групах, метод проектів тощо.

У системі «викладач – комп'ютер – студент» дисертантом обґрунтовано методичну доцільність: використання полілогу при визначенні особливості методики створення тривимірної моделі складальної одиниці, яка полягає в тому, що вона реалізується у середовищі сучасної CAD/CAM системі Autodesk Fusion 360 і передбачає створення реалістичних зображень засобами 3D-візуалізації; проектної діяльності при впровадженні програмного продукту AutoCAD, КОМПАС-3D; методика навчання дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» з використанням технологій відкритого дистанційного навчання.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

3.1. Організація й методика проведення експериментального дослідження

У даному розділі дисертації основну увагу спрямовано на дослідження результативності впровадження у процес інженерно-графічної підготовки методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання. Методика розроблена на основі обґрунтованої автором дисертації концепції, що включає загальнодидактичний, методичний та предметно-дидактичний рівні.

Щоб забезпечити їх вплив на якість навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання нами було створено на базі експериментальних ЗВО творчі групи педагогів та спрямовано їх діяльність як науково-методичну. Вона здійснювалася відповідно до розробленої та затвердженої програми (додаток Б).

У рамках виконання програми зусиллями педагогів та роботодавців (реалізація експертної оцінки навчальних досягнень студентів) було здійснено корегування навчальних планів, навчальних програм професійно орієнтованих інженерно-графічних дисциплін, кваліфікаційної характеристики досліджуваних професій в контексті впровадження методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання в експериментальних ЗВО.

Активізація інноваційного стилю діяльності суб'єктів навчального процесу в експериментальних ЗВО стала можливою в результаті проведення постійно діючого науково-методичного семінару, участі педагогів та студентів у заходах науково-практичного характеру: круглі столи, конкурси, конференції регіонального, всеукраїнського та міжнародного рівня. Показником такої

діяльності є розроблений комплекс навчально-методичного забезпечення. (додатки Б, В, Г, Д, Е, Ж, И).

Впровадження у навчальний процес інтерактивного стилю навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання як базисного підходу щодо вивчення інженерно-графічних дисциплін було здійснено на основі розроблених нами методичних рекомендацій (додатки Г, Д, Е, Ж). Більшою мірою такий підхід впроваджувався на рівні окремих занять, що відповідно відображено у комплексі методичних напрацювань автора дисертації та колективу викладачів творчих груп. Практичний результат – навчально-методичне забезпечення інженерно-графічних дисциплін.

На етапі реалізації методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання наше завдання полягало у визначенні їх ефективності відповідно до обґрунтованих критеріїв та рівнів такої підготовки [151; 230].

Для цього використовувалися традиційні методи педагогічних досліджень: аналіз стану навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання (для машинобудівної галузі в Україні), спостереження, опитування, моделювання, метод експертних оцінок, метод статистичної обробки даних.

Логіка розділу передбачає опис організації й методики проведення експериментального дослідження, аналізу статистичних результатів експерименту.

Експериментальне дослідження проводилося на базі (додаток А):

- факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки та робототехніки Житомирського державного технологічного університету;
- факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України;
- факультету початкової, технологічної та професійної освіти Донбаського державного педагогічного університету;
- факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти Бердянського державного педагогічного університету;

- Полтавського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти імені М. В. Остроградського;
- інженерно-технологічного факультету Полтавської державної аграрної академії;
- Навчально-наукового інституту інформаційних технологій і механотроніки Полтавського національного технічного університету іменю Юрія Кондратюка.

Нами був застосований метод спостереження, який дав можливість дослідити умови, в яких проходить експеримент, визначити зміст теоретичного і практичного навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання, встановити причинно-наслідкові зв'язки між окремими чинниками успішності досліджуваного процесу. Проводився кількісний і якісний аналіз зібраної інформації, фіксувалися безпосередні й опосередковані дані, показники.

Наукова цінність одержаних даних повною мірою залежала від чіткості й доступності сформульованих питань щодо досліджуваної ознаки, а також визначення критеріїв їх оцінювання.

Для забезпечення об'єктивності спостереження ми дотримувалися наперед передбачених вимог: експеримент проводився в умовах ЗВО, у яких здійснюється професійна підготовка інженерів-механіків машинобудівного профілю та викладачів інженерно-графічних дисциплін; вибірка складалася зі студентів, які оволодівають професіями інженера-механіка та викладача інженерно-графічних дисциплін; всі групи знаходились в однакових умовах; застосовувалася експертна оцінка залежності ефективності навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання в залежності від оновлення змісту, форм, методів організації навчання студентів, оцінювання їх навчальних досягнень, засобів комплексного навчально-методичного забезпечення, модернізації матеріально-технічної бази. За основу експертної оцінки були взяті критерії відбору і структурування змісту теоретичного і практичного навчання, критерії оцінювання результатів навчання на основі використання комплексного навчально-методичного забезпечення з інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків,

високотехнологічного обладнання, пристроїв, сучасних інформаційних технологій, матеріалів на формування та перевірку якості підготовки інженерно-графічних фахівців.

Таким чином, у роботі з перевірки гіпотези дослідження брало участь 479 осіб, з них: 448 студентів, 21 викладач інженерно-графічних дисциплін, 4 наукових експерти, 6 випускників ЗВО, що отримали диплом інженера-механіка та мають досвід працевлаштування.

Оскільки наше дослідження спрямоване на розробку методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання, воно передбачає аналітичний підхід до вибірки, під час якої групи повинні бути максимально ідентичні. З практики соціологічних досліджень відомо, що звичайно обґрунтований обсяг вибіркової сукупності складає від 300 до 2000 одиниць спостереження, тому визначену нами вибірку вважаємо репрезентативною.

Використання історичного методу дало можливість проаналізувати етапи становлення та розвитку систем геометричного комп'ютерного моделювання, особливості інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків на сучасному етапі розвитку вищої школи, вітчизняний досвід навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Для отримання якісних результатів дослідження ми використовували метод експертних оцінок, який ґрунтується на залученні до експертизи компетентних фахівців і залежить від правильної організації опитування експертів. Цей метод використовувався для визначення ефективності навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання. Для проведення експертизи було створено програму, що включає такі етапи: розробку документації, що підлягає експертній оцінці; вибір найбільш раціонального методу експертної оцінки; визначення кількісного і якісного складу експертів; розробку організаційних форм проведення експертизи.

Також нами було проаналізовано структуру змісту навчання інженерної графіки майбутніми інженерами-механіками засобами комп'ютерного моделювання у

сучасних ЗВО, здійснено перевірку відповідності змісту навчання сучасним вимогам інженерної діяльності машинобудівної галузі.

Критеріями відбору складових структури інженерно-графічної професійної діяльності інженера-механіка є: види професійної діяльності; частини виробничого процесу (основний та допоміжний виробничий процеси); аспекти виробничої діяльності (техніко-технологічний, організаційний, економічний, умови праці, екологічний, особистісний); категорії умов праці (нормальні та шкідливі); структурні елементи професійної діяльності (предмети праці, засоби праці, зміст професійної діяльності, машинне перетворення предметів праці, природні процеси перетворення); типи предметів праці (технічні предмети та матеріали); типи засобів праці (засоби впливу на предмет, засоби контролю, засоби охорони праці); види робіт (за ступенем складності); етапи виконання робіт (підготовчо-заключні роботи, допоміжні роботи, основні, контроль технічного процесу, роботи із перетворення предметів праці).

У структурі професійної підготовки майбутніх інженерів-механіків нами були виділені такі компоненти: мотиви професійної підготовки; володіння професійними знаннями; професійно-практичні (компетенційні) уміння; інформаційно-комунікативна активність; рефлексивно-ціннісна позиція.

Саме ці компоненти було покладено нами в основу визначення критеріїв та показників навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання (табл.3.1):

Таблиця 3.1

Критерії та показники навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання

Назва критерію	Показники
1	2
<i>Мотиваційний</i>	Комплекс стійких мотивів до роботи в сфері машинобудування в контексті інженерно-графічної діяльності, сформованість інтересу до навчання інженерно-графічних дисциплін, усвідомлену потребу в оволодінні відповідними знаннями, вміннями і професійно важливими інженерно-графічними компетенціями.

1	2
<i>Діяльнісний</i>	Виражає готовність майбутнього інженера-механіка до виконання інженерно-графічної діяльності в структурі посадових обов'язків, які складаються зі способів і прийомів проектування, конструювання, моделювання об'єкта, таким чином, реалізуючи професійно значимі інженерно-графічні знання, вміння та навички в практичній діяльності, активну позицію студента в навчальному процесі
<i>Когнітивний</i>	Відображає рівень оволодіння майбутніми інженерами-механіками сукупністю науково-теоретичних знань в області інженерної та комп'ютерної графіки, практичними вміннями використання систем КОМПАС-3D, AutoCAD, Fusion 360 при виконанні задач професійно орієнтованого характеру
<i>Інформаційно-комунікативний</i>	Передбачає володіння професійними інформаційно-комунікаційними технологіями, термінологією, яка використовується в інженерно-графічній області професійної діяльності, вибором оптимальних засобів комп'ютерного моделювання в різних ситуаціях, вмінням узгоджувати свої професійно значимі дії з діями партнерів по діяльності
<i>Рефлексивно-ціннісний</i>	Виражає готовність до самооцінки своїх навчальних досягнень, їх чинників, розкриває систему орієнтирів, які проявляються у майбутнього інженера-механіка в процесі переживання ним різних навчальних і професійно визначених ситуацій в галузі машинобудування

У ході роботи на констатувальному етапі експерименту, що проводився під науковим керівництвом та при безпосередній участі дисертанта, брали участь 21 педагогічний працівник тих навчальних закладів, де здійснювалася експериментальна робота. Кількість учасників експериментальної роботи та навчальні заклади, які були охоплені експериментальним навчанням за методикою навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання, наведено у таблиці 3.2.

В експериментальному дослідженні було виділено два етапи: перший пов'язаний з формуванням та аналізом даних з визначення рівня розвитку інженерно-графічних знань, умінь та навичок у студентів контрольної групи, які

навчаються в традиційних умовах, а другий – в експериментальній групі студентів, інженерно-графічна підготовка яких здійснюється з урахування обґрунтованої методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання. Вірогідність висновків про досліджувані результати досягалася структурою вибірки досліджуваних одиниць сукупності та оптимальним їх об'ємом.

Таблиця 3.2

Кількість учасників експериментальної роботи на констатувальному етапі експерименту

Роки	Навчальний заклад	Види груп	Загальна к-сть осіб
2016-2018	Національний університет біоресурсів і природокористування України	ЕГ	56
		КГ	57
2016-2018	Житомирський державний технологічний університет	ЕГ	51
		КГ	51
2015-2018	ДВНЗ Донбаський державний педагогічний університет	ЕГ	22
		КГ	21
2016-2018	Бердянський державний педагогічний університет	ЕГ	29
		КГ	27
2015-2018	Полтавського національнійо технічний університет імені Юрія Кондратюка	ЕГ	67
		КГ	67
Загальна кількість студентів ЗВО охоплених експериментом			448

У дослідженні ми використовували методи педагогічних досліджень, зокрема: аналіз навчальної документації, вивчення першоджерел, вивчення досвіду, опитування, анкетування, бесіди, спостереження та методи математичного аналізу отриманих кількісних показників та їх статистичних перевірок.

Найбільш доступним і розповсюдженим методом вивчення та аналізу педагогічної практики є спостереження.

Для забезпечення об'єктивності спостереження ми дотримувалися таких вимог [87]:

- чітке формулювання мети спостереження. Від того, наскільки чітко і зрозуміло буде поставлена мета, залежить простота реєстрації результатів та можливість зробити достовірні висновки;
- спостереження проводилося за заздалегідь розробленою програмою;
- чітко визначені ознаки дослідження. Наукова цінність одержаних даних повною мірою залежить від того, наскільки чітко і зрозуміло сформульовані питання про досліджувану ознаку та чи зрозуміло визначені критерії їх оцінки;
- діяльність студентів спостерігалася в умовах виконання типових професійно орієнтованих інженерно-графічних робіт.

З метою забезпечення вірогідності експериментальних даних застосовано метод письмового та усного опитування, при якому оцінки реєструються зі слів респондентів. За допомогою письмового опитування ми мали можливість зареєструвати та простежити, як студенти ставляться до тієї чи іншої навчальної ситуації, як вони реагують на те чи інше питання, завдання. На усне опитування затрачалося менше часу. Разом з тим під час опитування мали місце окремі недоліки, а саме: деякі студенти давали такі відповіді, які, на їхню думку, хотів би отримати опитувач, тобто вони розуміли якийсь підтекст із самого запитання та додаткових запитань, із виразу обличчя опитуваного.

На першому етапі нашого дослідження (2015-2018) було здійснено вивчення та аналіз навчальних планів і методичних документів за спеціальностями: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка; Галузеве машинобудування; Середня освіта (Трудове навчання та технології).

Крім того, були проведені спостереження за навчальним процесом за вищеназваними спеціальностями у:

- Житомирському державному технологічному університеті;
- Національному університеті біоресурсів і природокористування України;
- Донбаському державному педагогічному університеті;

- Бердянському державному педагогічному університеті;
- Полтавській державній аграрній академії;
- Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка.

Вивчалися умови організації навчання майбутніх інженерів-механіків та викладачів інженерно-графічних дисциплін, зв'язки між змістом навчання та змістом фактичної професійної діяльності фахівців; соціальне партнерство кожного навчального закладу з установами (фірмами), з якими укладені угоди про співпрацю, умови їхньої співпраці; технології навчання інженерно-графічних дисциплін, за якими здійснюється навчальний процес у ЗВО. Проводився збір інформації, що характеризує кількісний та якісний аналіз інженерно-графічних знань, умінь та навичок студентів, типових труднощів, з якими вони зустрічаються під час теоретичного та практичного навчання, виконання самостійної роботи. Багато уваги приділялося реєстрації безпосередніх і опосередкованих даних та їх якісному аналізу, розробці критеріїв для кількісної оцінки явищ, що вивчались.

Завершився цей етап формуванням робочої гіпотези дослідження. На основі результатів констатувального експерименту нами було запропоновано і впроваджено методику навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання, розроблену на основі обґрунтованої концепції. Остання включає загальнодидактичний рівень (теорії навчання, парадигмальні підходи до професійного навчання, принципи навчання), методичний рівень (змістовно-цільовий компонент, організаційно-методичний компонент, оцінно-результативний), предметнометодичний (дидактичні принципи структурування змісту навчання інженерної графіки, розроблено робочу навчальну програму дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»; інтерактивний стиль навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання, який включає комплекс систем комп'ютерного моделювання; вперше обґрунтовано впровадження програмного продукту Fusion 360).

Відповідно це дало можливість перевірити її ефективність та внести уточнення в процес дослідження проблеми навчання інженерної графіки майбутніх

інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання, в розроблення навчально-методичного забезпечення інженерно-графічних дисциплін, в практику інженерно-графічної підготовки студентів.

Формувальний експеримент (2015-2018 рр.) складався із трьох етапів. На першому етапі було розроблено робочі програми з навчальних предметів, критерії оцінювання рівнів навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання, визначення обсягу і змісту практичних і контрольних робіт.

На другому етапі нами було проведено апробацію обгрунтованої методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання, розроблену на основі обгрунтованої концепції в комплексі з розробленими навчальними, методичними та дидактичними матеріалами з метою доведення або спростування ефективності їх застосування. У зв'язку з цим проводилися методичні семінари, круглі столи, навчально-виробничі наради, на яких обговорювалися і коригувалися умови та хід експериментальної роботи, надавалися консультації викладачам та іншим учасникам, задіяним у ході експерименту.

В експерименті брали участь студенти різних ЗВО, тому ми акцентували увагу на однорідності співставляюваних груп. Це і дозволило нам досягнути головної мети нашого дослідження – отримання вірогідної інформації. На цьому етапі основна увага приділялася теоретичній і практичній підготовці студентів із виконанням професійно-орієнтованих завдань, спрямованих на самовизначення і самореалізацію. З метою посилення зв'язків між теоретичними знаннями і практичними вміннями та професійним розвитком особистості нами застосовувався інтегративний підхід у навчальному процесі.

Під час організації інтерактивного стилю навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання (додатки Е, К) значна увага приділялася методиці дистанційного навчання, професійно орієнтованому та особистісному розвитку знань, умінь, навичок майбутніх

інженерів-механіків машинобудівної галузі, розвитку та усвідомленню і реалізації власного потенціалу.

На третьому етапі ми узагальнювали дослідницькі результати, застосовували методи математичного аналізу, обробляли зібрану інформацію та кількісні показники.

На всіх етапах формувального експерименту здійснювався педагогічний моніторинг, який передбачав систематичне спостереження за інтерактивним стилем діяльності «педагог – студент», «педагог – студент – студент», «педагог – комп'ютер – студент» «педагог – комп'ютер – студент – студент» у процесі інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання з метою отримання необхідної інформації для швидкого реагування та усунення недоліків процесу дослідження.

3.2. Статистичний аналіз результатів експерименту за критеріями та рівнями навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Студенти, які були охоплені експериментом, навчалися у різних ЗВО. Контингент контрольних та експериментальних груп підбрано так, щоб вік, стать, кількість й термін навчання були максимально однакові.

У ході проведення експериментальної роботи нам потрібно було визначити, які знання, вміння та навички має сучасний інженер-механік машинобудівної галузі з метою подальшого вдосконалення методики навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання. Для цього було проведено дослідження змісту роботи практикуючих фахівців (шляхом фотографування робочих процесів) і вимог професійних стандартів інженерно-графічної підготовки. Методика проведення цих спостережень та обробки даних нами була запозичена у літературі з наукової організації праці, нормування виробничих процесів та витрат робочого часу [87; 165].

Виявлення професійних інженерно-графічних компетенцій студентів, які формуються в курсі інженерної та комп'ютерної графіки, і обґрунтування їх

сукупності було проведено на основі аналізу наукових праць в галузі методології вищої технічної освіти, навчальних планів і робочих програм блоку інженерно-графічних дисциплін, Державних освітніх стандартів з машинобудівних спеціальностей, а також експертних оцінок фахівців машинобудівного виробництва. Сукупність професійних інженерно-графічних компетенцій, що формуються в курсі комп'ютерної графіки, представлена наступними дефініціями:

- студент готовий здійснювати комп'ютерне моделювання і варіативну модернізацію машинобудівних деталей;
- студент готовий моделювати складальні вузли машинобудівних виробів;
- студент готовий розробляти асоціативні кресленики моделей деталей;
- студент готовий створювати і використовувати електронну версію конструкторської документації до моделей складальних вузлів.

Це дозволило нам виокремити типові знання, вміння та навички, які визначають їх рівень кваліфікації. До цих знань та вмінь було віднесено:

знання:

- термінології та понять з геометричного та проєкційного креслення;
- основних геометричних побудов, що використовуються для виконання креслеників; загальних правил виконання і оформлення креслеників, встановлених стандартами, чинними в Україні;
- методів побудови проєкційних зображень і властивостей прямокутних проєкцій основних геометричних елементів (точки, прямої, площини і поверхні), потрібних як для виконання, так і для читання креслеників;
- правил виконання зображень (виглядів, розрізів, перерізів) відповідно до державних стандартів; правил нанесення розмірів на креслениках;
- основних методів побудови проєкційних креслеників і наочних (аксонометричних) зображень;
- ролі і місця креслення в техніці і науково-технічному прогресі;
- сучасної техніки автоматизованого проєктування;

- основ роботи в сучасних програмних продуктах, що використовуються при автоматизованому проектуванні (КОМПАС-3D, AutoCAD та Fusion 360);
- видів забезпечення систем автоматизованого проектування;
- про класифікацію САПР, їх функції та характеристики; основи роботи в системі тривимірного моделювання;
- типи тривимірних моделей; основи тривимірного моделювання; основні операції зі створення геометричних елементів моделей;
- основи побудови креслеників;
- основні принципи створення тривимірних моделей складальних одиниць; основи роботи зі спеціальними бібліотеками системи КОМПАС-3D, Fusion 360.

уміння:

- виконувати кресленики предмета в системі трьох проекцій і прямокутній ізометрії;
- будувати і читати кресленики, тобто уявляти за плоским проекційним зображенням просторові образи предметів, їх розміри і розміщення, відображати просторові форми предметів на площині;
- виконувати ескіз нескладної технічної деталі;
- чітко уявляти геометричну форму відомих геометричних тіл або реальних предметів для виконання навчального завдання – побудови кресленика будь-якого предмета і читання кресленика будь-якого предмета;
- створювати тривимірні моделі та складальних одиниць деталей у системі КОМПАС-3D, Fusion 360;
- використовувати спеціальні бібліотеки при побудові тривимірних моделей деталей;
- створювати кресленики деталей на основі їх тривимірних моделей; виконувати розрізи, перерізи тощо;
- оформляти кресленики згідно з вимогами ЄСКД ДСТУ, ДСТУ ISO; створювати тривимірні складання вузлів;

- формувати складальні кресленики на основі тривимірних моделей складальних одиниць; працювати зі специфікаціями;

- створювати комплекти конструкторської документації;

навички:

- правильних і раціональних прийомів роботи креслярських інструментів та засобів комп'ютерного геометричного моделювання;

- побудови наочних реалістичних зображень в аксонометричних проекціях засобами комп'ютерного геометричного моделювання;

- конструювання геометричних об'єктів за даними умовами у середовищі сучасної САД системи (КОМПАС-3D, AutoCAD та Fusion 360);

- володіння термінологією, що прийнята в інженерній графіці.

Враховуючи, що спрямованість нашого дослідження пов'язана з інженерно-графічною підготовкою інженерів-механіків, нами у ході експериментальної роботи використовувалися критерії, які характеризують рівень засвоєння студентами головних, найбільш значних знань, умінь та навичок, які визначають кваліфікаційний рівень у цій сфері діяльності та його конкурентоспроможність на ринку праці.

Опис цих показників, способи їх виміру, використані критерії оцінки та усереднені результати, які отримані у ході експерименту, представлені у табл. 3.3.

Саме ці знання, вміння та навички передбачені кваліфікаційною характеристикою підготовки майбутніх інженерів-механіків. Узагальнені результати навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання за визначеними показниками, що формують знання та вміння наведені у табл. 3.4.

Ці дані було зібрано шляхом узагальнення результатів контролю (контрольні завдання, тести, захист індивідуальних графічних робіт) студентів експериментальних та контрольних груп за весь період експериментального дослідження.

Як свідчать результати дослідження, рівень знань, умінь та навичок студентів, які навчалися в експериментальній групі, в середньому підвищився на 22-24% порівняно зі студентами контрольних груп (рис. 3.1, 3.2).

Показники навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання та результати експерименту

Показники, використані в ході експерименту	Способи вимірювання	Використані критерії оцінки	Усереднені показники %	
			КГ	ЕГ
1	2	3	4	5
термінологія та поняття з геометричного та проєкційного креслення; основи геометричних побудов, що використовуються для виконання креслеників; загальних правил виконання і оформлення креслеників, встановлених стандартами, чинними в Україні	Контрольні завдання	Виконання завдання за нормативний час	49	72
методи побудови проєкційних зображень і властивостей прямокутних проєкцій основних геометричних елементів (точки, прямої, площини і поверхні), потрібних як для виконання, так і для читання креслеників	Тести	Виконання тесту за нормативний час	51	81
правила виконання зображень (видів, розрізів, перерізів) відповідно до державних стандартів	Тести	Виконання тесту за нормативний час	45	63
правила нанесення розмірів на креслениках; основні методи побудови проєкційних креслеників і наочних (аксонометричних) зображень	Контрольні завдання	Виконання завдання за нормативний час	36	61

1	2	3	4	5
роль і місце креслення в техніці і науково-технічному прогресі сучасної техніки автоматизованого проектування	Тести	Виконання тесту за нормативний час	47	65
основи роботи в сучасних програмних продуктах, що використовуються при автоматизованому проектуванні; види забезпечення систем автоматизованого проектування	Лабораторна робота	Виконання завдання за нормативний час	53	72
знання про класифікацію САПР, їх функції та характеристики; основи роботи в системі тривимірного моделювання	Тести	Виконання тесту за нормативний час	63	76
типи тривимірних моделей; основи тривимірного моделювання; основні операції зі створення геометричних елементів моделей; основи побудови креслеників	Контрольні завдання	Виконання завдання за нормативний час	45	64
основні принципи створення тривимірних моделей складальних одиниць; основи роботи зі спеціальними бібліотеками системи КОМПАС-3D, Fusion 360	Тести	Виконання тесту за нормативний час	61	84
будувати і читати кресленики, тобто уявляти за плоским проєкційним зображенням просторові образи предметів, їх розміри і розміщення, відображати просторові форми предметів на площині	Лабораторна робота	Виконання завдання за нормативний час	44	72

1	2	3	4	5
виконувати кресленики предмета в системі трьох проєкцій і прямокутній ізометрії; виконувати ескіз нескладної технічної деталі;	Лабораторна робота	Виконання завдання за нормативний час	53	81
чітко уявляти геометричну форму відомих геометричних тіл або реальних предметів для виконання навчального завдання – побудови кресленика будь-якого предмета і читання кресленика будь-якого предмета	Контрольні завдання	Виконання тесту за нормативний час	43	75
створювати тривимірні моделі деталей у системі КОМПАС-3D, Fusion 360; використовувати спеціальні бібліотеки при побудові тривимірних моделей деталей	Лабораторна робота	Виконання завдання за нормативний час	57	83
створювати кресленики деталей на основі їх тривимірних моделей; виконувати розрізи, перерізи тощо; оформляти кресленики згідно з вимогами ЄСКД ДСТУ, ДСТУ ISO; створювати тривимірні складання вузлів	Лабораторна робота	Виконання завдання за нормативний час	56	67
формувати складальні кресленики на основі тривимірних моделей складальних одиниць; працювати зі специфікаціями;	Лабораторна робота	Виконання завдання за нормативний час	76	91
створювати комплекти конструкторської документації	Лабораторна робота	Виконання завдання за нормативний час	55	81
Всього			52, 13	74,25

Узагальнені результати навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання за визначеними показниками, що формують знання та вміння

Узагальнені показники результатів контрольних завдань і тестів										
Рівні навчальних досягнень студентів	Групи	2015 – 2018 р.р.								
		К.з. №1	К.з. №2	К.з. №3	К.з. №4	К.з. №5	Тест №1	Тест №2	Тест №3	Всього
низький	Е	60	58	52	62	66	65	68	66	497
	К	115	118	108	95	109	117	101	121	884
середній	Е	44	40	52	55	45	47	46	38	367
	К	57	58	48	58	57	68	67	70	483
високий	Е	121	127	121	108	114	113	111	121	936
	К	51	47	67	70	57	38	55	32	417
Узагальнені показники результатів захисту індивідуальних графічних робіт										
Рівні навчальних досягнень студентів	Групи	2015 – 2018 р.р.								
		ГР №1	ГР №2	ГР №3	ГР №4	ГР №5	ГР №6	ГР №7	ГР №8	Всього
низький	Е	38	65	53	78	55	48	53	42	432
	К	98	121	101	95	99	110	108	92	824
середній	Е	40	53	55	38	53	56	33	48	376
	К	78	77	53	55	80	69	66	62	540
високий	Е	147	107	117	109	117	121	139	135	992
	К	47	25	69	73	44	44	49	69	420

Узагальнені результати успішності навчання студентів за 2015-2018 навчальні роки з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», які наведені у таблицях 3.5-3.14, свідчать про ефективність запропонованої методики навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання в експериментальних навчальних закладах, де успішність студентів за результатами підсумкового контролю в експериментальних групах підвищилася на 22-24 %.

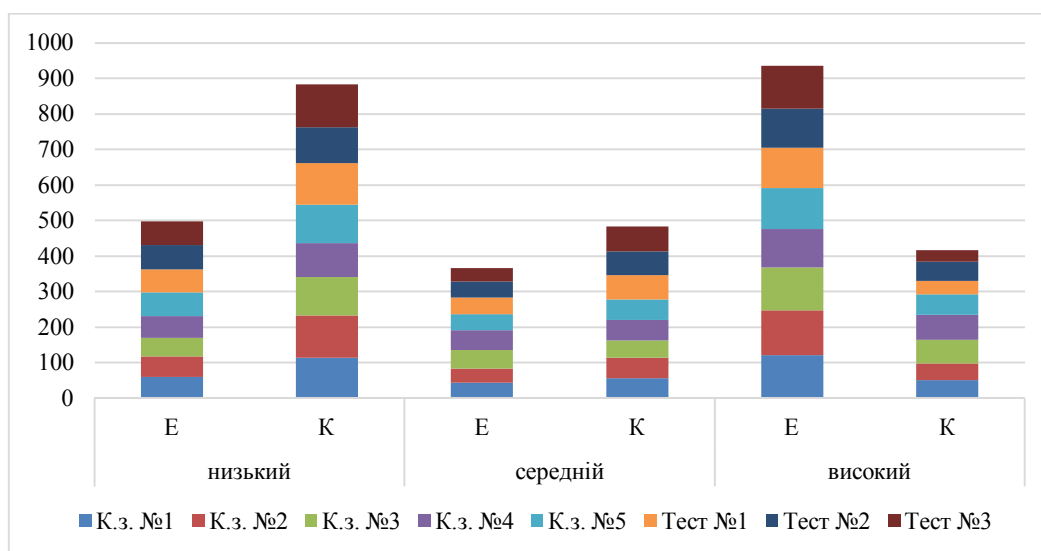


Рис. 3.1. Діаграма узагальнених показників результатів виконання контрольних завдань і тестів

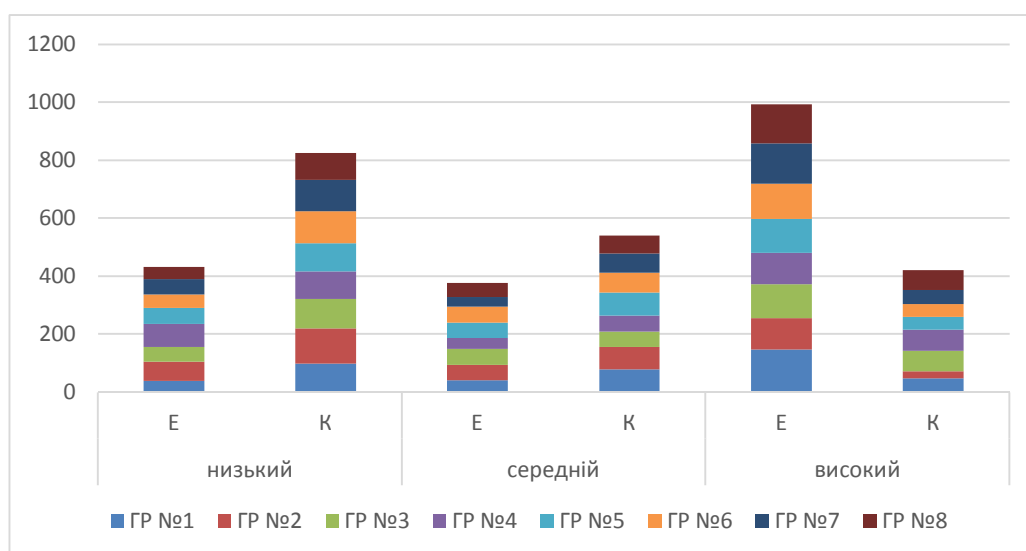


Рис 3.2. Діаграма узагальнених показників результатів захисту індивідуальних графічних робіт

Таблиця 3.5

Рівень навчальних досягнень за результатами підсумкового контролю у Національному університеті біоресурсів і природокористування України

Групи	Рівень навчальних досягнень						Якісний показник успішності, %
	низький		середній		високий		
	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	
ЕГ	16	28,57	8	14,29	32	57,14	71,43
КГ	29	51,79	16	28,57	12	21,05	49,12
$\Delta_{(ЕГ-КГ)}$							22,31

Таблиця 3.6

Рівень навчальних досягнень за результатами захисту індивідуальних графічних робіт у Національному університеті біоресурсів і природокористування України

Групи	Рівень навчальних досягнень						Якісний показник успішності, %
	низький		середній		високий		
	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	
ЕГ	13	23,21	7	12,50	36	64,29	76,79
КГ	26	46,43	18	32,14	13	22,81	54,39
$\Delta_{(ЕГ-КГ)}$							22,40

Таблиця 3.7

Рівень навчальних досягнень за результатами підсумкового контролю у Житомирському державному технологічному університеті

Групи	Рівень навчальних досягнень						Якісний показник успішності, %
	низький		середній		високий		
	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	
ЕГ	15	29,41	12	23,53	24	47,06	70,59
КГ	26	50,98	13	25,49	12	23,53	49,02
$\Delta_{(ЕГ-КГ)}$							21,57

Таблиця 3.8

Рівень навчальних досягнень за результатами захисту індивідуальних графічних робіт у Житомирському державному технологічному університеті

Групи	Рівень навчальних досягнень						Якісний показник успішності, %
	низький		середній		високий		
	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	
ЕГ	13	23	12	21	26	51	74,51
КГ	24	43	15	27	12	24	52,94
$\Delta_{(ЕГ-КГ)}$							21,57

Таблиця 3.09

Рівень навчальних досягнень за результатами підсумкового контролю у Донбаському державному педагогічному університеті

Групи	Рівень навчальних досягнень						Якісний показник успішності, %
	низький		середній		високий		
	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	
ЕГ	7	13	4	7	11	50	68,18
КГ	11	20	5	9	5	24	47,62
$\Delta_{(ЕГ-КГ)}$							20,56

Таблиця 3.10

Рівень навчальних досягнень за результатами захисту індивідуальних графічних робіт у Донбаському державному педагогічному університеті

Групи	Рівень навчальних досягнень						Якісний показник успішності, %
	низький		середній		високий		
	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	
ЕГ	5	8,93	5	8,93	12	54,55	77,27
КГ	10	17,86	6	10,71	5	23,81	52,38
$\Delta_{(ЕГ-КГ)}$							24,89

Таблиця 3.11

Рівень навчальних досягнень за результатами підсумкового контролю у Бердянському державному педагогічному університеті

Групи	Рівень навчальних досягнень						Якісний показник успішності, %
	низький		середній		високий		
	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	
ЕГ	8	14,29	6	10,71	15	51,72	72,41
КГ	14	25,00	7	12,50	6	22,22	48,15
$\Delta_{(ЕГ-КГ)}$							24,27

Таблиця 3.12

Рівень навчальних досягнень за результатами захисту індивідуальних графічних робіт у Бердянському державному педагогічному університеті

Групи	Рівень навчальних досягнень						Якісний показник успішності, %
	низький		середній		високий		
	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	
ЕГ	7	12,50	6	10,71	16	55,17	75,86
КГ	13	23,21	8	14,29	6	22,22	51,85
$\Delta_{(ЕГ-КГ)}$							24,01

Таблиця 3.13

Рівень навчальних досягнень за результатами підсумкового контролю у Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка

Групи	Рівень навчальних досягнень						Якісний показник успішності, %
	низький		середній		високий		
	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	
ЕГ	18	32,14	14	25,00	35	52,24	73,13
КГ	33	58,93	19	33,93	15	22,39	50,75
$\Delta_{(ЕГ-КГ)}$							22,39

Рівень навчальних досягнень за результатами захисту індивідуальних графічних робіт у Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка

Групи	Рівень навчальних досягнень						Якісний показник успішності, %
	низький		середній		високий		
	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	К-ть студ.	%	
ЕГ	16	28,57	17	30,36	34	50,75	76,12
КГ	31	55,36	20	35,71	16	23,88	53,73
$\Delta_{(ЕГ-КГ)}$							22,39

Для якісного оцінювання результатів вихідного тестування на визначення рівня сформованості інженерно-графічних знань і вмінь нами були використано (як вищезазначено) п'ять критеріїв (мотиваційний, діяльнісний, когнітивний, інформаційно-комунікативний, рефлексивно-ціннісний) і визначено три рівні інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання: низький, середній і високий (таблиці 3.15).

Рівні професійної інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків ми оцінювали і за тестовими завданнями, що складені відповідно до визначених критеріїв (мотиваційний, діяльнісний, когнітивний, інформаційно-комунікативний, рефлексивно-ціннісний), відповідно до теорії В.П. Безпалька [13; 14], ввівши обов'язковим нормативний коефіцієнт засвоєння знань, який враховує: рівень засвоєння знань, складність виконання, якість виконання завдань. Наприклад: 0,9 – 1,0 – рівень високий; 0,8 – 0,9 – рівень достатній; 0,7 – 0,8 – рівень середній (табл. 3.16).

На думку В.П. Безпалька, тестування повинно бути виміром якості засвоєння знань, умінь і навичок. Порівняння правил виконання завдань з еталоном відповіді дозволяє визначити коефіцієнт засвоєння знань (K).

Кількісне значення рівня якості знань отримували за формулою:

$$K = \frac{П}{З}, \quad (3.1)$$

де $П$ – кількість правильних відповідей;

$З$ – загальна кількість завдань, запропонованих в тестах.

**Критерії та рівні інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків
засобами комп'ютерного моделювання**

Кри- терій	Рівні інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання		
	Низький	Середній	Високий
1	2	3	4
мотиваційний	Перевага зовнішньої мотивації. Вибіркове сприйняття інженерно-графічної діяльності	Наявність пізнавальної мотивації, мотивів до роботи в сфері інженерної і комп'ютерної графіки	Комплекс стійких мотивів до роботи в сфері інженерної графіки, сформованість інтересу до навчання інженерно-графічних дисциплін, усвідомлену потребу в оволодінні відповідними знаннями, вміннями і професійно орієнтованими компетенціями
діяльнісний	Репродуктивний рівень самостійної діяльності, наявність знань з нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки та первинних навичок практичної діяльності	Наявність умінь і навичок самостійної діяльності, які складаються з окремих способів і прийомів конструювання, проектування, моделювання, з використанням програмних продуктів та реалізації навичок інженерно-практичної діяльності	Наявність умінь організувати свою самостійну роботу з елементами творчої діяльності. Виражає готовність майбутнього інженера-механіка до виконання завдань близьких до посадових обов'язків, які складаються зі способів і прийомів інженерної та комп'ютерної графіки при виконанні професійно орієнтованих завдань, ефективної реалізації навичок інженерно-практичної діяльності, таким чином реалізуючи професійно орієнтовані знання, вміння та навички в практичній діяльності, активну позицію студента в навчальному процесі
когнітивний	Наявність окремих, безсистемних знань основ інженерно-графічної діяльності з використанням комп'ютерного моделювання	Наявність знань в області інженерно-графічної діяльності з використанням комп'ютерного моделювання з ситуативно обумовленим прагненням до їх практичного використання	Відображення рівня оволодіння майбутнім інженером-механіком сукупністю науково-теоретичних знань в області інженерно-графічної діяльності з використанням комп'ютерного моделювання та здатність до їх практичного використання відповідно до типу навчальних і професійно орієнтованих завдань

1	2	3	4
інформаційно-комунікативний	Володіє окремими професійними інформаційно-комунікаційними технологіями, термінологією, що використовується в інженерно-графічній діяльності	Володіє професійними інформаційно-комунікаційними технологіями на репродуктивному рівні, термінологією, що використовується в інженерно-графічній діяльності, вибором оптимальних стилів спілкування в різних ситуаціях. Прагнення узгоджувати свої навчальні дії з діями інших учасників діяльності	Передбачає активний творчий рівень володіння професійними інформаційно-комунікаційними технологіями, термінологією, що використовується в інженерно-графічній діяльності, вибором оптимальних стилів спілкування в різних ситуаціях, умінням узгоджувати свої навчальні та професійно орієнтовані професійні дії з діями інших учасників діяльності
рефлексивно-ціннісний	Несистематичний прояв самооцінки своїх навчальних досягнень, випадковий вибір чинників та орієнтирів в процесі переживання ним ситуації навчання інженерно-графічних дисциплін	Прояв пізнавальної активності, здатності до самооцінки своїх навчальних досягнень, усвідомлення своїх досягнень при вивченні інженерно-графічних дисциплін, часткове прагнення до побудови своєї перспективи щодо інженерно-графічної професійної підготовки	Демонстрування рівня пізнавальної і творчої активності, розкриття системи самооцінки своїх навчальних досягнень та формування перспектив як майбутнього інженера-механіка, чіткий самоконтроль за дієвістю факторів успіху при вивченні інженерно-графічних дисциплін

Таблиця 3.16

Рівні засвоєння знань

Коефіцієнт засвоєння знань	Рівні засвоєння знань
$0,7 < K \text{ засвоєння} < 0,8$	низький
$0,8 < K \text{ засвоєння} < 0,9$	середній
$0,9 < K \text{ засвоєння} < 1,0$	високий

За результатами експерименту було визначено коефіцієнт якості професійних знань в експериментальних та контрольних групах, тобто відносну вагу високих та середніх показників із загальної маси (табл. 3.17).

Коефіцієнт якості знань студентів за результатами тестування

Рівні професійної підготовки	Контрольна група		Експериментальна група	
	Кількість	%	Кількість	%
Низький	98	43,9	34	15,1
Середній	53	23,8	68	30,2
Високий	72	32,3	123	54,7
Кількість студентів	223	100	225	100
Коефіцієнт якості	0,75		0,98	

Коефіцієнт якості знань студентів з навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання за результатами тестування становив: у контрольних групах кількість студентів із низьким рівнем навчання 43,9%, а в експериментальних – 15,1% студентів, з середнім рівнем – 23,8% студентів у контрольних групах і в експериментальних – 30,2% студентів. Якість знань студентів на високому рівні навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання у контрольній групах становить – 32,3%, а в експериментальній групах – 54,7%. За результатами підрахунків коефіцієнт якості інженерно-графічних знань студентів у контрольних групах становив 0,75, а в експериментальних групах 0,98. Це вказувало на те, що групи, задіяні в експерименті з впровадженням методики навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання, за рівнем якості знань мали показники на 23% вищій, ніж у контрольних групах.

Більш наочно розподіл студентів контрольних й експериментальних груп за критеріями та рівнями інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків подано на рисунках 3.3, 3.4, а результати наведені у таблицях 3.18, 3.19.

Під час порівняльного аналізу результатів експериментальних та контрольних груп було встановлено, що результати експериментальної групи

значно відрізняються від контрольної практично за всіма критеріями та показниками інженерно-графічної підготовки.

Таблиця 3.18

Критеріальний розподіл студентів за критеріями інженерно-графічної підготовки

Критерії	Групи	Кількість студентів	Рівні професійної підготовки					
			низький		середній		високий	
			чол.	%	чол.	%	чол.	%
Мотиваційний	КГ	223	47	21,1	27	12,1	149	66,8
	ЕГ	225	31	13,8	36	16,0	158	70,2
Діяльнісний	КГ	223	42	18,8	34	15,2	147	65,9
	ЕГ	225	23	10,2	41	18,2	161	71,6
Когнітивний	КГ	223	98	43,9	57	25,6	68	30,5
	ЕГ	225	55	24,4	81	36,0	89	39,6
Інформаційно-комунікативний	КГ	223	41	18,4	31	13,9	151	67,7
	ЕГ	225	21	9,3	42	18,7	162	72,0
Рефлексивно-ціннісний	КГ	223	38	17,0	34	15,2	151	67,7
	ЕГ	225	14	6,2	45	20,0	166	73,8

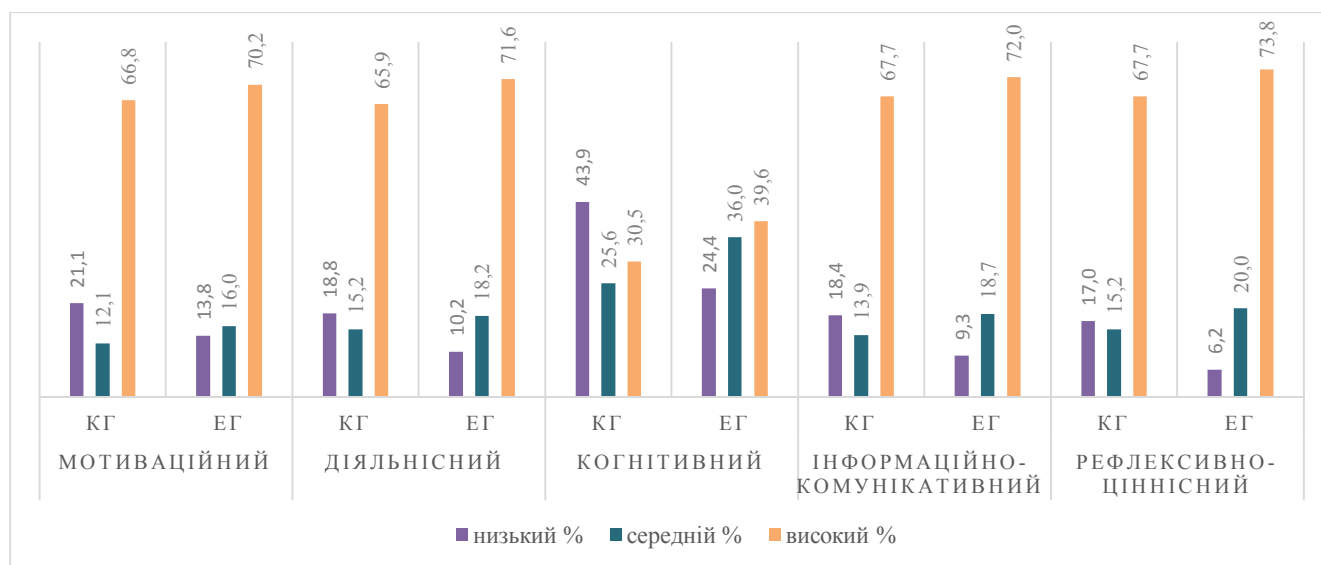


Рис. 3.3. Діаграма розподілу студентів за рівнями інженерно-графічної підготовки

Експериментальні дані, наведені у таблиці 3.19 відображають фактично всезагальну непідготовленість студентів до майбутньої інженерно-графічної виробничої діяльності на констатувальному етапі експерименту. Це пояснюється тим, що не тільки когнітивний і діяльнісний критерії, а й мотиваційний, інформаційно-комунікативний, рефлексивно-ціннісний характеризуються не загальними, а суто предметно та професійно обумовленими показниками. 2% вказує на середній рівень, який демонструють ті студенти, які мали можливість певним чином долучитися до професійно орієнтованих знань, умінь у процесі профільного навчання.

Таблиця 3.19

Розподіл студентів за рівнями інженерно-графічної підготовки (%)

Рівні \ Етапи	Констатувальний		Формувальний			Різниця відсоткових чисел	
	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	$\Delta_{(ЕГ-КГ)}$	$\Delta_{(КГ-КГ)}$	$\Delta_{(ЕГ-ЕГ)}$
Низький	98	100	46,7	21,1	25,6	51,3	78,9
Середній	2	0	26,2	36,6	10,4	24,2	36,6
Високий	0	0	27,1	42,3	15,2	27,1	42,3

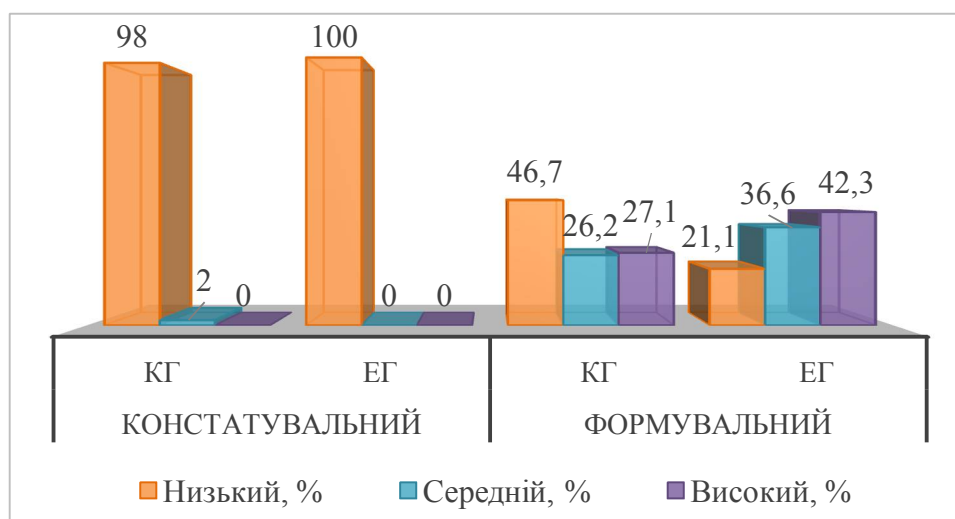


Рисунок 3.4. Діаграма розподілу студентів за рівнями інженерно-графічної підготовки

Природно, що в результаті спеціально організованої інженерно-графічної підготовки відбулися позитивні зміни і в контрольних і в експериментальних групах. Однак, статистичні показники динаміки змін в ЕГ ($\Delta_{(ЕГ-ЕГ)}$) значно

перевищують статистичні показники в КГ ($\Delta_{\text{КГ-КГ}}$). При цьому зауважимо, що при традиційному підході до професійної підготовки студентів високого рівня (27,1%) досягає майже така сама кількість студентів, як середнього рівня (26,2%), і досить значний відсоток (46,7%) студентів продовжує відображати низький рівень підготовки. Мова йде про тих студентів, які загалом не готові до трудової діяльності, до активного навчання, демонструють байдужість до самовдосконалення. У навчальному процесі вони не відвідують заняття, виконують навчальні теоретичні і практичні завдання під зовнішнім примусом, прагнуть до пасивного споглядання, невпевнені у своєму майбутньому. Тому всі отримані знання, уміння, навички у таких студентів носять ситуативний, нестійкий характер.

Що ж до студентів ЕГ, то вони демонструють значне активне прагнення до оволодіння змістом інженерно-графічних дисциплін як основ інженерно-графічної професійної діяльності, постійно намагаються реалізувати свої здобутки у практичній діяльності, досить впевнено прогнозують свій трудовий шлях, і це виражається у досягненні високого (42,3%) і середнього (36,6%) рівнів. Причому переконуємося, що високий приваляює. Особливим досягненням ми вважаємо той факт, що суттєво знижується відсотковий показник низького рівня.

Для більшої наочності динаміка розрізень, зафіксованих у ході експерименту, тут і далі, поряд з табличними даними, подана у вигляді діаграм.

Знання з основних геометричних побудов, що використовуються для виконання креслеників; загальних правил виконання і оформлення креслеників, встановлених стандартами, чинними в Україні, у студентів контрольних груп порівняно з експериментальними суттєво відрізнялися (табл. 3.20): високий рівень у контрольних групах складав – 25 %, а низький – 45 %, в той час, як в експериментальних – навпаки: низький рівень складав – 6 %, а високий – 70 %. Наочне зображення отриманих даних подано на рисунку 3.5.

Знання методів побудови проєкційних зображень і властивостей прямокутних проєкцій основних геометричних елементів (точки, прямої, площини і поверхні), потрібних як для виконання, так і для читання креслеників студенти контрольних груп продемонстрували за такими результатами (табл. 3.21): на

низькому рівні 18 %, середньому – 38 %, високому – 44 %. Результати експериментальної групи суттєво відрізнялися на високому рівні і низькому – відповідно 67 % і 17 %. На середньому рівні різниця отриманих результатів в експериментальній групі була майже вдвічі меншою, порівняно з результатами контрольної групи. Наочне зображення результатів оцінювання відтворено на рисунку 3.6.

Таблиця 3.20

Знання з основних геометричних побудов, що використовуються для виконання креслеників; загальних правил виконання і оформлення креслеників, встановлених стандартами, чинними в Україні

Навчальні заклади	Рівень	Групи, %	
		КГ	ЕГ
1. Житомирський державний технологічний університет; 2. Національний університет біоресурсів і природокористування України; 3. ДВНЗ Донбаський державний педагогічний університет; 4. Бердянський державний педагогічний університет; 5. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка	Низький	45	6
	Середній	30	24
	Високий	25	70

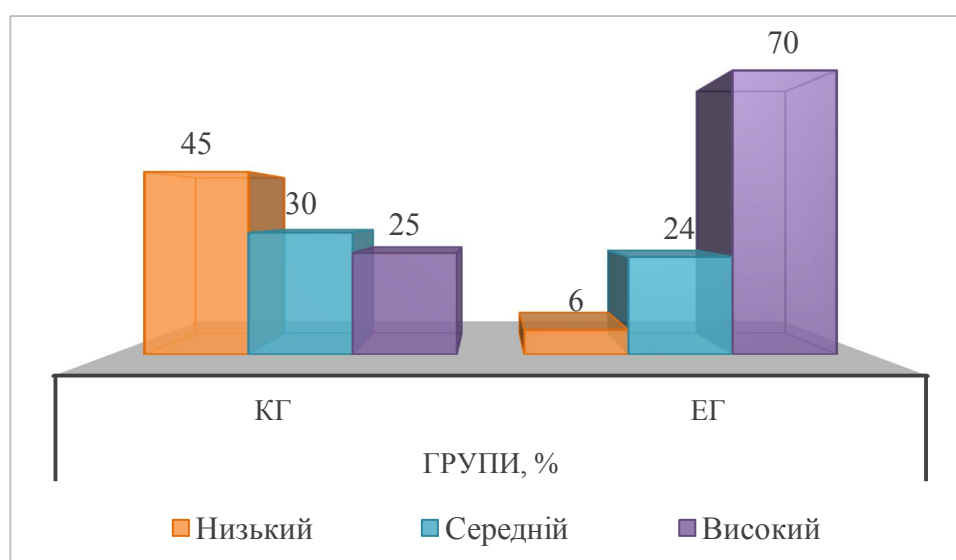


Рис. 3.5 Знання з основних геометричних побудов, що використовуються для виконання креслеників; загальних правил виконання і оформлення креслеників, встановлених стандартами, чинними в Україні, у студентів контрольних груп порівняно з експериментальними

Знання методів побудови проєкційних зображень і властивостей прямокутних проєкцій основних геометричних елементів (точки, прямої, площини і поверхні), потрібних як для виконання, так і для читання креслеників

Навчальні заклади	Рівень	Групи, %	
		КГ	ЕГ
1. Житомирський державний технологічний університет;	Низький	18	17
2. Національний університет біоресурсів і природокористування України;	Середній	38	17
3. ДВНЗ Донбаський державний педагогічний університет;	Високий	44	67
4. Бердянський державний педагогічний університет;			
5. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка			

Рівень знань правил виконання зображень (виглядів, розрізів, перерізів) відповідно до державних стандартів; правил нанесення розмірів на креслениках; основних методів побудови проєкційних креслеників і наочних (аксонометричних) зображень показали студенти контрольних груп на високому рівні – низький – 25 %, і традиційно на низькому – високий – 45 %, а на середньому рівні цей показник складав 30 % (табл. 3.22). В експериментальних групах низький показник складав 3 %, середній – 18 %, високий – 79 %. Наочне зображення отриманих даних подано на рисунку 3.7.

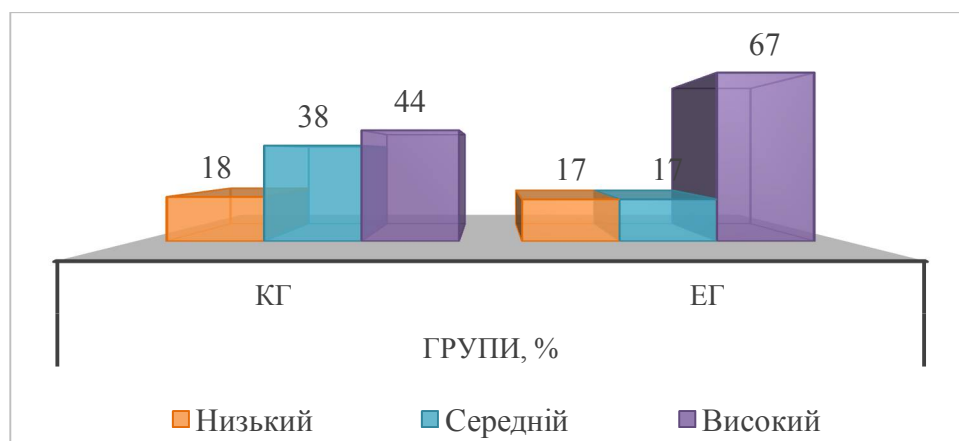


Рис. 3.6 Знання методів побудови проєкційних зображень і властивостей прямокутних проєкцій основних геометричних елементів (точки, прямої, площини і поверхні), потрібних як для виконання, так і для читання креслеників у студентів контрольних груп порівняно з експериментальними

Результати оцінки знань основ роботи в сучасних програмних продуктах, що використовуються при автоматизованому проектуванні; видів забезпечення систем автоматизованого проектування в контрольних групах були наступними (табл. 3.23): низький – 60 %, середній – 25 %, високий – 15 %. В експериментальних групах рівень знань студентів був майже стовідсотково високий: низький склав 0 %, середній – 20 %, високий – 80 %. Наочне зображення отриманих даних подано на рисунку 3.8.

Таблиця 3.22

Знання правил виконання зображень (виглядів, розрізів, перерізів) відповідно до державних стандартів; правил нанесення розмірів на креслениках; основних методів побудови проєкційних креслеників і наочних (аксонометричних) зображень

Навчальні заклади	Рівень	Групи, %	
		КГ	ЕГ
1. Житомирський державний технологічний університет;	Низький	45	3
2. Національний університет біоресурсів і природокористування України;			
3. ДВНЗ Донбаський державний педагогічний університет;	Середній	30	18
4. Бердянський державний педагогічний університет;			
5. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка	Високий	25	79

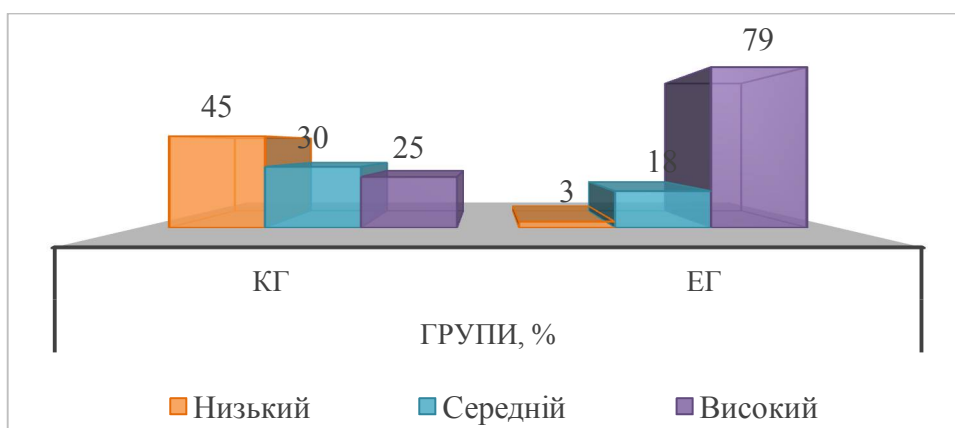


Рис. 3.7 Знання правил виконання зображень (виглядів, розрізів, перерізів) відповідно до державних стандартів; правил нанесення розмірів на креслениках; основних методів побудови проєкційних креслеників і наочних (аксонометричних) зображень у студентів контрольних груп порівняно з експериментальними

Знання основ роботи в сучасних програмних продуктах, що використовуються при автоматизованому проектуванні; видів забезпечення систем автоматизованого проектування

Навчальні заклади	Рівень	Групи, %	
		КГ	ЕГ
1. Житомирський державний технологічний університет;	Низький	60	0
2. Національний університет біоресурсів і природокористування України;			
3. ДВНЗ Донбаський державний педагогічний університет;	Середній	25	20
4. Бердянський державний педагогічний університет;			
5. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка	Високий	15	80

Вміння будувати і читати кресленики, тобто уявляти за плоским проекційним зображенням просторові образи предметів, їх розміри і розміщення, відобразити просторові форми предметів на площині студенти контрольних груп показали наступні результати (табл. 3.24): низький рівень – 45 %, середній – 35 %, високий – 20 %. Експериментальні групи показали високі результати за даним показником: низький – 0 %, середній – 15 %, високий – 85 %. Порівняно з контрольними групами – це суттєва різниця (рис. 3.9).

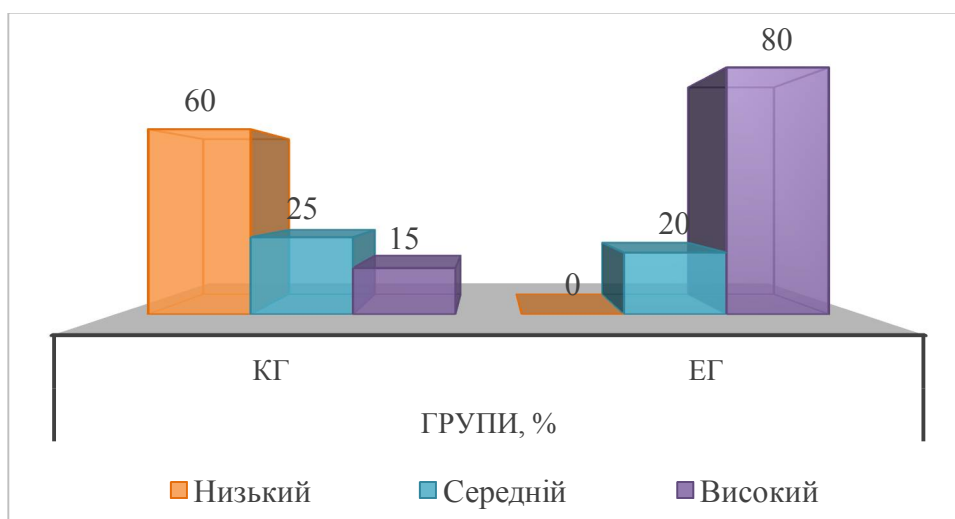


Рис. 3.8 Знання основ роботи в сучасних програмних продуктах, що використовуються при автоматизованому проектуванні; видів забезпечення систем автоматизованого проектування у студентів контрольних груп порівняно з експериментальними

Таблиця 3.24

Вміння будувати і читати кресленики, тобто уявляти за плоским проєкційним зображенням просторові образи предметів, їх розміри і розміщення, відобразити просторові форми предметів на площині

Навчальні заклади	Рівень	Групи, %	
		КГ	ЕГ
1. Житомирський державний технологічний університет;	Низький	45	0
2. Національний університет біоресурсів і природокористування України;			
3. ДВНЗ Донбаський державний педагогічний університет;	Середній	35	15
4. Бердянський державний педагогічний університет;			
5. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка	Високий	20	85

Результати проведеного оцінювання за показником вміння чітко уявляти геометричну форму відомих геометричних тіл або реальних предметів для виконання навчального завдання – побудови кресленика будь-якого предмета і читання кресленика будь-якого предмета на середньому рівні в контрольних групах був майже втричі вищим, ніж в експериментальних групах і складав 55 %, високий рівень складав всього 15 %, а низький – 30 % (табл. 3.25). В експериментальних групах високий рівень засвоєння вміння складав – 78 %, а низький і середній відповідно: 2 % і 20 % (рис. 3.10).

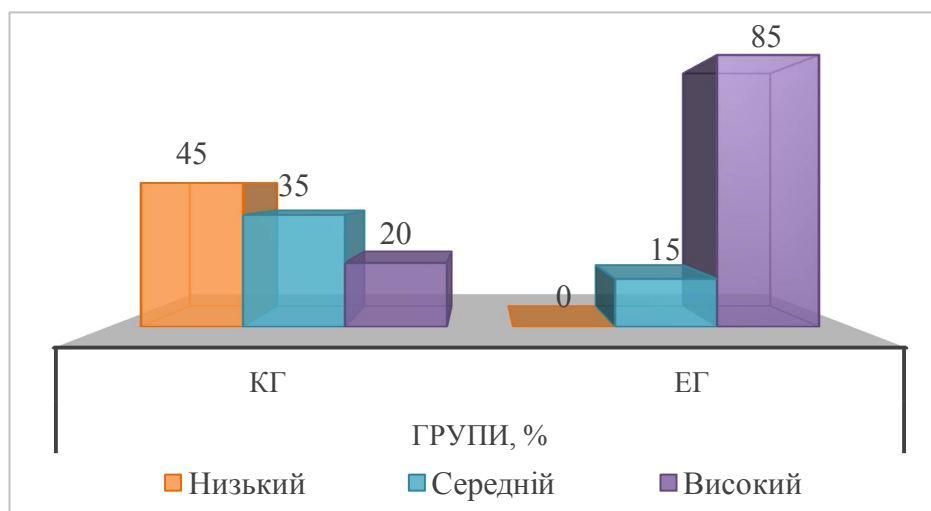


Рис. 3.9 Вміння будувати і читати кресленики, тобто уявляти за плоским проєкційним зображенням просторові образи предметів, їх розміри і розміщення, відобразити просторові форми предметів на площині у студентів контрольних груп порівняно з експериментальними

Таблиця 3.25

Вміння чітко уявляти геометричну форму відомих геометричних тіл або реальних предметів для виконання навчального завдання – побудови кресленника будь-якого предмета і читання кресленника будь-якого предмета

Навчальні заклади	Рівень	Групи, %	
		КГ	ЕГ
1. Житомирський державний технологічний університет;	Низький	30	2
2. Національний університет біоресурсів і природокористування України;			
3. ДВНЗ Донбаський державний педагогічний університет;	Середній	55	20
4. Бердянський державний педагогічний університет;	Високий	15	78
5. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка			

Вміння створювати тривимірні моделі деталей у системі КОМПАС-3D, Fusion 360; використовувати спеціальні бібліотеки при побудові тривимірних моделей деталей студенти контрольних груп показали наступні результати (табл. 3.26): низький – 60 %, середній – 36 %, високий – 4 %. За даним показником результати експериментальних груп мали наступні результати: низький рівень склав 2 %, середній – 18 %, а високий – 80 %. Наочне зображення отриманих даних подано на рисунку 3.11.

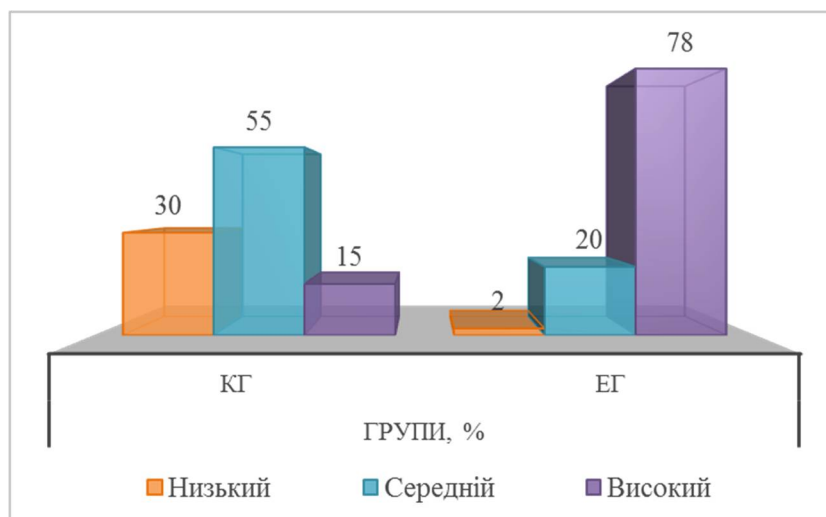


Рис. 3.10 Вміння чітко уявляти геометричну форму відомих геометричних тіл або реальних предметів для виконання навчального завдання – побудови кресленника будь-якого предмета і читання кресленника будь-якого предмета у студентів контрольних груп порівняно з експериментальними

**Вміння створювати тривимірні моделі деталей у системі КОМПАС-3D,
Fusion 360; використовувати спеціальні бібліотеки при побудові тривимірних
моделей деталей**

Навчальні заклади	Рівень	Групи, %	
		КГ	ЕГ
1. Житомирський державний технологічний університет; 2. Національний університет біоресурсів і природокористування України; 3. ДВНЗ Донбаський державний педагогічний університет; 4. Бердянський державний педагогічний університет; 5. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка	Низький	60	2
	Середній	36	18
	Високий	4	80

Вміння формувати складальні кресленики на основі тривимірних моделей складальних одиниць та працювати зі специфікаціями студенти експериментальних груп на високому рівні показали 96 %, а на середньому – 4 % табл. 3.27. Порівняно з контрольними групами – це суттєва різниця (рис. 3.12). Це пояснюється тим, що студенти експериментальних груп працювали в нових умовах і з сучасним обладнанням, що спонукало їх до професійного пізнання і реалізації набутих знань. Результати в цих групах були наступними: низький – 32 %, середній – 22 %, високий – 46 %.

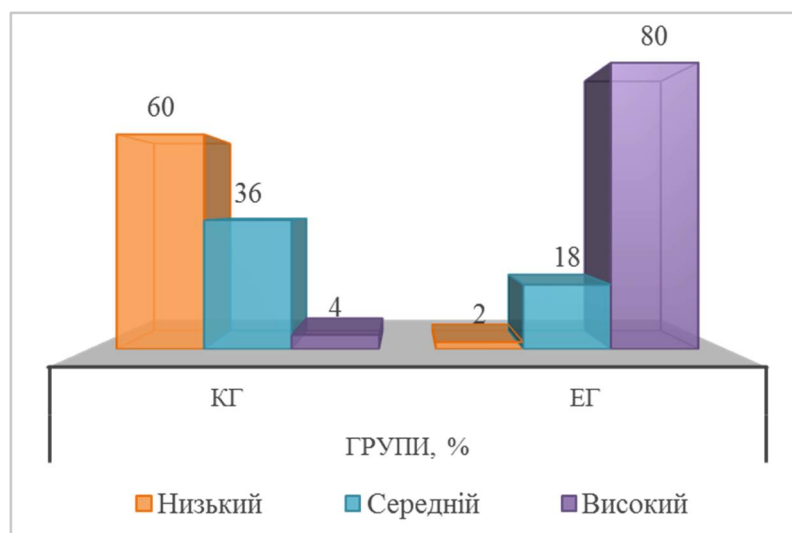


Рис. 3.11 Вміння створювати тривимірні моделі деталей у системі КОМПАС-3D, Fusion 360; використовувати спеціальні бібліотеки при побудові тривимірних моделей деталей у студентів контрольних груп порівняно з експериментальними

Таблиця 3.27

Вміння формувати складальні кресленики на основі тривимірних моделей складальних одиниць та працювати зі специфікаціями

Навчальні заклади	Рівень	Групи, %	
		КГ	ЕГ
1. Житомирський державний технологічний університет;	Низький	32	0
2. Національний університет біоресурсів і природокористування України;			
3. ДВНЗ Донбаський державний педагогічний університет;	Середній	22	4
4. Бердянський державний педагогічний університет;			
5. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка	Високий	46	96

Результати контрольних груп за показником вміння створювати комплекти конструкторської документації на низькому і середньому рівні були майже однакові (табл. 3.28): низький – 35 %, середній 35 %, високий склав – 30 %. В експериментальних групах результати за цим показником були наступними: високий – 60 %, середній – 30 %. На низькому рівні показник дорівнював 10%. Наочне зображення отриманих даних подано на рисунку 3.13.

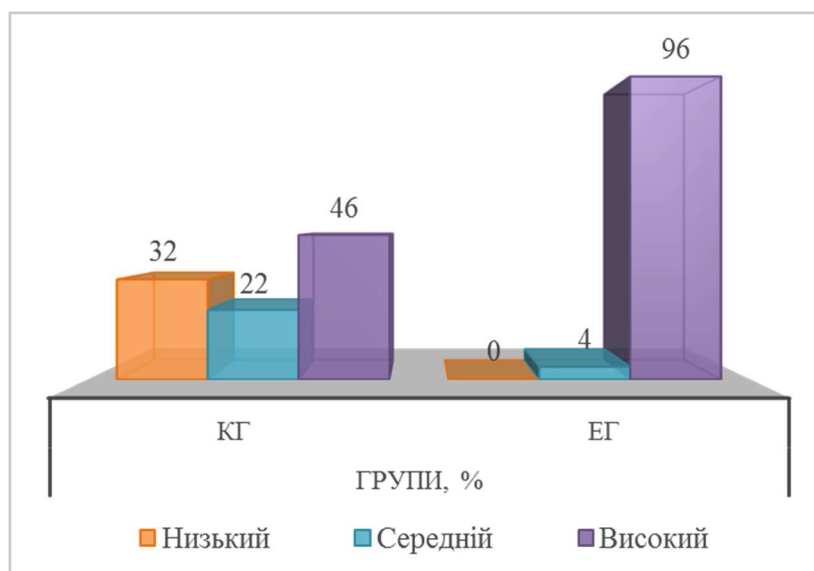


Рис. 3.12 Вміння формувати складальні кресленики на основі тривимірних моделей складальних одиниць та працювати зі специфікаціями у студентів контрольних груп порівняно з експериментальними

Вміння створювати комплекти конструкторської документації

Навчальні заклади	Рівень	Групи, %	
		КГ	ЕГ
1. Житомирський державний технологічний університет;	Низький	35	10
2. Національний університет біоресурсів і природокористування України;	Середній	35	30
3. ДВНЗ Донбаський державний педагогічний університет;	Високий	30	60
4. Бердянський державний педагогічний університет;			
5. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка			

Отримані результати динаміки рівнів інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків як результату навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання за показниками, які характеризують динаміку компонентів такої підготовки (мотиви навчання інженерної графіки; володіння професійно орієнтованими знаннями при вивченні інженерно-графічних дисциплін; практичні (компетенційні) уміння; інформаційно-комунікативна активність; рефлексивно-ціннісна позиція) за відповідними критеріями (мотиваційний, когнітивний, діяльнісний, інформаційно-комунікативний, рефлексивно-ціннісний) в експериментальних групах у порівнянні з динамікою в контрольних групах підтверджують нашу гіпотезу щодо ефективності обґрунтованої методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

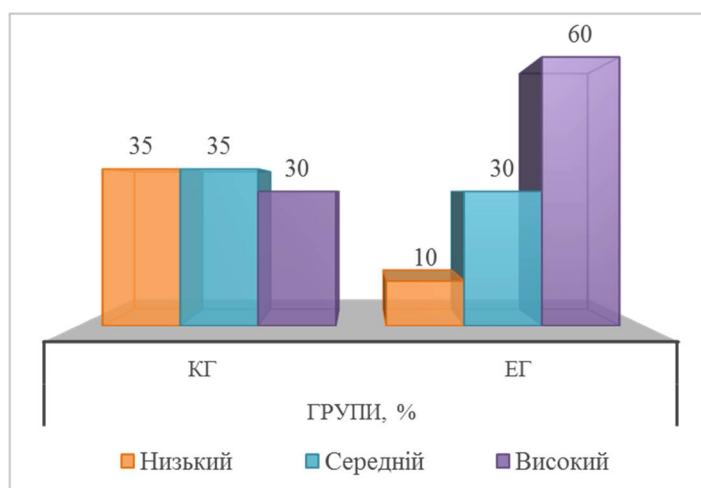


Рис. 3.13 Вміння створювати комплекти конструкторської документації

Студенти експериментальних груп ЗВО демонстрували: здатність застосовувати уміння, отримані при вивченні інженерно-графічних дисциплін, на практиці при вирішенні завдань професійно орієнтованого характеру, творчих завдань практичного характеру; активність у навчальному процесі на основі розвинених пізнавальних мотивів, мотиви до роботи в сфері інженерної – графічної виробничої діяльності; володіння професійними інформаційно-комунікаційними технологіями, термінологією, що використовується у професійній галузі; оптимізацію стилів спілкування в різних ситуаціях, уміння узгоджувати свої навчальні професійно орієнтовані дії з діями інших учасників інженерно-графічної діяльності (як на етапі практичного навчання, так і на етапі самостійної роботи) та ін. Все це потенційно підвищує можливості професійної самореалізації майбутніх інженерів-механіків на сучасному ринку праці.

Для того, щоб перевірити, чи не є випадковою зафіксована під час експерименту різниця рівнів інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів, нами було вирішено провести аналіз достовірності різниці показників підготовки, відображених у відсотках, за методикою, запропонованою академіком А. Киверялгом, яка широко використовується для статистичної обробки даних педагогічних експериментів.

Для того, щоб вирішити, чи достовірна різниця результатів дослідження, які надані у відсотках, розрахуємо різницю відсоткових чисел, середню помилку різниці процентних чисел та середнє відношення помилки різниці відсоткових чисел (критичне відношення) за кожним критерієм інженерно-графічної підготовки.

Різниця відсоткових чисел визначається за формулою:

$$D_i = p_{2i} - p_{1i}, \quad (3.2)$$

де D_i – різниця відсоткових чисел;

p_{1i} – відсоткове число студентів з високим та середнім рівнем інженерно-графічної підготовки у контрольних групах, %;

p_{2i} – відсоткове число студентів з високим та середнім рівнем інженерно-графічної підготовки у експериментальних групах, %.

Середня помилка різниці процентних чисел розраховується за формулою:

$$m_{D\%i} = \sqrt{\frac{p_{2i}(100 - p_{2i})}{n} + \frac{p_{1i}(100 - p_{1i})}{n}}, \quad (3.3)$$

де $m_{D\%i}$ – середня помилка різниці процентних чисел;

n – кількість критеріїв.

Критичне відношення обчислюється за формулою:

$$t_i = \frac{D_i}{m_{D\%i}}, \quad (3.4)$$

де t_i – середнє відношення помилки різниці відсоткових чисел (критичне відношення).

Результати розрахунків достовірності різниці показників інженерно-графічної підготовки наведені у таблиці 3.29

Таблиця 3.29

Розрахунок достовірності різниці показників інженерно-графічної підготовки

Критерії	Групи	Відсоткове число студентів з високим та середнім рівнем, %	Різниця відсоткових чисел (D_i), %	Середня помилка різниці процентних чисел ($m_{D\%i}$)	Критичне відношення (t_i)
1. Мотиваційний	КГ	78,9	7,3	2,39	3,05
	ЕГ	86,2			
2. Діяльнісний	КГ	81,2	8,6	2,21	3,90
	ЕГ	89,8			
3. Когнітивний	КГ	56,1	19,5	2,94	6,64
	ЕГ	75,6			
4. Інформаційно-комунікативний	КГ	81,6	9,1	2,28	3,97
	ЕГ	90,7			
5. Рефлексивно-ціннісний	КГ	83,0	10,8	2,00	5,42
	ЕГ	93,8			

За посібниками із математичної статистики відомо: якщо різниця відсоткових чисел D_i вдвічі більша середньої помилки різниці відсоткових чисел ($t > 2$), то різницю між двома відсотковими числами можна вважати цілком достовірною. Якщо $t > 3$, то різниця безумовно достовірна. Згідно з розрахунками показник достовірності (середнє відношення помилки різниці відсоткових чисел) t_i за усіма п'ятьма критеріями вищий 3, що підтверджує достовірність отриманих результатів. Таким чином, достовірність отриманих результатів інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків за всіма критеріями (мотиваційний, діяльнісний, когнітивний, інформаційно-комунікативний, рефлексивно-ціннісний) підтверджено.

Підсумовуючи зауважимо, що результатами проведеного науково-експериментального дослідження ми можемо засвідчити підвищення ефективності інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків, показниками якої є не тільки динаміка рівнів такої підготовки, а й супутні їй досягнення: створення навчально-методичного забезпечення інженерно-графічних дисциплін, підвищення науково-методичного рівня викладачів досліджуваних закладів, розроблення та впровадження в практику навчання інженерної та комп'ютерної графіки програми Fusion 360, створення цілого комплексу наочних матеріалів.

Все вище зазначене дозволяє нам стверджувати, що обґрунтована у дисертаційній роботі методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання є ефективно діючою і такою, що може бути запроваджена для навчання інженерно-графічних дисциплін у всі ЗВО України, в яких здійснюється підготовка інженерних кадрів.

Висновки до третього розділу

У даному розділі дисертації основну увагу було спрямовано на виконання завдання дослідження щодо експериментальної перевірки результативності впровадження у процес інженерно-графічної підготовки розробленої методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

З цією метою було створено на базі експериментальних ЗВО творчі групи педагогів та спрямовано їх діяльність як науково-методичну. Вона здійснювалася відповідно до розробленої та затвердженої програми. У рамках виконання програми зусиллями педагогів було здійснено корегування навчальних планів, навчальних програм професійно орієнтованих інженерно-графічних дисциплін, навчально-методичного та дидактичного їх забезпечення.

З метою встановлення результативності розробленої методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання було обґрунтовано критерії та рівні такої підготовки. В основу їх визначення було покладено такі компоненти: мотиви професійної підготовки; володіння професійними знаннями; професійно-практичні (компетенційні) уміння; інформаційно-комунікативна активність; рефлексивно-ціннісна позиція.

Педагогічний експеримент передбачав статистичний аналіз оцінки досягнень студентів щодо навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання як на етапі констатувальному, так і на етапі формувальному. З метою узагальнення дослідницьких результатів ми застосовували методи математичного аналізу.

Порівняльну характеристику досягнень ми здійснювали за такими рівнями: високий, середній, низький. Під час порівняльного аналізу результатів експериментальних та контрольних груп було встановлено, що результати експериментальних груп значно відрізняються від контрольних практично за всіма критеріями та показниками інженерно-графічної підготовки. Статистичні показники динаміки змін в експериментальних групах значно перевищують статистичні показники в контрольних групах.

Важливо, що студенти ЕГ демонструють у значній мірі активне прагнення до засвоєння змісту інженерно-графічних дисциплін як основи інженерно-графічної професійної діяльності, постійно намагаються реалізувати свої здобутки у практичній діяльності, досить впевнено прогнозують свій трудовий шлях і це виражається у досягненнях респондентів високого (42,3%) і середнього (36,6%) рівнів. Причому переконуємося, що високий рівень домінує. Особливим досягненням ми вважаємо є факт суттєвого зниження відсоткового показника низького рівня (у порівнянні з КГ – на 25,6%).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Мета нашого наукового дослідження полягала в теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці розробленої методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання. Відповідно до мети було визначено ряд завдань, реалізація котрих дає підстави для наступних висновків.

1. З'ясовано сутність основних категорій та понять щодо навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання; науково-педагогічні основи формування інженерно-графічних знань й умінь у майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання з науково-педагогічної точки зору: сучасний стан і тенденції розвитку навчання інженерно-графічних дисциплін з використанням комп'ютерного моделювання в умовах ЗВО.

Орієнтуючись на предмет дослідження, в роботі розкрито сутність таких базових категорій, як: «моделювання» та «модель», геометричне моделювання, комп'ютерне геометричне моделювання, інженерна графіка, інженерна комп'ютерна графіка, інженер-механік і т.ін. Аналіз існуючих визначень понять геометричного моделювання дозволив нам сформулювати власне загальне визначення, за яким *комп'ютерне геометричне моделювання – це процес відображення властивостей та відносин реального або уявного об'єкта на спеціально створеній для цього тривимірній геометричній моделі засобами комп'ютерної графіки, дослідження якої дає нам нові знання про цей об'єкт.*

У ході дослідження було встановлено, що комп'ютерне геометричне моделювання тісно пов'язується з такими аспектами, як вид діяльності, як засіб для реалізації певного виду діяльності, як самостійна система знань та умінь, що, з одного боку, формується певним чином, а з іншого – виступає базою для формування інших професійно важливих складових майбутнього фахівця. Відповідно до дидактичної точки зору комп'ютерне геометричне моделювання стає важливою складовою професійної підготовки майбутніх інженерів-механіків, причому усіх її компонентів: змістовного, технологічного, результативного тощо.

Дослідження теоретичного доробку в контексті нашої наукової проблеми дає підстави стверджувати, що вона вивчалася вченими, у першу чергу в контексті професійної підготовки інженерів-механіків, у другу – в контексті інженерно-графічної їх підготовки, і в третю – в контексті дидактичних аспектів організації навчання комплексу інженерно-графічних дисциплін. Останній виявився найменш дослідженим.

Це стосується методологічних підходів щодо організації навчального процесу в структурі професійної підготовки майбутніх фахівців (таких, як компетентнісний, діяльнісний, особистісно орієнтований та ін.), дидактичних вимог щодо навчання інженерної графіки як формально організованого процесу у ЗВО, структурування освітнього, дисциплінарного та міждисциплінарного змісту навчання, інтеграції стандарту та інновацій як в аспекті професійно орієнтованого змісту, так і в аспекті організації педагогічного процесу, оцінки результатів його здійснення.

2. Здійснено аналіз сучасного стану і тенденцій розвитку навчання інженерно-графічних дисциплін з використанням комп'ютерного моделювання та виявлено, що сьогодні існують фактично дві методики навчання інженерній графіці: традиційна і комп'ютерна. Причому явно простежується перехідний період від інженерної графіки традиційної до комп'ютерної.

Встановлено, що недоліком традиційної методичної системи навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх інженерів-механіків є консервативність, невідповідність змісту інженерно-графічного навчання вимогам сучасного виробництва, розвитку техніки і технологій. У наявності типова ситуація навчання інженерній графіці при домінуванні репродуктивних методів навчання, обмеженості науково-методичного інструментарію інноваційного характеру, належного навчально-методичного забезпечення щодо організації самостійної роботи. Як результат, помітне тенденційне зниження навчальних прагнень та відповідно і навчальних досягнень студентів, значні труднощі в оволодінні навчальними предметами з інженерної графіки.

Між тим було визначено, що на теперішній час розроблено ряд основних дидактичних можливостей найпоширеніших авторських педагогічних програмних засобів для реалізації комп'ютерно-орієнтованого навчання інженерно-графічних дисциплін у ЗВО. У системі інженерно-графічної підготовки студентів різних ЗВО України активно створюються й впроваджуються комп'ютерні педагогічні програмні засоби. Характерною ознакою таких є те, що вони відрізняються своїми функціонально-технічними можливостями та дидактичною спрямованістю.

У результаті вивчення тенденцій розвитку навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання доведено, що сучасна інженерно-графічна підготовка інженерів-механіків ставить нові завдання у викладанні графічних дисциплін. До них відноситься не лише засвоєння теоретичних знань з інженерно-графічних дисциплін і їх практичне використання, а й володіння деякими графічними комп'ютерними програмами. Для вивчення нарисної геометрії, інженерної, комп'ютерної і машинної графіки на сьогодні найбільш відомі і вибірково використовувані графічні редактори AutoCAD і КОМПАС-3D, оскільки відмінною рисою сучасної графічної підготовки стає використання твердотілого моделювання.

Таким чином можемо стверджувати, що на сучасному етапі професійної підготовки майбутніх інженерів-механіків склалася ситуація накопичення потенційних можливостей щодо ефективного навчання інженерної графіки у ЗВО. Однак, що стосується навчання інженерно-графічних дисциплін засобами комп'ютерного моделювання використання існуючого потенціалу обмежується факторами об'єктивного і суб'єктивного характеру.

3. З метою вдосконалення навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання в дисертації обґрунтовано концепцію графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання.

Базуючись на понятті дидактичної концепції як системи поглядів на процес навчання, що виражає напрями, пріоритети і технології розвитку його як об'єкту управління на довготривалу перспективу, нами було обґрунтовано три рівні

концепції графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання: загальнодидактичний, загально-методичний та предметно-методичний.

Загально-дидактичний рівень концепції складають теорії освіти і навчання на сучасному етапі її розвитку (асоціативні теорії, проблемного навчання, поетапного формування розумових дій, розвивального навчання, оптимізації навчання), парадигмальні підходи до організації професійного навчання (компетентнісний, діяльнісний, особистісно-розвивальний), відповідні до них дидактичні принципи, принципи виробничого навчання (політехнічний, поєднання навчання з виробничою працею, моделювання професійної діяльності, професійної мобільності, модульності, самоуправління в пізнавальному і виробничому навчанні) та принципи особистісно орієнтованого розвитку (індивідуальності, суб'єктності, вільного вибору, творчої самореалізації, розвиваючого потенціалу).

Загальнометодичний рівень розроблення концепції включає: визначення конкретних цілей навчання інженерної графіки, його значення як складової частини професійної підготовки майбутніх інженерів-механіків; визначення змісту навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання; обґрунтування найбільш раціональних форм, методів, засобів, технологій навчання, що забезпечать належне засвоєння студентами знань, умінь і навичок як основи формування професійних компетенцій; забезпечення надійного та гнучкого підходу до оцінки навчальних досягнень.

Предметно-методичний рівень концепції включає: цілі навчання дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»; дидактичні принципи структурування змісту інженерно-графічних дисциплін, у тому числі дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»; інтерактивний стиль навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання; критерії, показники та рівні інженерно-графічної підготовки студентів як результату навчання інженерно-графічних дисциплін.

4. На основі теоретичного пласту нашого дослідження виділено та сформульовано такі напрями та принципи структурування курсу навчання

інженерної графіки: професіоналізація змісту навчання; виділення компонентів у змісті навчання; упровадження модульної системи; проблемно-тематичний підхід; використання інваріанта структурної моделі науки.

Доведено, що максимально ефективним способом оволодіння змістом інженерно-графічних дисциплін є інтерактивний стиль навчання майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання. Методичною доказовою основою послужило розроблення автором дисертації та впровадження в практику таких форм, методів навчання та пізнавальної діяльності, як проблемна лекція, проблемно-орієнтована дискусія, мозкова атака, рефлексивний полілог, імітаційна діяльність, робота в проект-групах, метод проектів, тощо.

У системі «викладач – комп'ютер – студент» дисертантом обґрунтовано методичну доцільність: використання полілогу при визначенні особливості методики створення тривимірної моделі складальної одиниці, яка полягає в тому, що вона реалізується у середовищі сучасної CAD/CAM системі Autodesk Fusion 360 і передбачає створення реалістичних зображень засобами 3D-візуалізації; проектної діяльності при впровадженні програмного продукту AutoCAD, КОМПАС-3D; методики навчання дисципліни „Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка” з використанням технологій відкритого дистанційного навчання.

Нами у співпраці з творчою групою викладачів розроблено комплекс навальньо-методичного та дидактичного забезпечення навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання.

5. З метою експериментальної перевірки результативності впровадження у процес інженерно-графічної підготовки вдосконаленої методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання було створено на базі експериментальних ЗВО творчі групи педагогів та спрямовано їх діяльність як науково-методичну. Вона здійснювалася відповідно до розробленої та затвердженої програми. У рамках виконання програми зусиллями педагогів було здійснено корегування навчальних планів, навчальних

програм професійно орієнтованих інженерно-графічних дисциплін, навчально-методичного та дидактичного їх забезпечення.

Щоб оцінити результативність методики навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання було обґрунтовано критерії та рівні такої підготовки. В основу їх визначення було покладено такі компоненти: мотиви професійної підготовки; володіння професійними знаннями; професійно-практичні (компетенційні) уміння; інформаційно-комунікативна активність; рефлексивно-ціннісна позиція.

Програмою здійснення оцінки досягнень студентів щодо навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання було передбачено проведення констатувального та формувального експерименту. І на першому, і на другому етапі експерименту порівняльну характеристику досягнень ми здійснювали за коефіцієнтом якості знань студентів з навчання інженерної графіки та за наступними рівнями інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків: високий, середній, низький

За результатами підрахунків коефіцієнт якості інженерно-графічних знань студентів у контрольних групах становив 0,75, а в експериментальних групах – 0,98. Це вказувало на те, що групи, задіяні в експерименті з впровадженням методики навчання інженерної графіки засобами комп'ютерного моделювання, за рівнем якості знань мали показники на 23% вищій ніж у контрольних групах.

Під час порівняльного аналізу результатів констатувального та формувального експериментів було встановлено, що результати експериментальних груп значно відрізняються від контрольних практично за всіма критеріями та показниками інженерно-графічної підготовки. Статистичні показники динаміки змін в ЕГ ($\Delta_{(ЕГ-ЕГ)}$) значно перевищують статистичні показники в КГ ($\Delta_{(КГ-КГ)}$).

Важливо, що студенти ЕГ демонструють у значній мірі активне прагнення до засвоєння змісту інженерно-графічних дисциплін як основами інженерно-графічної професійної діяльності, постійно намагаються реалізувати свої здобутки у практичній діяльності, досить впевнено прогнозують свій трудовий шлях і це

виражається у досягненнях респондентів високого (42,3%) і середнього (36,6%) рівнів. Причому переконуємося, що високий домінує. Особливим досягнення ми вважаємо є суттєвого зниження відсоткового показника низького рівня (у порівнянні з КГ – на 25,6%).

Згідно з розрахунками показник достовірності за усіма п'ятьма критеріями вищий 3, що підтверджує достовірність отриманих результатів. Таким чином, достовірність отриманих результатів інженерно-графічної підготовки майбутніх інженерів-механіків за всіма критеріями (мотиваційний, діяльнісний, когнітивний, інформаційно-комунікативний, рефлексивно-ціннісний) підтверджено. Проведене дослідження є вагомим внеском у теорію і методику навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання. Результати дослідження можуть бути успішно використанні у практиці інженерно-графічної підготовки студентів сучасних ЗВО України.

Перспективи подальших науково-методичних пошуків стосуються широкого кола теоретико-методичних і практичних проблем, зокрема пов'язаних із розробкою нової концепції та відбором ефективних механізмів реалізації неперервної інженерно-графічної підготовки молоді у межах: загальноосвітня підготовка – первинна професійна підготовка – вища професійна підготовка – післядипломна освіта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеев А. Н. Дистанционное обучение инженерным специальностям: монография. Сумы: ИТД «Университетская книга», 2005. 333 с.
2. Алексюк А. М. Загальні методи навчання в школі. Вид. 2-ге. К.: Рад.школа, 1981. 206 с.
3. Андрусишин Б. І., Гуз А. М. Методика викладання шкільного курсу «Основи правознавства»: підручник. К.: Знання, 2008. 301с.
4. Арапов В. М. Роль геометро-графической подготовки в формировании компетентностей выпускников технических вузов. Проблемы практической подготовки студентов: материалы VI Всероссийской научно-методической конференции. Воронеж: ВГТА, 2008. С. 154–162.
5. Атлягузова Е. И. Формирование базовых компетенций студентов технического профиля: на примере изучения курса «Основы систем автоматизированного проектирования» : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08. Тольятти, 2011. 272 с.
6. Ашеров А. Т., Коваленко О. Е., Артюх С. Ф. Введення в спеціальність інженера-педагога комп'ютерного профілю: навч. посіб. Харків: УПА, 2005. 224 с.
7. Бабанский Ю. К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса (методические основы). М.: Просвещение, 1982. 192 с.
8. Бакалова В. М., Баскова О. О. Алгоритм моделювання тривимірних об'єктів при викладанні курсу «Комп'ютерна графіка». Міжвузівський збірник «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». Луцьк: Видавництво ЛНТУ, 2011. Вип. 6. С. 22–23.
9. Батышев С. Я. Профессиональная педагогика: учеб. для студентов, обучающихся по пед. спец. и направлениям. М. : Ассоц. «Проф. образование». 1997. 512 с.
10. Белова Ю. Ю. Формування знань, умінь та навичок з проектувальної діяльності як необхідна компонента професійної підготовки майбутнього

інженера. URL: <http://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/18493/1/belova.pdf>
(дата звернення: 10.07.2017).

11. Белова Ю. Ю. Проектна діяльність майбутнього інженера-педагога. Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи: зб. наук. праць. К. : НПУ, 2015. Вип. 51. С. 17–21.
12. Батороев К. Б. Аналогии и модели в познании. Новосибирск: Наука, 1981. 319 с.
13. Беспалько В. П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). М.: Изд-во МПСИ, 2008. 352 с.
14. Беспалько В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. М.: Издательство ИПО МО России, 1995. 336 с.
15. Беспалько В. П. Программированное обучение. Дидактические основы. Москва: Высшая школа, 1970. 300 с.
16. Бетуганова М. Б. Формирование профессиональной компетентности будущих инженеров в среде информационных технологий : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Карачаевск, 2006. 156 с.
17. Быков В. Ю. Дистанційні технології навчання в сучасній освіті. Проблеми сучасного підручника: зб. наук, праць / Ред. кол. К.: Педагогічна думка, 2004. Вип. 5. С. 15–22.
18. Биков В. Ю. Наукове забезпечення дистанційної професійної освіти: проблеми та напрями досліджень. Професійна освіта: педагогіка і психологія / за ред. І. Зазюна, Н. Нічкало, Т. Левовицького, І. Більш. Україно-польський журнал. Видання II. Видавництво: ЗАТ «ВІПОЛ», Київ-Ченстохова. 2000. С. 93–116.
19. Биков В.Ю., Кухаренко В.М., Сиротенко Н.Г., Рибалко О.В., Богачков Ю.М. Технологія створення дистанційного курсу: навч. посіб. К.: Міленіум, 2008. 324 с.

20. Білевич С. В. Інтеграція нарисної геометрії та креслення в процесі графічної підготовки майбутніх вчителів трудового навчання: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. К., 2006. 220 с.
21. Білосевич І. А. Структурне обґрунтування та розвиток технічного мислення у майбутніх учителів технологій. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/419/1/Bilosevuch.pdf>.
22. Бирюков Б. В., Гастев Ю. А., Геллер Е. С. Моделирование. 3-е изд. М.: [б. в.], 1974. Т.16. С. 393–395.
23. Бойко В. А. Відеоурок як засіб удосконалення методики викладання графічних дисциплін. Теоретико-методичні аспекти професійної і технологічної освіти: матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф. м. Полтава, 4 жовт. 2012 р. : Полтавський літератор, 2012. С. 200–204.
24. Бойко В. А. Використання графічного редактора AutoCAD у навчанні кресленню. Трудова підготовка в рідній школі: наук.-метод. журн. 2014. № 3. С. 43–47.
25. Бойко В. А. Застосування графічного редактора AutoCAD у розробленні наочних дидактичних матеріалів. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки: реалії та перспективи: зб. наук. пр. 2014. Вип. 45. С. 15-20.
26. Бойко В.А. Комп'ютерне геометричне моделювання у професійній проектно-конструкторській діяльності. Молодь і ринок: щоміс. наук.-пед. журн. Дрогобицький держ. пед. ун-т ім. Івана Франка. 2016. № 3. С.145-150
27. Бойко В. А. Конспект лекцій з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій» усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2014. 70 с.
28. Бойко В. А. Конспект лекцій з дисципліни «Нарисна геометрія» для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2013. 140 с.
29. Бойко В. А. Навчальний посібник та збірник тестів із нарисної геометрії для самостійної роботи студентів технічних спеціальностей денної, прискореної

- та дистанційної форм навчання у I семестрі з курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка». Полтава: ПолтНТУ, 2016. 86 с.
30. Бойко В. А. Навчальний посібник та збірник тестів із нарисної геометрії для самостійної роботи студентів технічних спеціальностей денної, прискореної та дистанційної форм навчання у I семестрі з курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка». Полтава: ПолтНТУ, 2018. 86 с.
31. Бойко В. А. Навчальна програма за спеціалізацією «Технологічна та комп'ютерна графіка» освітньої галузі «Технологія». Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка. 2016. №2. С. 45–51.
32. Бойко В. А., Патенко Ю. Е. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із нарисної геометрії для студентів денної та заочної форм навчання. Вказівки до виконання завдання «Проекції з числовими позначками». Полтава: ПолтНТУ, 2017. 40 с.
33. Бойко В. А. Робоча програма навчальної дисципліни «Інженерна графіка» для студентів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»: бакалавр. Полтава, 2017. 19 с.
34. Бойко В. А. Робоча програма навчальної дисципліни «Інженерна графіка» для студентів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (прискорена форма навчання): бакалавр. Полтава: ПолтНТУ, 2017. 14 с.
35. Бойко В. А. Робоча програма навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»: бакалавр. Полтава: ПолтНТУ, 2017. 19 с.
36. Бойко В. А. Робоча програма навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» (прискорена форма навчання): бакалавр. Полтава: ПолтНТУ, 2017. 14 с.
37. Бойко В. А. Щодо змістової характеристики поняття комп'ютерного геометричного моделювання. Науковий часопис Національного

- педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки: реалії та перспективи: зб. наук.пр. 2015. Вип. 51. С. 26–32.
38. Болдин А. Н., Задиранов А. Н. Основы автоматизированного проектирования: учеб. пособие. М.: МГИУ, 2006. 104 с.
 39. Большаков В. П., Тозик В. Т., Чагина А. В. Инженерная и компьютерная графика: учеб. пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 288 с.
 40. Большаков В. П., Бочков А. Л. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor. СПб.: Питер, 2012. 304 с.
 41. Бондар С. П. Термінологічний аналіз понять «компетенція» і «компетентність» у педагогіці: сутність та структура. Освіта і управління. 2007. № 2. С. 93–99.
 42. Бондаревская Е. В. Смысл и стратегия личностно-ориентированного воспитания. Педагогика. 2001. №1. С. 17–24.
 43. Буринський В. М. Самостійна робота як засіб вдосконалення графічної підготовки майбутніх вчителів трудового навчання : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 2000. 191 с.
 44. Бусигін Б.С., Коротенко Г.М., Коротенко Л.М., Якимчук М.А. Англо-російсько-український словник з геоінформатики. К.: Карбон, 2007. 433 с
 45. Буянов П.Г. Формування графічної культури у майбутніх учителів трудового навчання України та Російської Федерації (порівняльний аналіз) : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Бердянськ, 2007. 309 с.
 46. Ванжа Г. К., Вернер І. В. Методичні вказівки з використання програмного продукту Компас 3-D v.10 у виконанні практичних робіт з дисципліни «Машинобудівне комп'ютерне креслення» для студентів спеціальності 6.090202 «Технологія машинобудування» Частина 1: Геометричне креслення. Д.: НГУ, 2009. 36 с. URL: <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/925> (дата звернення: 15.08.2017).
 47. Ванін В. В., Вірченко Г. А. Теоретичні основи геометричного моделювання в машинобудівних САПР із прикладами в КОМПАС-3D: навч. посіб. К.: НТУУ «КПІ», 2011. 140 с.

48. Вартофский М. Модели. Репрезентация и научное понимание /пер. с англ. Москва: Прогресс, 1988. 507 с.
49. Веников В. А. О моделировании. М.: Знание, 1974. 63 с.
50. Веников В. А. Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергетики): учеб. пособие для энерг. спец. вузов. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Высшая школа, 1976. 478 с.
51. Верхола А.П., Коваленко Б.Д. Інженерна графіка: креслення, комп'ютерна графіка: навч. посіб для студ. вищ. навч. закл. / за ред. А.П. Верхоли. К.: Каравела, 2006. 304 с
52. Верхола А. П. Системний аналіз процесу навчання графічних дисциплін у технічному університеті. Вища освіта України. 2005. № 3. С. 70–73.
53. Веселовська Г. В. Комп'ютерна графіка: навч. посіб. для вузів. Херсон: ОЛДІ-плюс, 2004. 582 с.
54. Виходець В. В., Матвеева Г. А., Качмар Б. П. Шляхи підвищення фахової підготовки майбутніх інженерів з графічних дисциплін. Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. Львів: НЛТУ України, 2007. Вип. 17.2. С. 327–329.
55. Вища освіта в Україні: Навч. посіб. / за ред. В.Г. Кременя, С.М. Ніколаєнка. К.: Знання. 2005. 327 с.
56. Волович В. Болонський процес і нова парадигма освіти в Україні. Соціологія: теорія, методи, маркетинг : наук.-теор. часопис. 2004. № 4. С. 189–199.
57. Вох Е. П. Формирование графических компетенций у будущих инженеров в самостоятельной познавательной деятельности : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Москва, 2008. 189 с.
58. Высогорец Я. В. САПР ТП «Вертикаль»: учеб. пособие для самостоятельной работы. Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2012. 48 с.
59. Гаврищак Г. Р. Дидактичні умови реалізації індивідуального підходу до учнів у процесі вивчення креслення в загальноосвітній школі : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Тернопіль, 2004. 247 с.

60. Гальперин П. Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий. М., 1971. 272 с.
61. Ганеев С. М. Формирование графической грамотности учащихся при обучении решению планиметрических задач в условиях компьютерной поддержки : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Москва, 2004. 23 с.
62. Ганин Н. Б. Автоматизированное проектирование в системе КОМПАС-3D V12: для изучения и практ. освоения систем автоматизир. проектирования в рамках образоват. программы компании АСКОН. Университетская библиотека онлайн (ЭБС). М.: ДМК Пресс, 2010. 360 с.
63. Ганин Н. Б. Трехмерное проектирование в КОМПАС-3D. М.: ДМК-Пресс, 2012. 784 с
64. Горяева А. М., Курганская А. В. Основные научные подходы и классификации к внедрению инновационных технологий в высшей школе. Сучасні педагогічні технології в освіті: збір. наук.-метод. праць / за ред. О. Г. Романовського, Ю. І. Панфілова. Харків : НТУ «ХПІ», 2012. 224 с.
65. Гедзик А. М. Дидактичні основи структури та змісту креслення в загальноосвітній школі : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2006. 198 с.
66. Гедзик А. М. Система підготовки майбутнього вчителя технологій до викладання курсу креслення в загальноосвітніх навчальних закладах : автореф. дис. ... д-ра. пед. наук: 13.00.02. Київ, 2011. 46 с.
67. Глазунова О. Г. Методика навчання майбутніх фахівців аграрного профілю засобами комп'ютерної графіки: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 2003. 187 с.
68. Глинский Б. А. Моделирование как метод научного исследования (Гносеологический анализ) / Б.А. Глинский и др. М. : Изд-во МГУ, 1965.
69. Голівер Н. О. Дидактичні умови використання комп'ютерних технологій у процесі навчання студентів вищих технічних навчальних закладів : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.09. Кривий Ріг, 2005. 172 с.

70. Голяд І. С. Активізація навчальної діяльності студентів на заняттях з креслення засобами графічних завдань : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 2005. 269 с.
71. Голяд І. С. Активізація навчальної діяльності студентів на заняттях з креслення засобами графічних завдань : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2005. 27 с.
72. Голяд И. С., Бойко В. А. Внедрение дистанционного курса «Начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики» в процесс подготовки студентов инженерных специальностей. *European Applied Sciences* (Германия). 2017. № 3. С. 44–49.
73. Голяд І. С. Комп'ютерні засоби й технології у вивченні графічних дисциплін. URL: www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum1...3/.../ped_2009_03_24_Goliyad.pdf (дата звернення: 18.04.2017).
74. Голованов Н. Н. Геометрическое моделирование : учеб. для учреждений высш. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 272 с.
75. Головань М. С. Компетенція і компетентність : досвід теорії, теорія досвіду. *Вища освіта України*. 2008. № 3. С. 23–30.
76. Головня В. Д. Аналіз впливу графічної підготовки на формування конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерно-технічних фахівців. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Випуск 39 : збірник наукових праць / за ред. Д.Е. Кільдерова. К. : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. С. 33–36.*
77. Головня В. Д. Етапи розвитку геометричного моделювання. *Проблеми сучасної педагогічної освіти. Сер.: Педагогіка і психологія : зб. статей: Ялта: РВВ КГУ, 2013. Вип. 41. Ч. 6. С. 122–127.*
78. Головня В. Д. Розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у вищих технічних навчальних закладах: дис. ... к-та пед. наук: 13.00.04. Рівне, 2015. 298 с.

79. Головня В. Д. Формування конструкторсько-технологічних здібностей студентів ВТНЗ на основі тривимірного моделювання: тези Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції аспірантів, молодих вчених та студентів, присвяченої Дню науки. Житомир : ЖДТУ, 2015. Т. II. С. 372–373.
80. Гончаренко С. Методологічні засади побудови педагогічної теорії. Шлях освіти. 2007. № 2. С. 2–10.
81. Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии / под ред. В. О. Гордона. М.: Высшая школа, 2009. 270 с.
82. Грабченко А.І., Доброскок В.Л. Теорія 3D моделювання: навч. посібник. Х.: НТУ «ХП», 2009. 230 с.
83. Грачева С. В. Совершенствование процесса обучения начертательной геометрии с использованием учебного пособия развивающего типа : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08. Москва, 2006. 234 с.
84. Гриценко Л. О., Бойко В. А. Інноваційні аспекти викладання інженерної та комп'ютерної графіки. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки: реалії та перспективи: зб. наук. пр. 2013. Вип. 39. С. 40–45.
85. Гузенков В. Н., Журбенко П. А. Модель как ключевое понятие геометрографической подготовки. ALMA MATER, 2013. №4. С.82.
86. Гушулей Й. М. Загальнотехнічна підготовка учнів в процесі трудового навчання. К., 2000. 312 с.
87. Давыдова Л. Н. Педагогическое диагностирование как компонент управления качеством образования : автореф. ... дис. д-ра пед. наук : 13.00.08. Астрахань, 2005. 40 с.
88. Джеджула О. М. Актуальні проблеми графічної підготовки студентів вищих навчальних закладів. Вінниця:ОЦВДАУ, 2005. 280 с.
89. Джеджула О. М. Система графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів. Вінниця: ВДАУ, 2007. 246 с.

90. Джеджула О. М. Теорія і методика графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів : дис. ... д-ра. пед. наук : 13.00.04. Тернопіль, 2007. 460 с.
91. Доронин С. В. Системы автоматизированного проектирования: учеб. пособие. Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2014. 81 с.
92. Дорошенко Ю. О. Структура, зміст і дидактичне забезпечення дисципліни «Комп'ютерна графіка» для технічних ЗВО. Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. 2007. № 4 (10). С. 76–79.
93. ДСТУ ГОСТ 2.051:2006 Єдина система конструкторської документації. Електронні документи. Загальні положення. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 19 с.
94. ДСТУ 2226-93. Автоматизовані системи. Терміни та визначення: К.: Держспоживстандарт України, 1994. 94 с.
95. Економічна енциклопедія. URL: http://www.shram.kiev.ua/lib/48_39_1_59.shtml#214644 (дата звернення: 8.01.2017).
96. Эрганова Н. Е. Методика профессионального обучения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский цент «Академия», 2007. 160 с.
97. Жевакіна Н. В. Педагогічні умови організації дистанційного навчання студентів гуманітарних спеціальностей у педагогічному університеті : автореф. дис... канд. пед. наук : 13.00.04. Луганськ, 2009. 20 с.
98. Жук О. І. Професійна підготовка інженерів у США: традиції та інновації. Збірник наукових праць Хмельницького інституту соціальних технологій Університету «Україна». Хмельницький: Вид-во ХІСТ, 2013. № 2. С. 83–87.
99. Загвязинский В. И. Теория обучения (современная интерпретация): учеб. пособ. М.: Академия, 2001. 192 с.
100. Зеер Э. Ф., Павлова А. М., Сыманюк Э. Э. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход. М.: Изд-во МПСИ, 2005. 216 с.

101. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Авторская версия. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. 40 с.
102. Иванов В. П., Батраков А. С. Трехмерная компьютерная графика / под ред. Г.М. Полищука. М.: Радио и связь, 1995. 224 с.
103. Інтерактивне навчання. Дидактика новітньої школи. Навчальні матеріали. URL: pidruchniki.com/73736/.../interaktivne_navchannya (дата звернення: 25.05.2018).
104. Інтерактивне навчання – це навчання в режимі діал... веб-сайт. URL: <https://www.mindmeister.com/ru/1019081316/> (дата звернення: 28.05.2018).
105. Карабчевський В. В. Комп'ютерна підтримка зв'язку між операціями над двовимірними і тривимірними моделями : дис. ... канд. техн. наук : 05.01.01. Донецьк, 2006. 278 с.
106. Качалова Л. П., Качалов Д. В., Качалов А. В. Личностно-ориентированный подход в образовании: педагогика личности. Пособие к спец. Шадринск : Изд-во «Шадринский дом печати», 2007. 82 с.
107. Кільдеров Д. Е. Навчання учнів 8–9 класів просторовим перетворенням у графічній діяльності на уроках креслення : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 2007. 242 с.
108. Ключкова Г. М. Проверка эффективности технологии формирования графической компетентности студентов технологического образования / Фундаментальные исследования. 2013. № 4. С. 975–979.
109. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Мельниченко О. О. Концепція професійно-педагогічної підготовки студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. Проблеми інженерно-педагогічної освіти: зб. наук. праць. Харків, УПА. №10. 2005. С. 7–20.
110. Коваленко С. В. Формування графічної компетентності майбутніх інженерів-будівельників засобами інформаційно-комунікаційних технологій : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Чернігів, 2011. 251 с.

111. Козлакова Г.О. Інноваційні процеси у вищій технічній школі: інтеграція до європейського освітнього простору. Вища освіта України. № 3. 2005. С. 36–39.
112. Козяр М. М. Інноваційні педагогічні технології в процесі графічної підготовки майбутніх фахівців технічної галузі: монографія. Рівне: НУВГП, 2012. 320 с.
113. Козяр М. М., Фещук Ю. В. «Електронний конструктор» як засіб розвитку просторового мислення майбутніх вчителів трудового навчання: наук.-метод. журнал. Нова педагогічна думка. Рівне : РОПДПО, 2008. № 2. С. 104–107.
114. Козяр М. М. Формування графічної діяльності студентів вищих технічних навчальних закладів освіти засобами комп'ютерних технологій : монографія. Рівне: НУВГП, 2009. 280 с.
115. Козяр М. М. Сучасні програмні засоби проектування та геометричного моделювання на ЕОМ : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2006. 298 с.
116. Козяр М. М. Теоретичні і методичні основи графічної підготовки майбутніх інженерів у галузі водного господарства засобами інноваційних технологій : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04. Київ, 2012. 38 с.
117. Кодак О. А., Бойко В. А. Навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів по виконанню індивідуальних завдань з курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів будівельних спеціальностей усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2016. 70 с.
118. Компетентнісний підхід у сучасній освіті. URL: lib.iitta.gov.ua/2349/1/Gutsan_50025.pdf (дата звернення: 05.07.2017).
119. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / під заг. ред. О.В. Овчарук. К.: «К.І.С.», 2004. 112 с.
120. Кондаков А. И. САПР технологических процессов : учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. «Технология машиностроения» направления подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Изд. 3-е, стер. М.: Академия, 2010.

272 с.

121. Концепція. Види концепції. Рівні розробки концепції. URL: ...stud.com.ua/18647/menedzhment/kontseptsiya (дата звернення: 17.05.2017).
122. Костюков А. В. Экспериментальная модель преподавания инженерной графики в системе формирования графической культуры будущего специалиста при обучении в техническом вузе. Вестник ОГУ. 2004. N 6. С. 51–55.
123. Крайнова Е. А. Профессиональная подготовка будущих инженеров-механиков в области информационных технологий: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Нижний Новгород, 2007. 24 с.
124. Кремень В. Г. Система освіти в Україні: сучасні тенденції і перспективи. Професійна освіта: педагогіка і психологія / за ред. Т. Левовицького, І. Зязюна, І. Вільш, Н. Ничкало. Вид. II. Київ: ВІПОЛ, 2000. С. 11–30.
125. Кудрявцев Е. М. КОМПАС-3 D V7. Наиболее полное руководство. М.: ДМК Пресс, 2006. 664 с.
126. Кузьменко Е. Л. Формирование готовности к профессионально-творческой деятельности студентов в процессе обучения инженерной графике : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08, 13.00.02. Воронеж, 2006. 28 с.
127. Кузьмінський А. І. Педагогіка вищої школи: навч. посіб. К.: Знання, 2005. 486 с.
128. Курс креслення. | Кафедра природничих наук. НТУ ХП. URL: <https://web.kpi.kharkov.ua/ken/...na.../seksiya-kreslennya/> (дата звернення: 22.07.2017).
129. Кухаренко В. М. Системний підхід до змішаного навчання. Інформаційні технології в освіті. 2015. № 24. С. 53–67.
130. Лагунова М. В. Современные подходы к формированию графической культуры студентов в технических учебных заведениях. Новгород : ВГИПИ, 2003. 251 с.

131. Лебедева И. М. Реалистическая визуализация трехмерных моделей в среде AutoCAD: учеб. пособие. М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». М.: МГСУ, 2011. 52 с.
132. Лейбов А. М. Методика применения систем автоматизированного проектирования в графической подготовке студентов технического колледжа : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08. Новокузнецк, 2006. 165 с.
133. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.:Academia, 2005. 352 с.
134. Лернер И. Я. Дидактические основы методов обучения. М.: Педагогика, 1981. 186 с.
135. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). Спб.: Питер, 2004. 560 с.
136. Маковецька В. В. Комп'ютер як засіб навчання на заняттях з нарисної геометрії та комп'ютерної графіки: проблеми і перспективи. URL: http://www.rusnauka.com/12_KPSN_2009/Pedagogica/44357.doc.htm (дата звернення: 12.04.2016).
137. Мала гірнича енциклопедія. / за ред. В.С. Білецького. Донецьк: Донбас, 2007. Т 2. 652 с.
138. Маслова С. А., Бойко В. А., Патенко Ю. Е. Креслення. Частина II: Основи нарисної геометрії: Навчально-методичний посібник для практичних занять і самостійної роботи слухачів підготовчого відділення для іноземців. Полтава: ПолтНТУ, 2016. рос. мовою. 80 с.
139. Матвісів Я. Графічна підготовка майбутніх учителів трудового навчання і технологій у сучасній системі вищої педагогічної освіти. Молодь і ринок. 2016. № 1. С. 48–53.
140. Махмутов М. И. Проблемное обучение: Основные вопросы теории. М.: Педагогика, 1975. 367 с.
141. Международные требования к выпускникам инженерных программ в условиях двухуровневой системы образования. / Боев О. В. та ін. Сибирский педагогический журнал. 2009. № 5. С. 24–33.
142. Мещанінов О. П. Сучасні моделі розвитку університетської освіти в Україні: теорія і методика: автореф. дис. ... док. пед. наук: 13.00.04. Київ, 2005. 34с.

143. Митрофанов В. Г. САПР в технологии машиностроения: учеб. пособие для вузов / В.Г. Митрофанов и др. Ярославль : ЯГТУ, 1995. 298 с.
144. Михайличенко О. В. Методика викладання суспільних дисциплін у вищій школі: навч. посіб. Вид. 2-ге, переробл. і доп. Суми, СумДПУ, 2009. 122 с.
145. Моделирование. Философский словарь / ред. И. Т. Фролова. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Республика, 2001. С. 338.
146. Морзе Н. В., Глазунова О. Г. Моделі ефективного використання інформаційно-комунікаційних та дистанційних технологій навчання у закладі вищої освіти. Інформаційні технології і засоби навчання. 2008. №2(6). URL: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/ITZN/em6/emg.html> (дата звернення: 04.09.2016).
147. Муратова Е. И. Подготовка специалистов машиностроительного профиля к инновационно-проектной деятельности в условиях высшей школы: дисс.... канд. пед. наук: 13.00.08. Тамбов, 2002. 247с.
148. Навчально-методичний посібник до виконання завдання «Складальне креслення» для студентів будівельних та механічних спеціальностей усіх форм навчання. / Воронцов О. В. та ін. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 60 с.
149. Навч.-метод. посібник до викон. завдання «Креслення будинку» для студ. напрямів підгот.: «Архітектура», «Буд-во» та «Гідротехніка (водні ресурси)» всіх форм навчання у II семестрі з курсу «Інженерна графіка» / Усенко В. Г. та ін. Полтава: ПолтНТУ, 2011. 62 с.
150. Нагаев В. М. Методика викладання у вищій школі: навч. посіб. К.: ЧП, 2007. 211 с.
151. Насырова Э. Ф. Критерии и показатели оценки уровня профессиональной подготовки будущих учителей технологии при модульном обучении. Современные исследования социальных проблем. 2012. №1 (09). С. 122-126.
152. Нищак І. Д. Методична система навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх учителів технологій : дис. ... док. пед. наук: спец. 13.00.02. Дрогобич, 2016. 565 с. URL:

https://www.npu.edu.ua/images/file/vidil_aspirant/dicer/D_26.053.19/Nushak1.pdf

153. Нищак І. Д. Розвиток технічного мислення майбутніх учителів трудового навчання у процесі графічної підготовки засобами інформаційних технологій : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2009. 23 с.
154. Нищак І. Д. Історія та сучасний стан інженерно-графічної підготовки майбутніх учителів технологій. Проблеми підготовки сучасного вчителя. 2017. № 15. С. 379-387. URL: https://library.udpu.edu.ua/library_files/probl_sych_vchutela/2017/15/47.pdf (дата звернення: 02.12.2016).
155. Новик И. Б., Уемов А. И. Моделирование и аналогия. Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М.: Наука, 1968. С. 265-293
156. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов. Изд 4-е, перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. 430 с.
157. Норенков И. П. Типы геометрических моделей. Основы САПР. URL: <http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=X1KMMUIOOK6UZNIZAZGO> (дата звернення: 02.10.2015).
158. Общая и профессиональная педагогика : учеб. пособие для студентов пед. вузов / под ред. В. Д. Симоненко. М.: Вентана-Граф, 2006. 368 с
159. Ожга М. М. Проблеми графічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів у наукових дослідженнях. Проблеми інженерно-педагогічної освіти: зб. наук. праць. Харків: Українська інженерно-педагогічна академія (УІПА), 2012. Вип. 34–35. 347 с.
160. Оконь В. Введение в общую дидактику. М.: Высшая школа, 1990. 383 с
161. Олефіренко Т. О. Формування графічної компетентності у майбутніх учителів технології : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Київ, 2012. 232 с.
162. Олефіренко Т. О. Формування графічної компетентності у майбутніх учителів технологій : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Київ, 2012. 20 с.

163. Онучак Л. В. Рання професійна орієнтація студентів як основа індивідуалізації навчального процесу з іноземної мови на немовних факультетах вищих навчальних закладів. Науковий вісник Чернівецького ун-ту. Педагогіка та психологія. 2000. Вип. 99. С. 121–124.
164. Основи педагогіки вищої школи. URL: chtyvo.org.ua/.../Osnovy_pedagogiky_vyschoi_shkoly.pdf (дата звернення: 06.19.2016).
165. Основні методи науково-психологічних досліджень. URL: posibnyku.vntu.edu.ua/psihologiya/24.htm (дата звернення: 12.12.2017).
166. Павлова Л. В. Активизация учебно-познавательной деятельности студентов технического вуза с использованием комплекса занимательных заданий по инженерной и компьютерной графике : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Москва, 2003. 234 с.
167. Панкова Л. А., Пронина В. А. Способы создания универсального инструментария для компьютерного моделирования. Проблемы управления (Control Sciences). 2006. № 6. С. 2–5.
168. Педагогіка вищої школи: теорія, практика, історія. URL: ...distance.dnu.dp.ua/ukr/nmmateriali/documents/pedagogikavsh.pdf (дата звернення: 08.13.2016).
169. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. / за ред. З. Н. Курлянд. К.: Знання, 2007. 495 с.
170. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Випуск 51: зб. наук. праць. К. : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. С. 222–226.
171. Петрова Н. П. Компьютерная графика, анимация и технологии визуализации в России. Анализ возможностей медиаобразования при изучении компьютерной графики и анимации. 2013. URL: <http://www.visualtech.ru/part1.html>. (Дата звернення: 02.02.2014).
172. Пилюгин В. В., Сумароков Л. Н., Фролов К. В. Машинная графика и автоматизация научных исследований. Вестник АН СССР, 1985, №10, С.50–58.

173. Поваляева Т. А. Педагогические условия развития проектно-конструкторской готовности инженеров-механиков в морском техническом вузе: дис.... канд. пед. наук: 13.00.08. Калининград, 2002. 125 с.
174. Погорілий Д. Ф., Бойко В. А., Чепіга Л. Д. Навчальний посібник до виконання завдання «Деталювання складального креслення» для студентів електромеханічного факультету денної та заочної форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2012. 55 с.
175. Положення про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах України від 02.06.93 №161. Збірник нормативних актів України щодо організації навчально-виховного процесу у закладі вищої освіти. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0173-93> (дата звернення: 22.01.2016).
176. Пометун О. І., Пироженко Л. В. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: Наук.-метод. посібн. / за ред. О. І. Пометун. К. : Видавництво А.С.К., 2004. 136 с.
177. Попов А. И. Методика подготовки инженера-механика к решению творческих профессиональных задач посредством участия в олимпиадном движении: дис.... канд. пед. наук: 13.00.08. Тамбов, 2001. 254 с.
178. Попова О. П. Розвиток творчого потенціалу майбутнього інженера в процесі професійної підготовки у вищому технічному навчальному закладі : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Запоріжжя, 2006. 20 с.
179. Потемкин А. Трехмерное твердотельное моделирование. М.: Компьютер Пресс, 2002. 296 с.
180. Прикладна геометрія та інженерна графіка. / С.М. Ковальов та ін. Луцьк : ЛДТУ, 2006. С. 58–89.
181. Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 р. № 1556-VIII. Дата оновлення : 18.02.2016. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (дата звернення: 01.03.2016).
182. Прогностическая концепция целей и содержания образования. / под ред. И. Я. Лернера, И. К. Журавлева. М., 1987. 86 с.

183. Про Національну програму інформатизації: Закон України від 01.08.2016 № 74/98-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/98-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 30.08.2016).
184. Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні: Закон України від 09.01.2007 № 537-V. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/537-16> (дата звернення: 01.03.2016).
185. Пузанкова А. Б. Формирование профессиональных инженерно-графических компетенций студентов в процессе их обучения компьютерной графике : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08. Москва, 2012. 190 с.
186. Пузанкова А. Б. Формирование профессиональных инженерно-графических компетенций студентов в процессе их обучения компьютерной графике: на примере специальностей машиностроительного профиля: автореф. дис.... канд. пед. наук: 13.00.08. Самара, 2012. 23 с.
187. Пустюльга С. І., Клак Ю. В., Самостян В. Р. Електронний навчальний посібник з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка. Луцьк : ЛНТУ, 2010. URL: <http://lib.lntu.info/chair/ikg> (дата звернення: 22.01.2016).
188. Пустюльга С. І., Клак Ю. В., Самостян В. Р. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка (Розділ «Інженерна графіка»). Луцьк : ЛНТУ, 2010. URL: <http://lib.lntu.info/chair/ikg> (дата звернення: 15.04.2016).
189. Райковська Г. О., Головня В. Д. Використання системи КОМПАС-3D для виконання практичних робіт з курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»: методичні вказівки. Житомир: ЖДТУ, 2013. 59 с. URL: <http://lib.ztu.edu.ua/ftextslocal/zagtech/metod.pdf/> (дата звернення: 02.11.2017)
190. Райковська Г. О., Головня В. Д. Геометричне моделювання – основа конструкторсько-технологічних здібностей. Нова пед. думка: наук.-метод. журн. 2013. № 1 ч. 2. С. 68–70.
191. Райковська Г. О., Головня В. Д. Засоби діагностики якості знань з нормативної дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка для

- студентів напряму 6.050502 «Інженерна механіка», спеціальностей 7.05050201, 8.05050201» Технології машинобудування» денної та заочної форм навчання. Житомир : ЖДТУ, 2013. 44 с.
192. Райковська Г. О., Головня В. Д., Глембоцька Л. Є. Інженерна графіка. Практикум: навч. посіб. Ч. 1. Житомир: ЖДТУ, 2015. 250 с.
 193. Райковська Г. О. Інформаційні технології у графічній підготовці інженерно-технічних фахівців. URL: http://www.nbuu.gov.ua/portal/soc_gum/znpbdpu/Ped/2011_3/Rajk.pdf/ (дата звернення: 15.04.2016).
 194. Райковська Г. О. Інформаційно-комп'ютерні технології – засіб розвитку професійних графічних здібностей студентів вищих технічних закладів Вісник ЖДТУ, 4 (39). 2006. С. 234–239.
 195. Райковська Г. О. Методика формування графічних знань в системі інформаційних технологій: монографія. Житомир: ЖДТУ, 2009. 324 с.
 196. Райковська Г. О., Головня В. Д. Науково-експериментальна робота в освітньому закладі. Впровадження комп'ютерної графіки в освітніх галузях «Математика», «Технології»: навчально-методичний посібник. Житомир: ЖДТУ, 2014. 64 с.
 197. Райковська Г. О. Розвиток технічного мислення студентів у процесі вивчення креслення : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2002. 219 с.
 198. Райковська Г. О. Теоретико-методичні засади графічної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей засобами інформаційних технологій : дис.... д-ра пед. наук : 13.00.04. Київ, 2011. 433 с.
 199. Райковська Г. О., Головня В. Д. Теоретичні засади комп'ютерного геометричного моделювання в ЗОНЗ. Інноваційний розвиток вищої освіти: глобальний та національний виміри змін : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. Т. 2. Суми : Вид-во СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2015. С. 155–158.
 200. Реалізація діяльнісного підходу в навчанні. Принципи дидактики. pidruchniki.com/.../ realizatsiya_diyalnisnogo_pidhodu_navc (дата звернення: 25.07.2017).

201. Решения Аскон. Технологическая подготовка производства в машиностроении. Изд-во Аскон, 2011. 18 с.
202. Розенблют А., Винер Н., Неуймин Я. Г. Роль моделей в науке. Модели в науке и технике. Л.: Наука, 1984, с. 171-175.
203. Романычева Э. Т., Сидорова Т. И., Сидоров С. Ю. AutoCAD: практ. руководство. М.: Радио и связь, 1997. 480 с.
204. Руденко, Е. Е. Формирование информационной культуры в процессе подготовки инженера-механика: автореф. дис.... канд. пед. наук: 13.00.08. Владивосток, 2007. 22 с. 180.
205. Рукавишников В. А. Геометрическое моделирование как методологическая основа подготовки инженеров. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2003. 184 с.
206. Рукавишников В. А., Халуева В. В., Информатизация геометро-графической подготовки инженера. URL: <https://en.kgeu.ru/Document/GetDocument/315a5c3d-9f98-45cd-b8b9-4f732bc3fe2b> (дата звернення: 22.02.2016).
207. Рукавишников В. А. Инженерное геометрическое моделирование как методологическая основа геометро-графической подготовки в техническом вузе : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08. Казань, 2004. 357 с.
208. Салапак Л. О. Графічна культура як важливий елемент професіоналізму інженера-технолога. Педагогіка і психологія проф. освіти. 2009. № 1. С. 59–68.
209. Сиденко Л. А. Компьютерная графика и геометрическое моделирование : учеб. пособие. СПб.: Питер, 2009. 224 с.
210. Сидоренко В., Білевич С. Фундаменталізація професійної підготовки як один із пріоритетних напрямів розвитку вищої освіти в Україні. Вища освіта України. 2004. № 3. С. 35–41.
211. Сидоренко В. К. Креслення. Львів: ОріянаНова, 2004. 356 с.
212. Сильченко Т. В. Профессиональная компетентность современного инженера: монография. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. 362 с.

213. Сисоева С. О. Інтерактивні технології навчання дорослих: навчально-методичний посібник. НАПН України, Ін-т педагогічної освіти і освіти дорослих. К.: ВД «ЕКМО», 2011. 324 с.
214. Сисоева С. О., Кристопчук Т. Є. Освітні системи країн Європейського Союзу: загальна характеристика: навч. посіб. Київський університет імені Бориса Грінченка. Рівне : Овід, 2012. 352 с.
215. Слепухин А. В. Использование персональной образовательной среды в процессе индивидуализации смешанного обучения студентов. Педагогическое образование в России. 2014. № 11. С.195-205.
216. Соколова И. Ю. Психологические основы учебно-педагогической деятельности : учебное пособие. Томск, 1992. 104 с.
217. Средства трехмерного моделирования. Каркасное моделирование. Поверхностное, твердотельное моделирование. Типы поверхностей. URL: http://sp.vuzunet.ru/publ/sapr_ehkzamen_verkhoturova/10_sredstva_trekhmernog_o_modelirovaniya_karkasnoe_modelirovanie_poverkhnostnoe_tverdotelnoe_modelirovanie_tipu_poverkhnostej/17-1-0-373 (дата звернення: 02.02.2016).
218. Столбовая И. Д. Адаптивное управление качеством предметной подготовки в техническом вузе на основе компетентностного подхода (на примере графической подготовки студентов: дис.... канд. пед. наук : 05.13.10. Москва, 2012. 399 с.
219. Столбовая И. Д. Выявление состава актуальных компетенций графической подготовки. Проблемы качества графической подготовки. 2010. № 4. С. 12–19.
220. Талалай П. Г. Компьютерный курс начертательной геометрии на базе КОМПАС-3D. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. 608 с.
221. Тарабрин О. А. Комплексное использование информационных и коммуникационных технологий в процессе непрерывной подготовки инженерных и управленческих кадров: на примере подготовки специалистов для отраслей машиностроения: автореф. дис....докт. пед. наук:13.00.02. Москва, 2006. 45 с.

222. Тарасова О. В. Психологічний зміст професійного мислення особистості URL: http://www.rusnauka.com/8_DN_2011/Psihologia/8_82491.doc.htm/ (дата звернення: 02.11.2017).
223. Тарасова В. В. Роль мотиваційно-ціннісного компонента в структурі педагогічної діяльності майбутніх вихователів дошкільних навчальних закладів. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр. Запоріжжя : Класич. приват. ун-т. 2013. Вип. 28 (81). С. 332–337.
224. Теорія і методика професійної освіти : навч. посіб. / за ред. З. Н. Курлянд. К.: Знання, 2012. 390 с.
225. Тимчасовий стандарт вищої освіти України за освітньо-професійною програмою «Механічна інженерія» / уклад. Вітенько Т. М., Луців І. В., Рибак Т. І. Тернопіль : ТНТУ ім. Івана Пікуля, 2016. 60 с.
226. Тимчасовий стандарт вищої освіти України за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та приладобудування» / уклад. Тимчик Г. С. К.: НТУУ «КПІ», 2016. 40 с.
227. Тимчасовий стандарт вищої освіти України за освітньо-професійною програмою «Механічна інженерія» / уклад. Хруцький А. О. Кривий Ріг: ВЦ КНУ, 2016. 45 с.
228. Ткаченко В. П., Корнєєва А. М. Методика формування просторової уяви майбутніх інженерів з використанням динамічних стереоскопічних моделей URL: <http://www.diat.edu.ua/files/stereo.pdf>. (дата звернення: 02.11.2017).
229. Толковый словарь русского языка Ожегова С. И. Академічний тлумачний словник української мови онлайн. URL: ozhegov.textologia.ru/sum.in.ua/ (дата звернення: 02.11.2017).
230. Торубара О. М., Коваленко С. В. Критерії оцінювання та діагностування рівнів графічної компетентності майбутніх фахівців. URL: docs/2115/indexhtmlpage (дата звернення: 02.11.2017)
231. Туркот Т. І. Педагогіка вищої школи : навч. посібник. К.: Кондор, 2011. 628 с.

232. Уемов А. И. Логические основы метода моделирования. М.: Мысль, 1971. 311 с.
233. Универсальный технологический справочник: руководство пользователя. Изд-во Аскон, 2008. 152 с.
234. Фасоля А. М. Особистісно-зорієнтоване навчання: цілепокладання, рефлексія, оцінка. Українська мова та література. 2004. № 7. С. 2–9.
235. Федоришин Б. О. Проблема особистості і її професійних здібностей в психології професійної орієнтації. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. пр. Київ; Вінниця : ДОВ Вінниця, 2004. Вип. 4. 504 с.
236. Федотова Т. Н. Компьютерная графика URL: <http://storage.mstuca.ru/handle/123456789/2144> (дата звернення: 02.11.2016)
237. Федотова Н. В. Формирование графической компетентности студентов технического вуза на основе трехмерного моделирования : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. М., 2011. 178 с.
238. Фещук Ю. В. Методика розвитку просторового мислення майбутніх учителів технологій засобами комп'ютерної графіки: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2009. 287 с.
239. Фещук Ю. В. Нові інформаційні технології в графічній підготовці майбутніх учителів технологій і креслення. URL: http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Nchnpu_13/2010_6/40.pdf (дата звернення: 02.11.2015).
240. Фіцула М.М. Педагогіка: навч. посіб. Вид 3-тє, стереотип. К.: Академвидав, 2009. 560 с.
241. Фоменко С. И. Дидактические основы повышения эффективности подготовки инженеров-конструкторов сельскохозяйственного машиностроения: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. Ростов-на-Дону, 1991. 17 с.

242. Формування просторової уяви студентів при вивченні курсу «Нарисна геометрія». URL: <http://ua.textreferat.com/referat-13288.html> (дата звернення: 10.05.2016).
243. Формы организации самостоятельной работы студентов международного факультета / Р.Е. Хоружая, А.П. Педорец, А.И. Кива, Н.А. Педорец. URL: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/pekm/2009_2/235.pdf/ (дата звернення: 10.02.2016).
244. Хазіна С. А. Формування вмінь комп'ютерного моделювання майбутніх вчителів фізики в процесі навчання інформатики : дис. ... канд. пед. наук :13.00.02 / Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. К., 2010. 302 с.
245. Хейфец А. Л. О реорганизации курса начертательной геометрии на основе 3D компьютерного геометрического моделирования. Вестник ЮУрГУ. Серия: Образование. Педагогические науки. 2012. № 14 (273). С. 96–100.
246. Хуторской А. В, Дидактические основы эвристического обучения: автореф. дис ... д-ра пед. наук: 13.00.01./ Моск. гос. Пед. ин-т.- М., 1997. 35 с.
247. Хуторской А. В. Ключевые компетенции как компонент личностно ориентированного образования. Народное образование. 2003. № 2. С. 58–64.
248. Хуторской А. В. Технология проектирования ключевых и предметных компетенций. Интернет-журнал " Эйдос". 2005. <http://www.eidos.ru/journal/2005/1212> (дата звернення: 10.02.2016).
249. Черепашков А. А., Носов Н. В. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении. Волгоград: Ин-Фолио, 2009. 640 с.
250. Шарапов О. Д., Дербенцев В. Д., Семьонов Д. Є. Поняття «моделі» та «моделювання»: навч. посіб. Економічна кібернетика. К.: КНЕУ, 2004. URL: <http://pulib.if.ua/part/2125> (дата звернення: 22.09.2015).
251. Штоф В. А. Моделирование и философия. М.: Наука, 1966. 301 с.
252. Юсупова М. Ф. Застосування нових інформаційних технологій в графічній підготовці студентів вищих навчальних закладів: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 . Одеса, 2002. 250 с.

253. Юсупова М. Ф. Компьютерные информационные технологии в обучении начертательной геометрии: монография. К.: НПУ им. М.П. Драгоманова, 2006. 280 с.
254. Юсупова М. Ф. Методика інтерактивного навчання графічних дисциплін у вищих технічних навчальних закладах : автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. Київ, 2010. 29 с.
255. Якиманская И. С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. М. : Сентябрь, 2005. 96 с.
256. Якиманская И. С. Развитие пространственного мышления школьников: монография. М. : Педагогика, 1980. 240 с
257. Якубов Ф. Инженерное образование должно быть опережающим. Освітнянські обрії : зб. наук. пр. К. : ІПТО, 2007. № 1 (1). С. 316–318.
258. Якунин В. И., Сидорук Р. М., Райкин Л. И., Соснина О. А. Инновационная стратегия комплексной информатизации геометрической и графической подготовки в высшем техническом профессиональном образовании на современном этапе. Астрахань, 2010. С. 228–235.
259. Frey G. Symbolische und ikonische Modelle. The concept and the role of the model in mathematics and natural and social sciences. Dordrecht: D. Reddel Publishing Company, 1961. P. 89–97.
260. Spector, J. Michael-de la Teja, Ileana. ERIC Clearinghouse on Information and Technology Syracuse NY. Competencies for Online Teaching. ERIC Digest. Competence, Competencies and Certification. P.1–3.
261. Patenko Iu., PhD, Boyko V. Guidelines for execution graphical tasks on Descriptive Geometry and Engineering Graphics for students of Specialty 185 «Oil and Gas, Engineering and Technology», 192 «Civil Engineering», «Electromechanics». Poltava: PoltNTU, 2017. 44 p.

ДОДАТКИ

Додаток А

Довідки про впровадження результатів дисертаційної роботи у
навчальний процес

МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА
Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, Україна, 36011
Тел./факс +38 (0532) 56-98-94;
+38 (0532) 60-87-30 (приймальня)
web: www.pntu.edu.ua
e-mail: rector@pntu.edu.ua; kanc@pntu.edu.ua
код ЄДРПОУ 02071100



MINISTRY
OF EDUCATION AND SCIENCE
OF UKRAINE
POLTAVA NATIONAL TECHNICAL
YURI KONDRATYUK UNIVERSITY
Pershotravneva Avenue 24, Poltava, 36011, Ukraine
Tel./fax +38 (0532) 56-98-94;
+38 (0532) 60-87-30 (reception)
web: www.pntu.edu.ua
e-mail: rector@pntu.edu.ua; kanc@pntu.edu.ua
EDRPOU code 02071100



26.10.2018 № 25-9-2141

на № _____ від _____

ДОВІДКА

впровадження у навчально-виховний процес Полтавського
національного технічного університету імені Юрія Кондратюка
результатів дисертаційного дослідження
БОЙКА ВЛАДИСЛАВА АНАТОЛІЙОВИЧА
«Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-
механіків засобами комп'ютерного моделювання» за спеціальністю
13.00.02 – теорія і методика навчання (технічні дисципліни)

Тема дисертаційного дослідження Владислава Анатолійовича Бойка «Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання» та її результати проходили апробацію на базі навчально-наукового інституту інформаційних технологій і механотроніки Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка протягом 2015-2018 років.

У навчальний процес впроваджено розроблені автором робочі навчальні програми, методичні рекомендації щодо виконання графічних завдань з інженерної графіки, нарисної геометрії та комп'ютерної графіки; лабораторний практикум у середовищі сучасних CAD/CAM систем Autodesk Fusion 360, AutoCAD та КОМПАС 3D; пакети комплексних контрольних робіт, пакети завдань для модульного контролю та матеріали для підсумкового контролю знань студентів; методика навчання курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» з використанням технологій відкритого дистанційного навчання.

Впровадження результатів даного навчально-методичного комплексу в практичну діяльність університету показали позитивні зміни якісної успішності (22%) студентів з графічних дисциплін, що викладаються в інституті інформаційних технологій і механотроніки.


Наукові результати дослідження Бойка Владислава Анатолійовича одержали схвальні відгуки колег і студентів університету, які визнають теоретичну і практичну цінність роботи. Результати впровадження обговорено та схвалено на засіданні кафедри нарисної геометрії та графіки Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (протокол № 2 від 06 вересня 2018 року).

Проректор з науково-педагогічної роботи



Б. О. Коробко




МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
(НУБіП України)

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, тел.: (044) 527-82-42, тел./факс: (044) 257-71-55
 E-mail: rectorat@nubip.edu.ua • Код ЄДРПОУ 00493706

09.10.2018 № 2474

На № _____ від _____

ДОВІДКА

впровадження у навчально-виховний процес
 Національного університету біоресурсів і природокористування України
 результатів дисертаційного дослідження
 Бойка Владислава Анатолійовича
 «Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків
 засобами комп'ютерного моделювання»
 за спеціальністю 13.00.02 – теорія і методика навчання (технічні дисципліни)

Дисертаційне дослідження Бойка Владислава Анатолійовича на тему «Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання» проходило апробацію на базі Національного університету біоресурсів і природокористування України протягом 2016-2018 рр.

Владиславом Бойком було розроблено і впроваджено у навчальний процес Університету навчально-методичний комплекс з графічних дисциплін, зокрема, методичні рекомендації до виконання графічних робіт з інженерної графіки, відеокурси з нарисної геометрії, практичні завдання зі складального креслення для студентів факультету конструювання та дизайну.

На факультеті конструювання та дизайну проходила апробація розробленого автором навчально-методичного комплексу з графічних дисциплін протягом 2016-2018 рр. У навчально-виховному процесі нашого закладу також була впроваджена методика навчання курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» з використанням технологій відкритого дистанційного навчання.

В системі «викладач – комп'ютер – студент» дисертантом обґрунтовано методичну доцільність використання полілогу при визначенні особливості методики створення тривимірної моделі складальної одиниці, яка реалізується у середовищі сучасної CAD/CAM системі Autodesk Fusion 360.

Впровадження результатів даного навчально-методичного комплексу в практичну діяльність Національного університету біоресурсів і природокористування України показали позитивні зміни якісної успішності (22%) студентів факультету конструювання та дизайну.

Наукові результати дослідження Владислава Бойка одержали схвальні відгуки колег і студентів університету, які визнають теоретичну і практичну цінність роботи. Результати впровадження обговорено та схвалено на засіданні вченої ради факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 2 від 18.09.2018 року).

Перший проректор



I. Ібатулін

Виконавець: Отченашко З.А. - головний спеціаліст науково-дослідної частини
 Тел.: 527-85-89
 Файл: \\10.3.0.10\doc_nau\2018\IGV\IB\Inet2018-2493.rtf



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 Ministry of Education and Science of Ukraine, Zhytomyr State Technological University

вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005
 Chudnivska str., 103, Zhytomyr, 10005, Ukraine
 Tel./fax: (0412) 24-14-22, 24-14-23, e-mail: rector@ztu.edu.ua, https://ztu.edu.ua, код ЄДРПОУ 05407870

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВІДПОВІДАЄ ДСТУ ISO 9001:2015
QUALITY MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001:2015

Від 17 жовтня 2018 № 44-20.09/1602
 На № _____ від _____

ДОВІДКА

впровадження у навчально-виховний процес Житомирського державного технологічного університету результатів дисертаційного дослідження **БОЙКА ВЛАДИСЛАВА АНАТОЛІЙОВИЧА «Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання»** за спеціальністю 13.00.02 – теорія і методика навчання (технічні дисципліни)

Дисертаційне дослідження Бойка Владислава Анатолійовича «Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання» та його результати проходили апробацію на базі Житомирського державного технологічного університету.

Протягом 2016-2018 років Владиславом Бойко, було розроблено і впроваджено в навчальний процес Університету навчально-методичний комплекс з графічних дисциплін, а саме, відеокурси, методичні рекомендації щодо виконання завдань з нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки, практичні завдання для студентів освітнього рівня «бакалавр», спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки та робототехніки.

Дисертантом обгрунтовано і впроваджено у навчальний процес особливості методики створення тривимірної моделі складальної одиниці, яка реалізується у середовищі сучасної CAD/CAM системі Autodesk Fusion 360, що передбачає авторська методика навчання курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» з використанням технологій відкритого дистанційного навчання.

Впровадження результатів даного навчально-методичного комплексу в практичну діяльність Університету показали позитивні зміни якісної успішності (21%) студентів з графічних дисциплін, спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки та робототехніки.

Наукові результати дослідження Бойка Владислава Анатолійовича одержали схвальні відгуки колег і студентів факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки та робототехніки, які підтверджують теоретичну і практичну цінність роботи. Результати впровадження обговорено та схвалено на засіданні кафедри галузевого машинобудування Житомирського державного технологічного університету (протокол № 3 від 12 жовтня 2018 року).

Перший проректор з наукової роботи
 Дек. наук, професор



О.В. Олійник

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«ДОНБАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
(ДДПУ)

вул. Г. Батюка, 19, м. Слов'янськ, Донецька область, 84116 тел./факс (06262) 3-23-54
 Код ЄДРПОУ 38177113

11.09.2018 № 68-18-78 на № _____

ДОВІДКА

впровадження в навчально-виховний процес Державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет» результатів дисертаційної роботи «Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання»

Бойка Владислава Анатолійовича,
 поданої на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук зі спеціальності 13.00.02 – теорія і методика навчання (технічні дисципліни)

Протягом 2015 – 2018 рр. на базі ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» впроваджувалися результати наукового дослідження Бойка Владислава Анатолійовича «Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання».

Упродовж зазначеного терміну Владиславом Бойко було розроблено і впроваджено у навчальний процес ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» навчально-методичний комплекс з графічних дисциплін; відбулася апробація розроблених автором методичних рекомендацій щодо виконання завдань із нарисної геометрії, інженерної графіки та комп'ютерної графіки.

Результати впровадження даного навчально-методичного комплексу в практичну діяльність університету показали позитивні зміни якісної успішності (23%) студентів з графічних дисциплін факультету початкової, технологічної та професійної освіти.

Результати дослідження Бойка Владислава Анатолійовича одержали схвальні відгуки колег і студентів університету, які визнають теоретичну і практичну цінність роботи. Результати впровадження обговорено та схвалено на засіданні кафедри загальнотехнічних дисциплін, безпеки життєдіяльності та автосправи Донбаського державного педагогічного університету (протокол № 1 від 30 серпня 2018 року).

Проректор з науково-педагогічної роботи  Чайченко С.О.





**ПОЛТАВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ
ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ ІМ. М.В. ОСТРОГРАДСЬКОГО**

вул. Соборності, 64-ж, м. Полтава, 36014, тел./факс (+38 0532) 56-38-52,
E-mail: root@pei.poltava.ua, Web: http://poippo.pl.ua, Код ЄДРПОУ 22518134

22.09.2017 № 160 На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
БОЙКА ВЛАДИСЛАВА АНАТОЛІЙОВИЧА
на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук
*„Методика навчання комп’ютерного моделювання у процесі вивчення
машинобудівного креслення майбутніми інженерами-механіками”*
у Полтавському обласному інституті післядипломної педагогічної освіти
ім. М.В. Остроградського,
поданого на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук
зі спеціальності 13.00.02 – теорія та методика навчання (технічні дисципліни)

Упродовж 2015-2016 років на базі Полтавського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти ім. М.В. Остроградського на курсах підвищення кваліфікації вчителів освітньої галузі „Технології” (Технологічний компонент: трудове навчання, технології, креслення) було запроваджено викладання нового лекторію з інженерної та комп’ютерної графіки. За основу даного лекторію було взято розроблений В.А. Бойком теоретично-методичний матеріал з графічної підготовки вчителів трудового навчання та креслення. Заняття для слухачів проводив Бойко Владислав Анатолійович, старший викладач кафедри нарисної геометрії та графіки Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка.

Запропонована В.А. Бойком методика дозволила розширити коло знань учителів з основ комп’ютерної графіки; двовимірного та тривимірного комп’ютерного геометричного моделювання; про сучасні інформаційно-комунікаційні технології у інженерній справі; про перспективи навчання майбутнього інженера-механіка засобами комп’ютерного моделювання; а також оволодіти компетенціями комп’ютерного геометричного моделювання.

Завдяки впровадженню даного лекторію на курсах підвищення кваліфікації якість підготовки слухачів збільшилася на 23%, що підтверджує високу професійну значимість, розробленої В.А. Бойком, методики навчання комп'ютерного моделювання.

Дана методика може бути рекомендована для використання у технічних закладах освіти III–IV рівнів акредитації та для профільного навчання учнів загальноосвітніх навчальних закладів за програмою авторів: Віктор Сидоренко, Валентина Чемшит, Владислав Бойко «Технічна та комп'ютерна графіка». Програми для профільного навчання учнів загальноосвітніх навчальних закладів. Технології, 10-11 класи. (Інженерно-технічне спрямування. Спеціалізація «Технічна та комп'ютерна графіка»), затверджено наказом МОН України від 24.06.2014, № 750.

В.о. ректора



Н.В. Корягіна



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

БЕРДЯНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Шмідта, 4, м. Бердянськ, Запорізька обл. 71100
E-mail: rector@bdpu.org.ua; http://bdpu.org

Тел. +38(06153) 3-62-44, факс +38(06153) 4-74-68
Код ЄДРПОУ 02125220

20.09.2018 № 54-08/1015

На № _____ від _____

ДОВІДКА

впровадження в навчально-виховний процес
Бердянського державного педагогічного університету
результатів дисертаційного дослідження
БОЙКА ВЛАДИСЛАВА АНАТОЛІЙОВИЧА
**«Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків
засобами комп'ютерного моделювання»** за спеціальністю 13.00.02 – теорія і
методика навчання (технічні дисципліни)

Результати дисертаційного дослідження Бойка Владислава Анатолійовича на тему «Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання» впроваджувалися на базі Бердянського державного педагогічного університету протягом 2016-2018р.р.

Владиславом Бойко впродовж зазначеного терміну було розроблено і впроваджено у навчальний процес БДПУ навчально-методичний комплекс з графічних дисциплін, зокрема, відеокурси.

У навчально-виховному процесі нашого закладу на факультеті фізико-математичної, комп'ютерної і технологічної освіти проходила апробація розроблених автором методичних рекомендацій щодо виконання завдань з інженерної графіки, нарисної геометрії та комп'ютерної графіки.

Впровадження результатів даного навчально-методичного комплексу в практичну діяльність підготовки майбутніх фахівців показали позитивні зміни якісної успішності (24%) студентів з графічних дисциплін факультету ФМКТО.

Наукові результати дослідження Бойка Владислава Анатолійовича одержали схвальні відгуки колег кафедри професійної освіти, трудового навчання та технологій, які визнають теоретичну і практичну цінність роботи. Результати впровадження обговорено та схвалено на засіданні кафедри професійної освіти, трудового навчання та технологій Бердянського державного педагогічного університету (протокол № 1 від 28.08.2018 року)

Проректор з науково-педагогічної роботи



В. М. Ліпич

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної,
наукової роботи та міжнародних
зв'язків, доктор філософських наук,
аграрної академії, професор

О. О. Горб

«18» червня 2018 р.

КАРТКА ЗВОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Матеріали наукових та практичних розробок, які викладені в кандидатській дисертаційній роботі за темою: «Методика навчання інженерної графіки майбутніх інженерів-механіків засобами комп'ютерного моделювання», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук зі спеціальності 13.00.02 – теорія і методика навчання (технічні дисципліни), виконана Бойком Владиславом Анатолієвичем використовуються у навчальну процесі при підготовці фахівців ОКР «Бакалавр» та «Магістр» зі спеціальності «Галузеве машинобудування».

Матеріали наукової роботи Бойко В.А.. розглянуто на засіданні кафедри галузевого машинобудування і використовуються при викладанні матеріалу студентам з дисциплін: «Комп'ютерне проектування» і «Комп'ютерне проектування в машинобудуванні» та у науковій роботі (протокол № 10 від 15 червня 2018 року).

Декан інженерно технологічного факультету,
кандидат технічних наук,
доцент



І.А.Дудніков

Завідувач кафедри галузевого
машинобудування,
кандидат технічних наук, доцент



С.В. Яхін

**Робоча програма навчальної дисципліни «Нарисна геометрія,
інженерна та комп'ютерна графіка»**

Форма 5

**ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА**

Кафедра нарисної геометрії та графіки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної роботи



Б.О. Коробко

21.09.2018 року

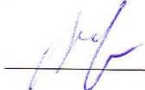
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА**підготовки бакалавраспеціальності 141 «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА»Полтава
2018 рік

Робоча програма з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»
для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Розробник: Бойко В.А., ст. викладач

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри нарисної геометрії та графіки


Протокол від «06» вересня 2018 року № 2

Завідувач кафедри нарисної геометрії та графіки  (Воронцов О.В.)

«06» вересня 2018 року

Схвалено навчально-методичною комісією інституту

Протокол від «20» вересня 2018 № 1

Голова навчально-методичної комісії інституту
інформаційних технологій і механотроніки  (Шефер О.В.)

«20» Вересня 2018 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни			
		форма навчання денна		форма навчання заочна	
Кількість кредитів – 7	Галузь знань <u>14 – Електрична інженерія</u>	обов'язкова			
Загальна кількість годин – 210					
Модулів – 2	Спеціальність <u>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</u>	Рік підготовки:			
		1-й		1-й	
Змістових модулів – 4		Семестр			
		1-й	2-й	1-й	2-й
Індивідуальне завдання – 4 ГР	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	Лекції			
		14 год.	14 год.	–	–
		Практичні			
		22 год.	–	–	–
		Лабораторні			
		–	24 год.	–	–
		Самостійна робота			
		34 год.	30 год.	70 год.	68 год.
		Індивідуальна робота:			
		34 год.	38 год.	34 год.	38 год.
Вид контролю: залік, екзамен					

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 74/136

для заочної форми навчання – 0/210

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» є розкриття сучасних наукових концепцій, понять, методів та технологій геометричного моделювання технічних і природних об'єктів у вигляді креслеників та інших конструкторських документів.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- забезпечити оволодіння студентами термінологією та поняттями з геометричного та проєкційного креслення;
- ознайомити з основними способами зображення просторових об'єктів на площині та методами дослідження геометричних властивостей технічних і природних об'єктів;
- навчити студентів усвідомлено читати графічні матеріали, відтворювати образи предметів та аналізувати їх форму і конструкцію;
- сформувати у студентів систему знань та вмінь, необхідних для виконання графічних документів;
- забезпечити розвиток технічного мислення, пізнавальної активності, просторової уяви студентів;
- ознайомити студентів з елементами моделювання та конструювання;
- сформувати у студентів теоретичної бази знань практичного використання сучасних засобів комп'ютерного геометричного моделювання, що використовуються в різних галузях машинобудування;
- сприяти формуванню здібностей студентів до самостійної роботи з навчальним матеріалом;
- сформувати у студентів якості, необхідні для проєктивної діяльності у сфері матеріальної культури.

У результаті вивчення дисциплін студент повинен отримати:

знання:

- термінології та понять з геометричного та проєкційного креслення;
- із загальних правил виконання і оформлення машинобудівних креслеників, встановлених стандартами, чинними в Україні;
- з основних геометричних побудов, що використовуються для виконання креслеників;
- методів побудови проєкційних зображень і властивостей прямокутних проєкцій основних геометричних елементів (точки, прямої, площини і поверхні);
- правил нанесення розмірів на кресленнях; правил виконання зображень (виглядів, розрізів, перерізів) відповідно до державних стандартів;
- основних методів побудови проєкційних креслеників і наочних (аксонометричних) зображень потрібних і для виконання, і для читання машинобудівних креслеників;
- про класифікацію САПР, їх функції та характеристики;
- з основ тривимірного моделювання та роботи в системі тривимірного моделювання; типи тривимірних моделей
- з практичного використання сучасних CAD систем (основні операції зі створення геометричних елементів моделей; основні принципи створення тривимірних моделей складальних одиниць, основи роботи зі спеціальними бібліотеками CAD систем; основи формування конструкторської документації; основи побудови робочих і складальних креслеників).

уміння:

- виконувати ескіз технічної деталі;
- виконувати кресленики предмета в системі трьох проєкцій і аксонометричній проєкції за допомогою креслярських інструментів і засобів комп'ютерного геометричного моделювання;
- виконувати розрізи, перерізи тощо;

- чітко уявляти геометричну форму відомих геометричних тіл або реальних предметів для виконання навчального завдання – виконання і читання кресленика будь-якого предмета;

- виконувати і читати кресленики, тобто уявляти за плоским проєкційним зображенням просторові образи предметів, їх розміри і розміщення, відображати просторові форми предметів на площині;

- створювати тривимірні моделі деталей та складальних одиниць у середовищі сучасної CAD системи, кресленики деталей та складальних одиниць на основі їх тривимірних моделей, комплекти конструкторсько-технологічної документації;

- працювати зі специфікаціями

- використовувати спеціальні бібліотеки при побудові тривимірних моделей деталей;

- оформляти кресленики згідно з вимогами ЄСКД ДСТУ, ДСТУ ISO.

навички:

- правильних і раціональних прийомів роботи креслярських інструментів та засобів комп'ютерного геометричного моделювання;

- виконання ескіз технічної деталі за допомогою креслярських інструментів;

- побудови наочних реалістичних зображень в аксонометричних проєкціях засобами комп'ютерного геометричного моделювання;

- конструювання геометричних об'єктів за даними умовами у середовищі сучасної CAD системи (КОМПАС-3D, AutoCAD та Fusion 360);

- володіння термінологією, що прийнята в інженерній графіці.

2. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Нарисна геометрія

Змістовий модуль 1. Метод проєціювання. Проєціювання елементарних геометричних фігур.

Тема 1. Предмет нарисної геометрії. Метод проєціювання. Державні стандарти. Масштаби. Шрифти. Лінії креслення.

Тема 2. Епюр Монжа. Проєкції точки. Проєкції прямої. Способи задання прямої. Визначення довжини відрізка прямої та кутів його нахилу до площин проєкцій. Сліди прямої лінії.

Практичне заняття № 1.

Тема 3. Аксонометричні проєкції. Теорема Польке-Шварца. Стандартні види систем аксонометричних проєкцій. Побудова геометричних фігур у аксонометричних проєкціях.

Практичне заняття № 2.

Тема 4. Проєкції площини. Способи задання площини. Сліди площини. Пряма і точка в площині. Головні лінії площини (горизонталь, фронталь, лінії найбільшого нахилу).

Практичне заняття № 3.

Тема 5. Позиційні та метричні властивості проєкцій пар геометричних фігур. Точка і пряма, дві прямі; пряма та площина, точка та площина, дві площини.

Практичне заняття №4.

Тема 6. Перетин прямої та площини. Взаємний перетин площин. Перпендикулярність прямої і площини, двох площин. Метод січних площин.

Практичне заняття № 5.

Змістовий модуль 2. Методи перетворення проєкцій. Поверхні.

Тема 7. Методи перетворення проєкцій. Заміна площин проєкцій. Плоскопаралельне переміщення. Метод обертання навколо ліній рівня, навколо осей проєціюючого положення.

Практичне заняття № 6.

Тема 8. Гранні поверхні. Тіла Платона. Перетин багатогранних поверхонь прямою та площиною. Взаємний перетин багатогранників. Метод ребер. Метод граней. Розгортки многогранників.

Практичне заняття № 7.

Тема 9. Криві лінії. Класифікація. Особливі точки кривої. Криві другого порядку. Просторові криві.

Практичне заняття № 8.

Тема 10. Криві поверхні. Класифікація. Способи утворення. Визначник та каркас поверхні. Поверхні обертання. Поверхні другого порядку. Побудова розгортних поверхонь; гвинтових поверхонь; поверхонь Каталана; поверхонь, заданих дискретною множиною точок або ліній.

Практичне заняття № 9.

Тема 11. Перетин поверхонь площиною та прямою. Взаємний перетин поверхонь.

Практичне заняття № 10.

Тема 12. Взаємний перетин поверхонь. Метод січних площин. Метод косокутного проєціювання. Метод концентричних, ексцентричних сфер.

Практичне заняття № 11.**Модуль 2. Технічне креслення****Змістовий модуль 3. Проекційне та машинобудівне креслення.**

Тема 13. Роль і місце креслення в техніці і науково-технічному прогресі сучасної техніки автоматизованого проєктування. Роботи в сучасних програмних продуктах, що використовуються при автоматизованому проєктуванні (КОМПАС-3D, AutoCAD та Fusion 360); види забезпечення систем автоматизованого проєктування. Класифікація САПР, їх функції та характеристики; основи роботи в системі тривимірного моделювання.

Лабораторне заняття № 1.

Тема 14. Типи тривимірних моделей; основи тривимірного моделювання; основні операції зі створення геометричних елементів моделей; основи побудови креслеників. Правила нанесення розмірів на креслениках. Проекційне креслення. Види, розрізи, перерізи. Побудова трьох виглядів геометричних фігур та аксонометричного зображення. Побудова трьох виглядів деталі та аксонометричного зображення за двома даними проєкціями.

Лабораторне заняття № 2, 3.

Тема 15. Основні принципи створення тривимірних моделей деталей та складальних одиниць. Основи роботи зі спеціальними бібліотеками системи КОМПАС-3D, Fusion 360. Рознімні та нерознімні з'єднання. З'єднання болтом. З'єднання шпилькою. З'єднання паянням та склеюванням.

Лабораторне заняття № 4, 5.

Тема 16. Шорсткість поверхонь. Матеріали та їх умовне позначення. Конструкторські, вимірювальні, технологічні бази для нанесення розмірів. Робочі креслення деталей. Послідовність виконання ескізів. Ескізування деталей складальної одиниці.

Лабораторне заняття № 6, 7.

Тема 17. Створення складальних креслеників на основі тривимірних моделей складальних одиниць. Умовності та спрощення на складальних кресленнях. Послідовність виконання складального креслення. Комплекти конструкторської документації.

Лабораторне заняття № 8, 9, 10.**Змістовий модуль 4. Електротехнічні креслення.**

Тема 18. Схеми. Загальні вимоги до виконання електричних схем. Види і типи схем. Позначення умовні графічні у електричних схемах.

Лабораторне заняття № 11.

Тема 19. Схема електрична принципова. Правила виконання схем електричних принципівих.

Лабораторне заняття № 12.

Тема 20. Креслення печатної плати. Креслення печатної плати у зборі (складальне креслення).

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьо- го	у тому числі					усьо- го	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1. Нарисна геометрія.												
Змістовий модуль 1. Метод проєціювання. Проєціювання елементарних геометричних фігур.												
Тема 1. Предмет нарисної геометрії. Метод проєціювання. Державні стандарти. Масштаби. Шрифти. Лінії креслення.	7	1	1	-	3	2	7	-	-	-	3	4
Тема 2. Епюр Монжа. Проекції точки. Проекції прямої. Способи завдання прямої. Визначення довжини відрізка прямої та кутів його нахилу до площин проєкцій. Сліди прямої лінії.	7	1	1	-	3	2	7	-	-	-	3	4
Тема 3. Аксонометричні проєкції. Теорема Польке-Шварца. Стандартні види систем аксонометричних проєкцій. Побудова геометричних фігур у аксонометричних проєкціях.	6	1	2	-	-	3	5	-	-	-	-	5
Тема 4. Проекції площини. Способи завдання площини. Сліди площини. Пряма і точка в площині. Головні лінії площини (горизонталь, фронталь, лінії найбільшого нахилу).	9	1	2	-	3	3	9	-	-	-	3	6
Тема 5. Позиційні та метричні властивості проєкцій пар геометричних фігур. Точка і пряма, дві прями; пряма та площина, точка та площина, дві площини.	9	1	2	-	3	3	10	-	-	-	3	7
Тема 6. Перетин прямої та площини. Взаємний перетин площин. Перпендикулярність прямої і площини, двох площин. Метод січних площин.	10	1	2	-	3	4	10	-	-	-	3	7
Разом за змістовим модулем 1	48	6	10	-	15	17	48	-	-	-	15	33
Змістовий модуль 2. Методи перетворення проєкцій. Поверхні												
Тема 7. Методи перетворення проєкцій. Заміна площин проєкцій. Плоскопаралельне переміщення. Метод обертання навколо ліній рівня, навколо осей проєктуючого положення.	10	2	2	-	3	3	12	-	-	-	3	9
Тема 8. Гранні поверхні. Тіла Платона. Перетин багатогранних поверхонь прямою та площиною. Взаємний перетин багатогранників. Метод ребер. Метод граней. Розгортки багатогранників.	9	1	2	-	3	3	10	-	-	-	3	7
Тема 9. Криві лінії. Класифікація. Особливі точки кривої. Криві другого порядку. Просторові криві.	7	1	2	-	3	1	7	-	-	-	3	4
Тема 10. Криві поверхні. Класифікація. Способи утворення. Визначник та каркас поверхні. Поверхні обертання. Поверхні другого порядку. Побудова розгортних поверхонь; гвинтових поверхонь; поверхонь Каталана; поверхонь, заданих дискретною множиною точок або ліній.	9	1	2	-	3	3	8	-	-	-	3	5
Тема 11. Перетин поверхонь площиною та прямою. Метод січних площин.	11	2	2	-	4	3	10	-	-	-	4	6
Тема 12. Взаємний перетин поверхонь. Метод січних площин. Метод косокутного проєціювання. Метод концентричних, ексцентричних сфер.	10	1	2	-	3	4	9	-	-	-	3	6
Разом за змістовим модулем 2	56	8	12	-	19	17	56	-	-	-	19	37

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Разом за модулем 1	104	14	22	-	34	34	104	-	-	-	34	70
Модуль 2. Технічне креслення												
Змістовий модуль 3. Проекційне та машинобудівне креслення												
Тема 13. Роль і місце креслення в техніці і науково-технічному прогресі сучасної техніки автоматизованого проектування. Роботи в сучасних програмних продуктах, що використовуються при автоматизованому проектуванні (КОМПАС-3D, AutoCAD та Fusion 360). Види забезпечення систем автоматизованого проектування. Класифікація САПР, їх функції та характеристики; основи роботи в системі тривимірного моделювання.	8	-	-	2	4	2	10	-	-	-	4	6
Тема 14. Типи тривимірних моделей; основи тривимірного моделювання; основні операції зі створення геометричних елементів моделей; основи побудови креслеників. Правила нанесення розмірів на креслениках. Проекційне креслення. Види, розрізи, перерізи. Побудова трьох виглядів геометричних фігур та аксонометричного зображення. Побудова трьох виглядів деталі та аксонометричного зображення за двома даними проєкціями.	18	2	-	4	8	4	18	-	-	-	8	10
Тема 15. Основні принципи створення тривимірних моделей деталей та складальних одиниць. Основи роботи зі спеціальними бібліотеками системи КОМПАС-3D, Fusion 360. Рознімні та нерознімні з'єднання. З'єднання болтом. З'єднання шпилькою. З'єднання паянням та склеюванням.	14	2	-	4	4	4	12	-	-	-	4	8
Тема 16. Шорткстість поверхонь. Матеріали та їх умовне позначення. Конструкторські, вимірювальні, технологічні бази для нанесення розмірів. Робочі креслення деталей. Послідовність виконання ескізів. Ескізування деталей складальної одиниці.	20	4	-	4	8	4	26	-	-	-	8	18
Тема 17. Створення складальних креслеників на основі тривимірних моделей складальних одиниць. Умовності та спрощення на складальних кресленнях. Послідовність виконання складального креслення. Комплекти конструкторської документації.	22	4	-	6	8	4	22	-	-	-	8	14
Разом за змістовим модулем 3	82	12	-	20	32	18	88	-	-	-	32	56
Змістовий модуль 4. Електротехнічні креслення												
Тема 18. Схеми. Загальні вимоги до виконання електричних схем. Види і типи схем. Позначення умовні графічні у електричних схемах.	9	1	-	2	3	3	6	-	-	-	3	3
Тема 19. Схема електрична принципова. Правила виконання схем електричних принципових.	7	-	-	2	3	2	5	-	-	-	3	2
Тема 20. Креслення печатної плати. Креслення печатної плати у зборі (складальне креслення).	8	1	-	-	-	7	7	-	-	-	-	7
Разом за змістовим модулем 4	24	2	-	4	6	12	18	-	-	-	6	12
Разом за модулем 2	106	14	-	24	38	30	106	-	-	-	38	68
Усього	210	28	22	24	72	64	210	-	-	-	72	138

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
	Семінарські заняття не передбачені		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми
1	2	3
1	Державні стандарти. Проекції точки на епюрі Монжа.	1
2	Проекції прямої. Визначення довжини відрізка прямої та кутів його нахилу до площини проєкцій. Сліди прямої лінії.	1
3	Побудова геометричних фігур у аксонометричних проєкціях.	2
4	Проекції площини. Сліди площини. Пряма і точка в площині. Головні лінії площини (горизонталь, фронталь, лінії найбільшого нахилу).	2
5	Позиційні та метричні властивості проєкцій пар геометричних фігур. Точка і пряма, дві прямі; пряма та площина, точка та площина, дві площини.	2
6	Перетин прямої та площини. Взаємний перетин площин. Перпендикулярність прямої і площини, двох площин. Метод допоміжних січних площин.	2
7	Методи перетворення проєкцій. Заміна площин проєкцій. Плоскопаралельне переміщення. Метод обертання навколо ліній рівня, навколо осей проєктуючого положення.	2
8	Перетин багатогранних поверхонь прямою та площиною. Взаємний перетин багатогранників. Розгортки багатогранників.	2
9	Криві лінії. Криві другого порядку. Просторові криві.	2
10	Криві поверхні. Поверхні обертання. Поверхні другого порядку. Побудова розгортних поверхонь; гвинтових поверхонь; поверхонь Каталана; поверхонь, заданих дискретною множиною точок або ліній.	2
11	Перетин поверхонь площиною та прямою.	2
12	Взаємний перетин поверхонь.	2
Усього		22

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми
1	2	3
1	Геометричні побудови у середовищі КОМПАС-3D. Спряження. Побудова ухилу і конусності. Правила нанесення розмірів на креслениках.	2
2	Проекційне креслення. Побудова трьох виглядів деталі та аксонометричного зображення за двома заданими проєкціями у середовищі AutoCAD.	4
3	Створення тривимірних моделей деталей та складальних одиниць. Основи роботи зі спеціальними бібліотеками системи КОМПАС-3D, Fusion 360. Рознімні та нерознімні з'єднання. З'єднання болтом. З'єднання шпилькою. З'єднання паянням та склеюванням.	4
4	Робочі креслення деталей. Ескізування деталей складальної одиниці.	4
5	Створення складальних креслеників на основі тривимірних моделей складальних одиниць.	6
6	Виконання схем електричних принципів	2
7	Креслення печатної плати у зборі (складальний кресленник).	2
Усього		24

8. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з історичними та літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри).

**Питання
для самостійного вивчення студентами**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	2	3	4
1	Державні стандарти. Масштаби. Шрифти. Лінії креслення. Проекції точки на епюрі Монжа.	2	4
2	Проекції прямої. Способи завдання прямої. Визначення довжини відрізка прямої та кутів його нахилу до площин проекцій. Сліди прямої лінії.	2	4
3	Побудова геометричних фігур у аксонометричних проекціях.	3	5
4	Проекції площини. Способи завдання площини. Сліди площини. Пряма і точка в площині. Головні лінії площини (горизонталь, фронталь, лінії найбільшого нахилу).	3	6
5	Позиційні та метричні властивості проекцій пар геометричних фігур. Точка і пряма, дві прямі; пряма та площина, точка та площина, дві площини.	3	7
6	Перетин прямої та площини. Взаємний перетин площин. Перпендикулярність прямої і площини, двох площин. Метод січних площин.	4	7
7	Методи перетворення проекцій. Заміна площин проекцій. Плоскопаралельне переміщення. Метод обертання навколо ліній рівня, навколо осей проектуючого положення.	3	9
8	Гранні поверхні. Тіла Платона. Перетин багатограних поверхонь прямою та площиною. Взаємний перетин багатограників. Метод ребер. Метод граней. Розгортки багатограників.	3	7
9	Криві лінії. Класифікація. Особливі точки кривої. Криві другого порядку. Просторові криві.	1	4
10	Криві поверхні. Класифікація. Способи утворення. Визначник та каркас поверхні. Поверхні обертання. Поверхні другого порядку. Побудова розгортних поверхонь; гвинтових поверхонь; поверхонь Каталана; поверхонь, заданих дискретною множиною точок або ліній.	3	5
11	Перетин поверхонь площиною та прямою. Метод січних площин.	3	6
12	Взаємний перетин поверхонь. Метод січних площин. Метод косокутного проектування. Метод концентричних, ексцентричних сфер.	4	6
13	Роль і місце креслення в техніці і науково-технічному прогресі сучасної техніки автоматизованого проектування Роботи в сучасних програмних продуктах, що використовуються при автоматизованому проектуванні (КОМПАС-3D, AutoCAD та Fusion 360); види забезпечення систем автоматизованого проектування. Класифікація САПР, їх функції та характеристики; основи роботи в системі тривимірного моделювання.	2	6

1	2	3	4
14	Типи тривимірних моделей; основи тривимірного моделювання; основні операції зі створення геометричних елементів моделей; основи побудови креслеників. Правила нанесення розмірів на креслениках. Проекційне креслення. Види, розрізи, перерізи. Побудова трьох виглядів геометричних фігур та аксонометричного зображення. Побудова трьох виглядів деталі та аксонометричного зображення за двома даними проекціями.	4	10
15	Основні принципи створення тривимірних моделей деталей та складальних одиниць. Основи роботи зі спеціальними бібліотеками системи КОМПАС-3D, Fusion 360. Рознімні та нерознімні з'єднання. З'єднання болтом. З'єднання шпилькою. З'єднання паянням та склеюванням.	4	8
16	Шорсткість поверхонь. Матеріали та їх умовне позначення. Конструкторські, вимірювальні, технологічні бази для нанесення розмірів. Робочі креслення деталей. Послідовність виконання ескізів. Ескізування деталей складальної одиниці.	4	18
17	Створення складальних креслеників на основі тривимірних моделей складальних одиниць. Умовності та спрощення на складальних кресленнях. Послідовність виконання складального креслення. Комплекти конструкторської документації.	4	14
18	Схеми. Загальні вимоги до виконання електричних схем. Види і типи схем. Позначення умовні графічні у електричних схемах.	3	3
19	Схема електрична принципова. Правила виконання схем електричних принципових.	2	2
20	Креслення печатної плати. Креслення печатної плати у зборі (складальне креслення).	7	7
Разом		64	138

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва завдання	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Графічна робота №1			
1	Титульний аркуш	3	3
2	Дослідження відрізка прямої	3	3
3	Дослідження ребер та граней багатогранника	3	3
4	Позиційні задачі	6	6
Графічна робота №2			
6	Метричні задачі	6	6
7	Точки на поверхнях геометричних тіл	4	4
8	Переріз поверхні площиною	5	5
9	Взаємний перетин багатогранників	4	4
Графічна робота №3			
1	Нанесення розмірів. Побудова профілю прокатної сталі.	4	4
2	Побудова трьох проекцій технічної деталі та аксонометричного зображення по аксонометричному зображенню деталі.	8	8
3	Роз'ємні з'єднання.	2	2
4	Нероз'ємні з'єднання.	2	2
1	2	3	4

5	Робоче креслення деталі	4	4
6	Ескізи деталей складальної одиниці.	4	4
7	Складальне креслення.	8	8
Графічна робота №4			
8	Умовні графічні позначення.	3	3
9	Схема електрична принципова.	3	3
Разом		72	72

10. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання. Словесні і наочні використовуються під час лекцій та інструктажів, практичні при проведенні практичних занять.

Під час проведення лекцій та практичних використовуються такі словесні методи як розповідь, пояснення та наочні методи: ілюстрація, демонстрація.

Під час проведення практичних занять застосовуються наочні спостереження та словесні бесіди: вступні, поточні, репродуктивні, евристичні, підсумкові; студентами виконуються вправи: тренувальні, творчі, усні, практичні, технічні.

11. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час проведення практичних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи та індивідуальних завдань, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій.

Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання студентами контрольних робіт), проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять, під час групових консультацій або ж за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу студентів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі диференційованого заліку у першому семестрі та у формі екзамену у другому семестрі.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

I семестр

Поточне оцінювання, тестування та самостійна й індивідуальна робота												Диференційований залік	Сума	
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2								Індивідуальні завдання
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	42	30	100

II семестр

Поточне оцінювання, тестування та самостійна й індивідуальна робота				Індивідуальні завдання	Семестровий екзамен	Сума
Змістовий модуль 3						
T14		T16				
4,5		4,5		42	50	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	
0-34	F	незадовільно з можливістю повторного складання
		незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

- при підсумковому контролі у вигляді екзамену до 50 балів студент може отримати впродовж семестру, решта 50 балів припадає на підсумковий контроль;
- при підсумковому контролі у вигляді диференційованого заліку до 70 балів студент може отримати впродовж семестру, решта 30 балів припадає на підсумковий контроль.

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):

- робота на практичних заняттях (виконання практичних завдань, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 50 (70) балів.

Присутність на лекціях і практичних заняттях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 25 балів у випадку екзамену та 35 балів у випадку диф. заліку), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є екзамен (диференційований залік). Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка».

13. Рекомендована література**Базова**

1. Єдина система конструкторської документації. Загальні правила виконання креслень : (Укр. та рос. мовами): довідник / уклад. А.М. Грінь, Л.І. Скиба; ред. В.Л. Іванов. – Львів : Леонорм, 2001. – 222 с.
2. Нарисна геометрія : підручник для вnz / В.Є. Михайленко, М.В. Євстіфєєв, С.М. Ковальов, О.В. Кашенко., за ред. Михайленка В.Є. – К.:Вища школа, 2004 с. – 303 с.
3. Інженерна та комп'ютерна графіка: підручник для вnz / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов; за ред. В. Є. Михайленко. – К. : Каравела, 2010. – 360 с.
4. Інженерна графіка: підручник для вnz / В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.М. Надкернична, Г.Г. Власюк. – К. : ВНУ, 2009. – 399 с.
5. Інженерна та комп'ютерна графіка: навч. посібник для вnz / Б.Д. Коваленко, Р. А. Ткачук, В. Г. Серпученко ; ред. Б. Д. Коваленко. – К. : Каравела, 2008. – 511с.

6. Креслення: навч. посіб. / І.В. Воронцова, О.В. Воронцов, І.С. Голіяд // [за заг. редакцією Д.Е. Кільдерова]. – К.: НПУ імені Драгоманова, 2015. – 275 с.
7. Єдина система конструкторської документації. Правила виконання схем: (Укр. та рос. мовами) : довідник / уклад. П. С. Осташенков, Л.І. Скиба, ; ред. В.Л. Іванов. – Львів : Леонорм, 2001. – 145 с.
8. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электрические чертежи и схемы.– М.: Энергоиздат, 1990. –288с.
9. Соловей, О. І. Інженерна графіка: схеми електричні: навч. посібник для виз / О.І. Соловей, О.С. Хмеленко. – К. : Кондор, 2005. – 186 с.

Допоміжна

1. Антонович Є.А. та ін., Нарисна геометрія. Практикум: Навч. посібник / За ред. проф. Антоновича Є.А. – Львів, 2004. – 528 с.
2. Ванін, В. В. Оформлення конструкторської документації: навч. посібник для виз / В.В. Ванін, А.В. Блюк, Г.О. Гнітецька ; НТУУ "КПІ". – 4-те вид., випр. і доп. – К. : Каравела, 2012. – 199 с.
3. Інженерна графіка. Довідкові таблиці: довідковий посібник : навч. посібник для виз / уклад. В.Л. Хруцький. – Кривий Ріг : Мінерал, 2002. – 165 с.
4. Костюкова, Т. І. Інженерна графіка: практикум : навч. посібник для виз: / Т.І. Костюкова. – Львів : Новий Світ – 2000, 2011. – 364 с.

14. Інформаційні ресурси

1. Креслення: навч. посіб. / І.В. Воронцова, О.В. Воронцов, І.С. Голіяд // [за заг. редакцією Д.Е. Кільдерова]. – К.: НПУ імені Драгоманова, 2015. – 275 с. (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).
2. Бойко В.А. Робоча програма навчальної дисципліни "Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка" для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / В.А. Бойко. – Полтава, 2018 – 15 с. (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).
3. Бойко В.А. Конспект з дисципліни «Нарисна геометрія» для студентів спеціальностей: 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, 274 – автомобільний транспорт, 131 – прикладна механіка, 133 – галузеве машинобудування усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 140 с (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ). . (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).
4. Воронцов О.В., Погорілий Д.Ф., Усенко В.Г., Бойко В.А. Навчально-методичний посібник до виконання завдання «Складальне креслення» для студентів будівельних та механічних спеціальностей усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2008. 60 с. . (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).
5. Усенко В.Г., Кодак О.А., Бойко В.А. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з інженерної графіки (спецкурс) для студентів будівельних спеціальностей. Полтава: ПолтНТУ, 2009. 36 с. . (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).
6. Воронцов О.В., Усенко В.Г., Бойко В.А. Методичні вказівки до виконання завдань із нарисної геометрії для студентів денної та заочної форм навчання (графічні роботи № 1, 2). Полтава: ПолтНТУ, 2010. 34 с. . (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).
7. Погорілий Д.Ф., Бойко В.А., Чепіга Л.Д. Навчальний посібник до виконання завдання «Деталювання складального креслення» для студентів електромеханічного факультету денної та заочної форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2012. 55 с. . (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).
8. Харченко О.Є., Бойко В.А. Навчально-методичний посібник з електротехнічного креслення для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка». Полтава: ПолтНТУ, 2013. 102 с. . (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).
9. Бойко В.А. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів по виконанню індивідуальних завдань із нарисної геометрії для студентів напряму підготовки 6.050702 –

Електромеханіка. / В.А. Бойко– Полтава: ПолтНТУ, 2015. – 41 с. . (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).

10. Кодак О.А., Бойко В.А. Навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів по виконанню індивідуальних завдань з курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів будівельних спеціальностей усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2016. 70 с. (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).

11. Patenko Iu., PhD, Boyko V. Guidelines for execution graphical tasks on Descriptive Geometry and Engineering Graphics for students of Specialty 185 «Oil and Gas, Engineering and Technology», 192 «Civil Engineering», 141 «Electromechanics», Poltava: PoltNTU, 2017. 44 p. (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).

12. Бойко В.А., Методичні вказівки до геометричного і проєкційного креслення для студентів денної та заочної форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 38 с. . (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).

13. Бойко В.А., Методичні вказівки до виконання схем електричних принципів і позначень умовних графічних в електричних схемах для студентів спеціальності 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 37 с. (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).

14. Воронцов О.В., Усенко В.Г., Бойко В.А. Методичні вказівки до виконання завдань із інженерної графіки для студентів технічних спеціальностей усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 30 с. . (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).

15. Воронцов О.В., Усенко В.Г., Бойко В.А. Методичні вказівки до виконання завдань із нарисної геометрії для студентів денної та заочної форм навчання (графічні роботи № 1, 2). Полтава: ПолтНТУ, 2018. 33 с. . (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).

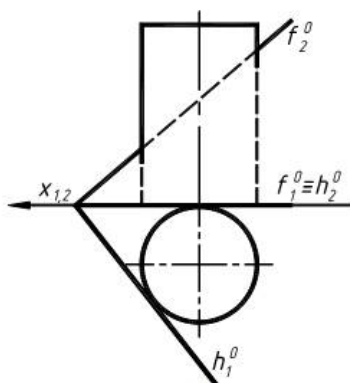
16. Бойко В.А., Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з інженерної графіки у середовищі Fusion 360 для студентів механічних спеціальностей усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 25 с. . (Електронна версія в електронній бібліотеці ПолтНТУ).

Фрагмент робочого зошиту з нарисної геометрії
(навчальна дисципліна «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»)

Міністерство освіти і науки України

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Кафедра нарисної геометрії та графіки



РОБОЧИЙ ЗОШИТ
з нарисної геометрії

Навчальний посібник для студентів спеціальностей:

192 “Будівництво та цивільна інженерія”	133 “Галузеве машинобудування”
191 “Архітектура та містобудування”	274 “Автомобільний транспорт”
184 “Гірництво”	141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”
101 “Екологія”	
185 “Нафтогазова інженерія та технології”	183 “Технології захисту навколишнього середовища”
131 “Прикладна механіка”	

денної, прискореної та дистанційної форм навчання

група _____

студент _____

ПолтНТУ 2018

Рис. В.1. Титульна сторінка робочого зошиту з нарисної геометрії

Завдання 2. Повторити креслення зображених фігур у відповідному полі.

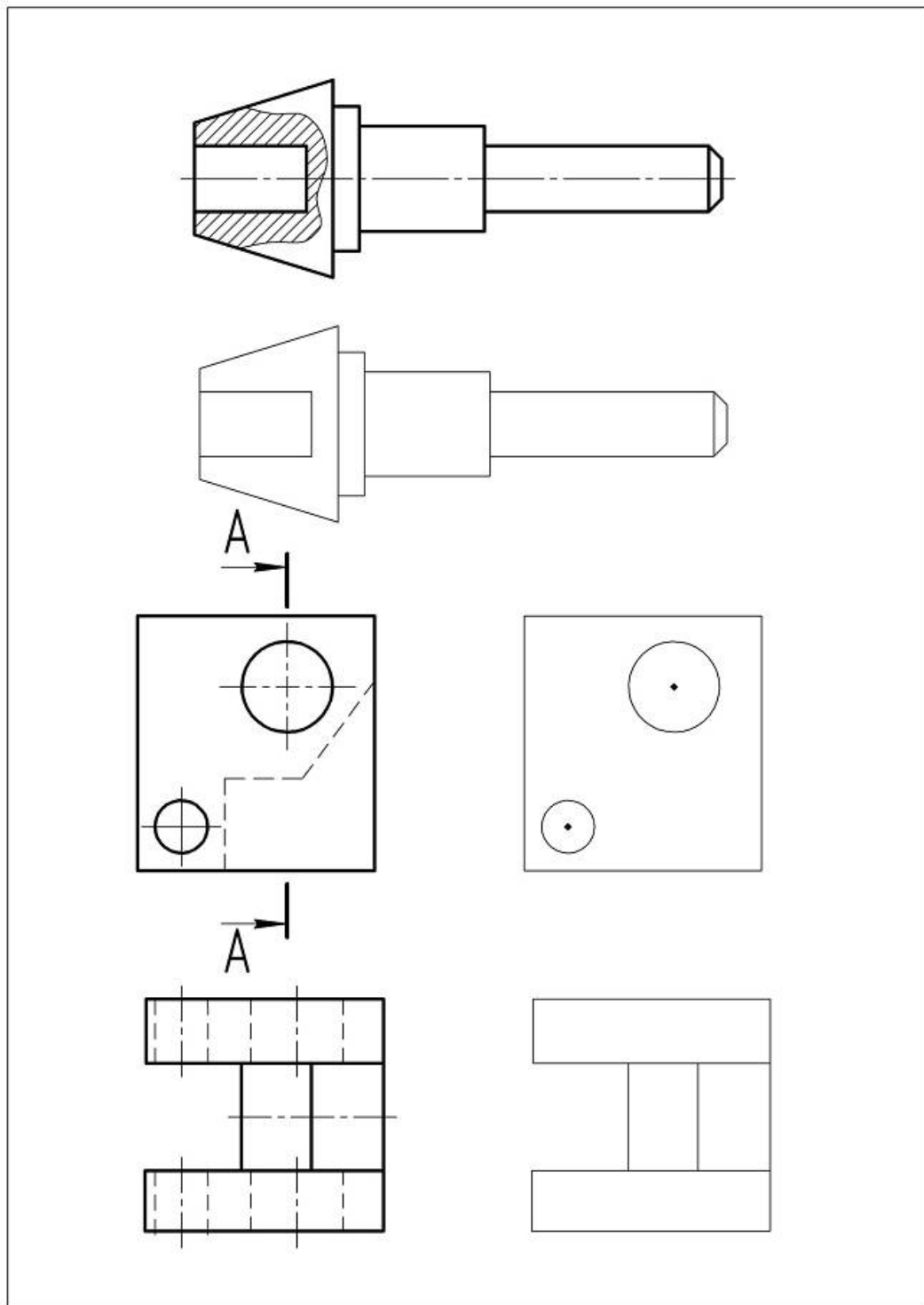
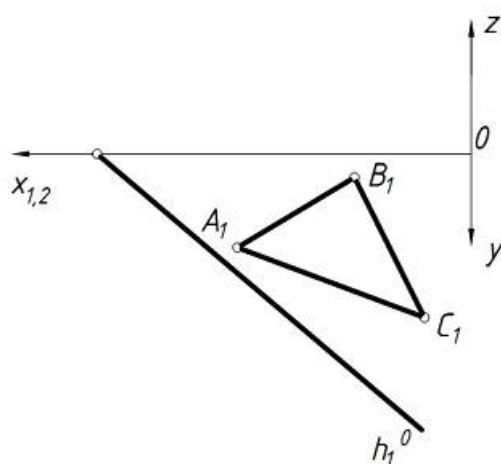


Рис. В.2. Приклад завдань на тему «Типи ліній»

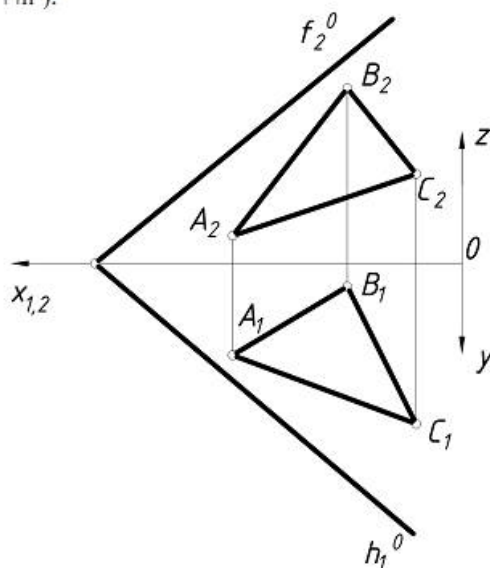
Завдання 81

Побудувати фронтальну проекцію $\triangle ABC$, який належить площині $\alpha(f^0 \cap h^0)$.
 $\beta = 30^\circ$ – кут нахилу площини α до Π_1 .

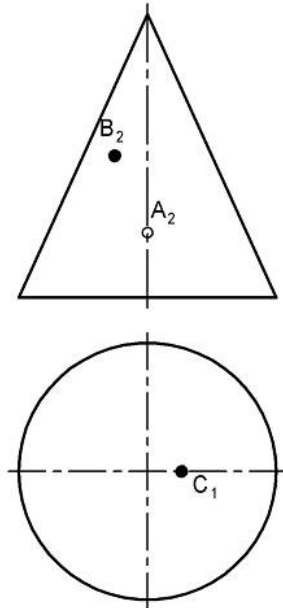


Завдання 82

Обертанням навколо горизонтального сліду побудувати дійсну величину $\triangle ABC$, який належить площині $\alpha(f^0 \cap h^0)$.

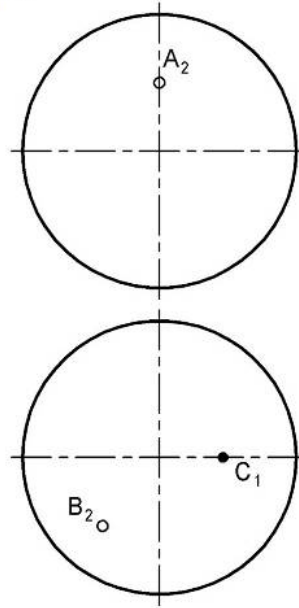


Завдання 98



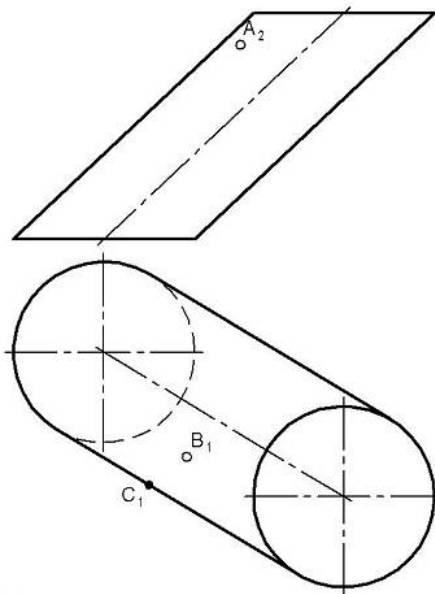
Побудувати проєкції, яких неостає точок **A**, **B**, **C** за умови, що вони належать відповідній поверхні. Позначити знаком \circ – невидимі точки, а знаком \bullet – видимі.

Завдання 99



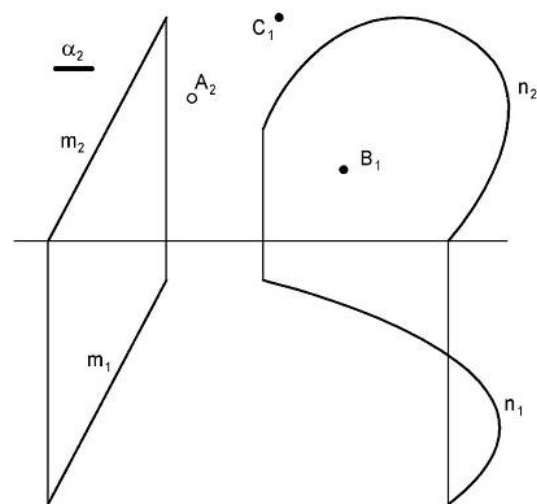
Побудувати проєкції, яких неостає точок **A**, **B**, **C** за умови, що вони належать відповідній поверхні. Позначити знаком \circ – невидимі точки, а знаком \bullet – видимі.

Завдання 100



Побудувати проєкції, яких неостає точок **A**, **B**, **C** за умови, що вони належать відповідній поверхні. Позначити знаком \circ – невидимі точки, а знаком \bullet – видимі.

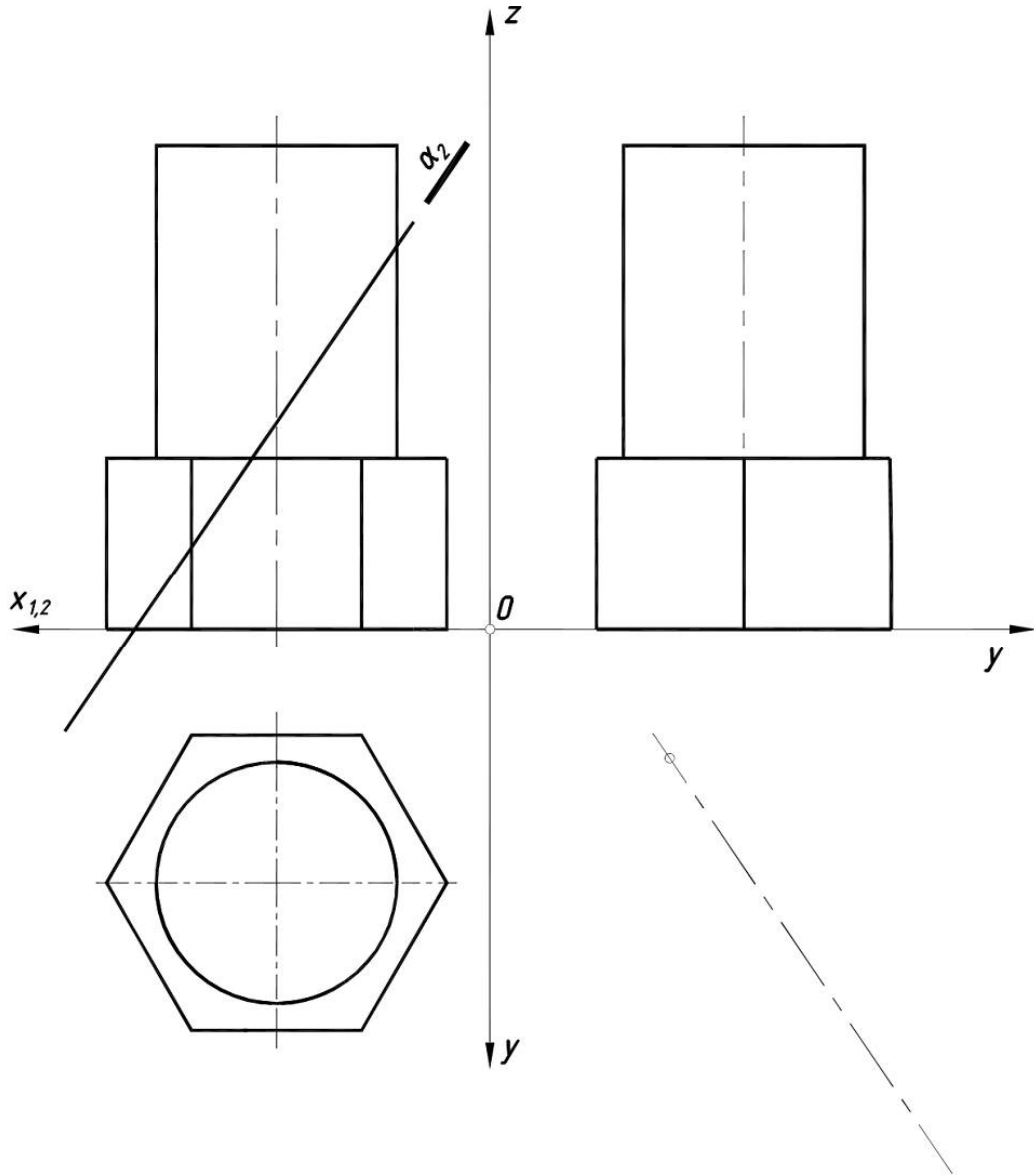
Завдання 101



Побудувати проєкції, яких неостає точок **A**, **B**, **C** за умови, що вони належать відповідній поверхні. Позначити знаком \circ – невидимі точки, а знаком \bullet – видимі.

Рис. В.4. Приклад завдань на тему «Поверхні»

Завдання 117



Побудувати три проекції лінії перетину складної поверхні із фронтально-проектуючою площиною та способом обертання навколо лінії рівня визначити натуральну величину цього перерізу.

Рис. В.5. «Перетин поверхні проєкціуючою площиною»

Фрагмент методичних вказівок до виконання лабораторних робіт у середовищі AutoCAD

(навчальна дисципліна «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»)

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

АФІННІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ФІГУРИ

Умова завдання: за даними таблиці 2 відповідно індивідуального варіанта виконати перетворення плоскої фігури, а саме: переміщення, копіювання, обертання, дзеркальне відображення, масштабування, спряження, зняття фасок.

Мета завдання:

– практичне ознайомлення з допоміжними засобами креслення та методами креслення графічних примітивів: відрізка, кола, дуги та полілінії.

– вивчення способів редагування елементів графічних примітивів у системі «AutoCAD».

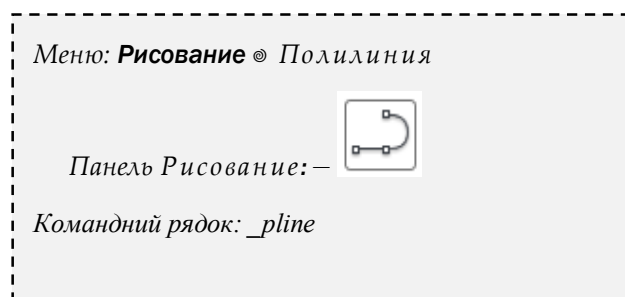
Рекомендації до виконання завдання

Завдання виконується на форматі А4 за індивідуальними варіантами (таб. 1). Приклад виконання роботи показано на рисунку 6. Для виконання завдання слід ознайомитися з способами задання координат на кресленні, з принципами роботи допоміжних режимів креслення та інструментами побудови геометричних примітивів (відрізок, коло, багатокутник, дуга та полілінія).







Побудова плоскої вихідної фігури

Розглянемо приклад побудови контура плоскої фігури за допомогою *Полілінії*, вузли якої будемо вказувати за допомогою допоміжних засобів креслення (об'єктна прив'язка, полярне

відстеження, відстеження об'єктної прив'язки), використовуючи при цьому метод напрям-відстань та інтерактивний метод введення координат опорних точок контуру (таб. 1).



Поетапне виконання контуру плоскої фігури

<p>1</p>  <p>40мм</p>	 <p>2) Відводимо курсор вправо - з'являється горизонтальна лінія вирівнювання</p> <p>1) Першу точку вказуємо довільно</p> <p>3) З клавіатури вводимо довжину лінійного елементу і натискаємо Enter</p> <p>Текущая ширина полилинии равна 0.0000</p> <p>ПЛИННЯ Следующая точка или [Дуга Полуширина длина Отменить Ширина]: 40</p>
<p>2</p>  <p>10 мм</p>	 <p>4) Відводимо курсор вгору до появи вертикальної лінії вирівнювання</p> <p>5) З клавіатури вводимо довжину лінійного елементу і натискаємо Enter</p> <p>Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:</p> <p>ПЛИННЯ Следующая точка или [Дуга Занкнуть Полуширина длина Отменить Ширина]: 10</p>
<p>3</p>  <p>10мм</p>	<p>4</p>  <p>40мм</p>
<p>Аналогічно до 1 та 2 елементу будемо третій і четвертий сегмент контуру</p>	



Наведений приклад побудови контуру фігури можна б було виконати за допомогою інструмента *Отрезок*.

Для викреслювання контуру фігури, елементами якої є правильні багатокутники доцільно використовувати інструмент *Многоугольник*.

Якщо елемент контур фігури має форму кола, то для його виконання слід використовувати інструмент *Круг*.

Для викреслювання дуг різного діаметру можна застосувати інструмент *Дуга*.

Меню: **Рисование** © *Отрезок*

Панель Рисование: — 


Командний рядок: *_line*.

Меню: **Рисование** © *Многоугольник*

Панель Рисование: — 

Командний рядок: *_polygon*

Меню: **Рисование** © *Круг*

Панель Рисование: — 

Командний рядок: *_circle*

Меню: **Рисование** © *Дуга*

Панель Рисование: — 

Командний рядок: *_arc*

1 перетворення. Побудова кількох копій оригіналу

Для виконання лабораторної роботи необхідно створити п'ять копій вихідної фігури. Для цього використаємо команду редагування *_copy*.

Меню: Редактировать © Копировать

Панель Редактирование: –



Командный рядок: *_copy*

Система запитів

Команда: *_copy*

Выберите объекты: //обираємо за допомогою миші об'єкти // ↵

Базовая точка или [Перемещение] <Перемещение>: //лівою клавішою вказуємо нижній лівий кут фігури, яку треба скопіювати//

Вторая точка или <считать перемещением первую точку>: //вказуємо точку, куди потрібно скопіювати фігури – перша копія//

Укажите вторую точку или [Выход/Отменить] <Выход>: //вказуємо точку, куди потрібно скопіювати фігури – друга копія//

Укажите вторую точку или [Выход/Отменить] <Выход>: //вказуємо точку, куди потрібно скопіювати фігури – третя копія//

Укажите вторую точку или [Выход/Отменить] <Выход>: //вказуємо точку, куди потрібно скопіювати фігури – четверта копія//

Укажите вторую точку или [Выход/Отменить] <Выход>: //вказуємо точку, куди потрібно скопіювати фігури – 5 копія//

Укажите вторую точку или [Выход/Отменить] <Выход>: //зупиняємо команду// ↵

2 перетворення. Дзеркальне відображення фігури

Розглянемо приклад виконання дзеркального відображення вихідної фігури відносно вертикальної осі симетрії.

Меню: Редактировать © Зеркало

Панель Редактирование: –



Командный рядок: *_mirror*

Система запитів

Команда: *_mirror*

Выберите объекты: //обираємо за допомогою миші об'єкти// ↵

Первая точка оси отражения: //лівою клавішею миші вказуємо першу точку вісі симетрії//

Вторая точка оси отражения: //вказуємо другу точку вісі//

Удалить исходные объекты? [Да/Нет] <N>: //не видаляємо//



3 перетворення. Обертання фігури

Розглянемо приклад виконання обертання вихідної фігури на кут 45° за годинниковою стрілкою.

Меню: Редактировать © Повернуть

Панель Редактирование: –



Командний рядок: `_rotate`

Система запитів

Команда: `_rotate`

Выберите объекты: //обираємо об'єкти, які потрібно обернути//



Базовая точка: //лівою клавішею миші вказуємо базову точку//

Угол поворота или [Копия/Опорный угол] <0>: -45 //вказуємо кут обертання//



4 перетворення. Масштабування фігури

Виконаємо зменшення вихідного об'єкта вдвічі за допомогою команди редагування `_scale`.

Меню: Редактировать © Масштаб

Панель Редактирование: –



Командний рядок: `_scale`

Система запитів

Команда: `_scale`

Выберите объекты: //обираємо об'єкти, які потрібно масштабувати//



Базовая точка: //лівою клавішею миші вказуємо базову точку//

Масштаб или [Копия/Опорный отрезок] <1>: 0.5 //вказуємо

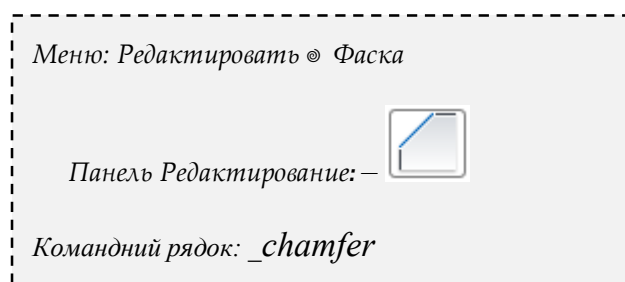
коефіцієнт

масштабування //



5 перетворення. Побудова фасок

Розглянемо приклад побудови фасок на всіх вершинах кутів полілінії. Якщо при виконанні команди побудова фаски виконуються не на всіх кутах вихідної фігури, то необхідно повторити команду і вказати відрізки, між якими слід побудувати фаску.



Система запитів

Команда: `_chamfer`

(Режим С ОБРЕЗКОЙ) Параметры фаски: Длина1 = 0, Длина2 = 0

Выберите первый отрезок или [Отменить/полИлиния/Длина/Угол/Обрезка/Метод/Несколько]: d //выкликаемо опцію зміни довжин фаски//

Первая длина фаски <0>: 3 //значення довжин фаски вздовж першого відрізка//

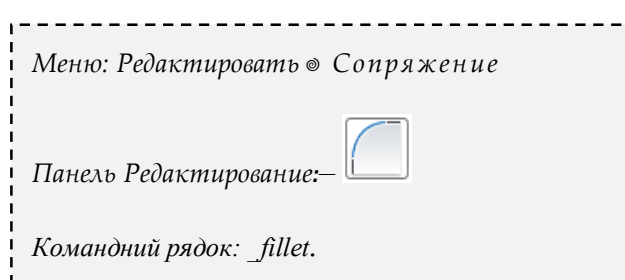
Вторая длина фаски <3>: 3 //значення довжин фаски вздовж другого відрізка//

Выберите первый отрезок или [Отменить/полИлиния/Длина/Угол/Обрезка/Метод/Несколько]: u //выкликаемо опцію зняття фаски на полілінії//

Выберите 2D полилинию: //лівою клавішою миші тиснемо на контурі полілінії//

6 перетворення. Побудова спряжень

Розглянемо приклад побудови спряжень дугою радіусом 5мм на всіх вершинах кутів полілінії. Якщо при виконанні команди спряження виконуються не на всіх кутах вихідної фігури, то необхідно повторити команду і вказати відрізки, між якими слід побудувати спряження.



Система запитів

Команда: `_fillet`

Текущие настройки: Режим = С ОБРЕЗКОЙ, Радиус сопряжения = 0

Выберите первый объект или [Отменить/полИлиния/раДиус/Обрезка/Несколько]: d //выкликаемо опцію зміни радіуса спряження//

Радиус сопряжения <0>: 5 //нове значення радіуса спряження//

Выберите первый объект или [отменить/полилиния/радиус/Обрезка/Несколько]: и
 //викликаємо опцію побудови спряжень на полілінії//
 Выберите 2D полилинию: //лівою кавішею миші тиснимо на контурі полілінії//

7 перетворення. Переміщення.

Якщо при виконанні перетворень контури отриманих фігур вийшли за межі формату або наклалися один на одний, то необхідно перемістити їх так, щоб вони оптимально розмістилися у графічній області. Для цього слід використовувати команду `_move`.

Меню: Редактировать © Сместение

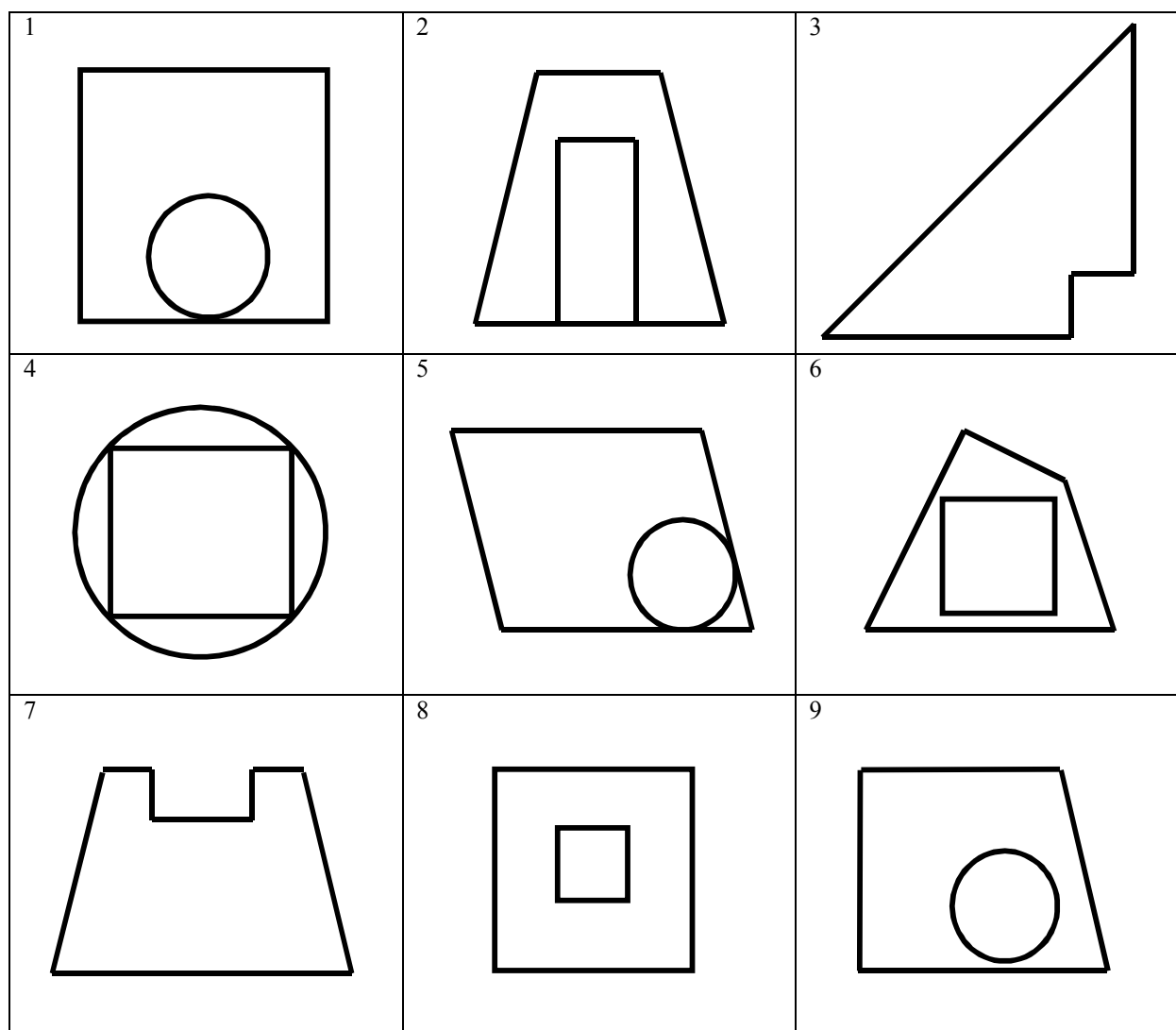
Панель Редактирование:—

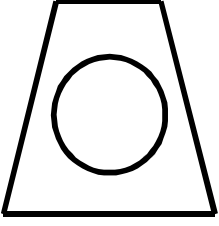
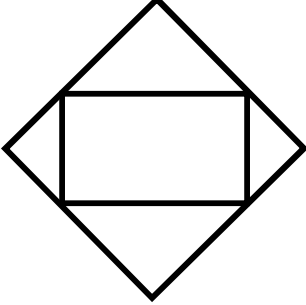
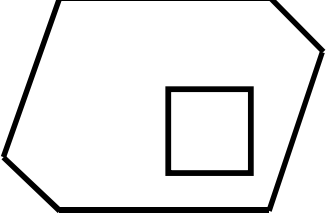
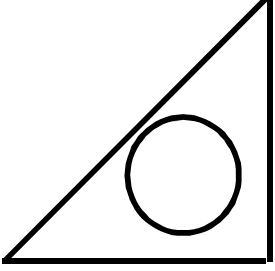
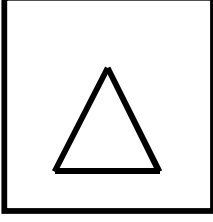
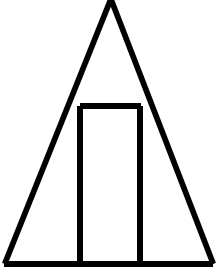

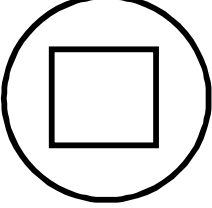
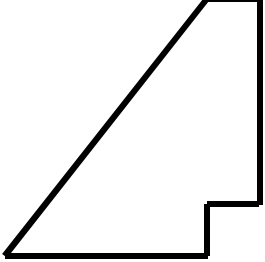
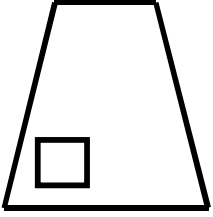
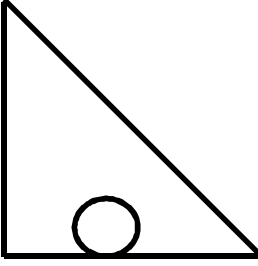
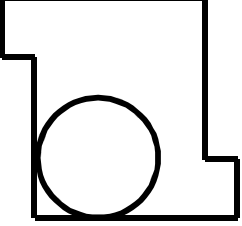
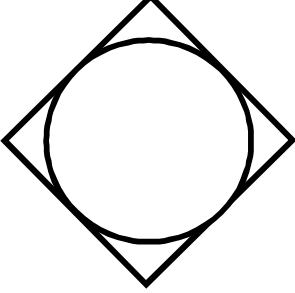

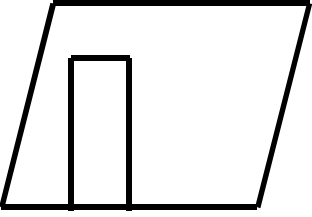


Командный рядок: `_move`

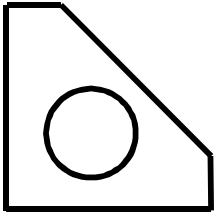
Таблица Г.2

Завдання до лабораторної роботи №2

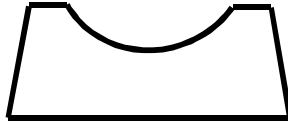


10 	11 	12 
13 	14 	15 
16 	17 	18 
19 	20 	21 
22 	23 	24 

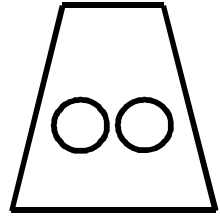
25



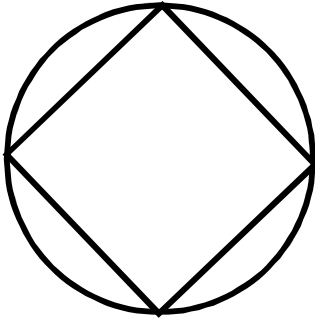
26



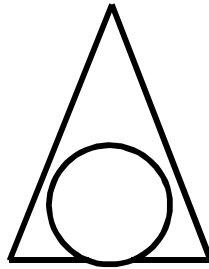
27



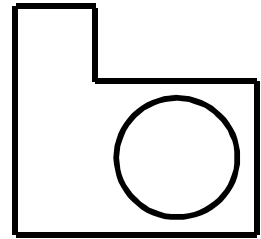
28



29

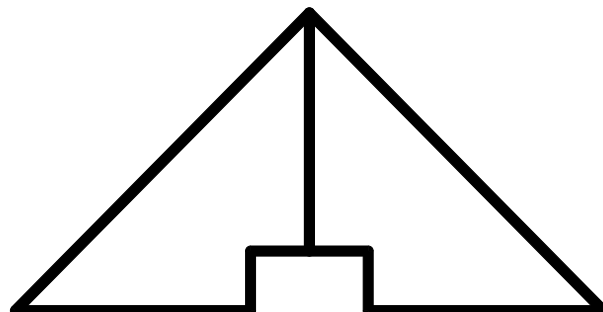


30



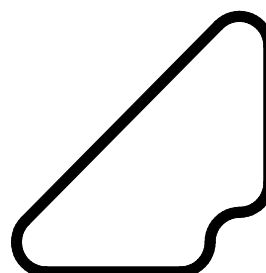
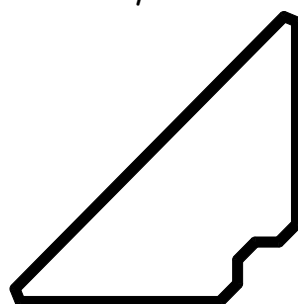
Афінні перетворення фігури

Варіант №3



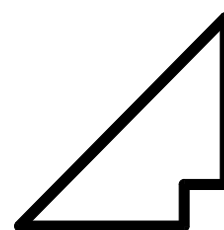
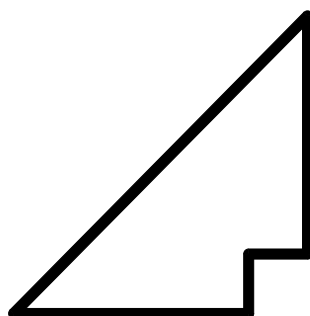
Дзеркальне
відображення

Обертання



Фаска

Заокруглення



Масштабування

Виконав студент групи 1пБЗ Глинський В.О.

Рис. Г.1. Приклад виконання лабораторної роботи

Фрагмент методичних вказівок до виконання тривимірних моделей деталей складальної одиниці у середовищі Fusion 360

(навчальна дисципліна «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»)

У методичних вказівках розглянуто послідовність побудов тривимірних моделей деяких деталей складальної одиниці «Клапан» (рис. Д.1).

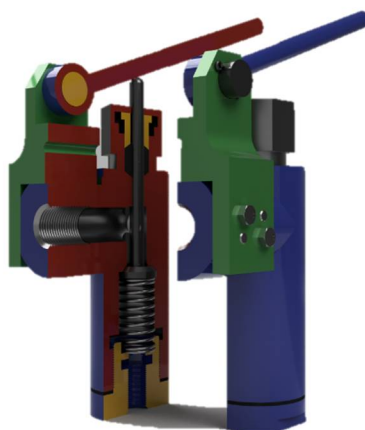
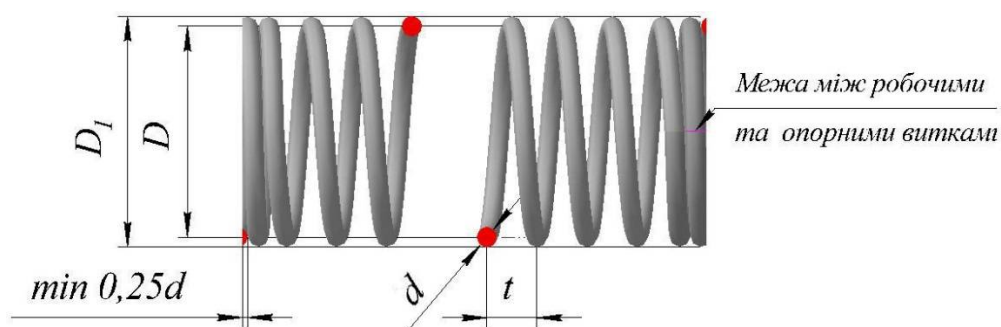


Рис. Д.1. Зображення складальної одиниці «Клапан»

Моделювання деталі «Пружина стиснення»

Створимо тривимірну модель деталі типу «Пружина стиснення» 1 класу 1 розряду (рис. Д.2) з 9 робочими витками.

Для комп'ютерного моделювання та указівок технічних вимог на кресленні необхідно мати ряд параметрів пружини. За вихідні дані для визначення розмірів пружини візьмемо кількість робочих витків $n=9$ та наближений зовнішній діаметр пружини D_1 , наприклад 23 мм.



D_1 – зовнішній діаметр; D – середній діаметр; t – крок пружини;
 $\min 0,25d$ – мінімальна висота осаженого витка (у місці обробки);
 d – діаметр проволочи.

Рис. Д.2. Пружина стиснення

Методика розрахунку основних параметрів пружини стиснення:

1. У стандарті ДСТУ ГОСТ 13766-86 знаходимо рядок, у якому зовнішній діаметр витка пружини найбільше близькій до D_1 . У цьому ж рядку знаходимо відповідне значення діаметра проволочки d , силу пружини при максимальній деформації F_3 , жорсткість одного витка пружини c_1 , та максимальну деформацію одного витка s'_3 . Відповідно до нашої умови, обираємо з таблиці $D_1 = 22$ мм, тоді $d = 2$ мм, $F_3 = 80$ Н, $c_1 = 19,62$ Н/мм та $s'_3 = 4,077$ мм.

2. Визначаємо середній діаметр пружини D за рівнянням:

$$D = D_1 - d = 22 - 2 = 20 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо крок пружини t за рівнянням:

$$t = s'_3 + d = 4,077 + 2 = 6,077 \approx 6 \text{ мм.}$$

4. Визначаємо загальну кількість витків пружини n_1 за рівнянням:

$$n_1 = n + n_2 = 9 + 2 = 11 \text{ шт.,}$$

де n_2 – загальна кількість неробочих (опорних) витків, обирається від 1 до 2,5, за умови, що $\frac{n}{n_2} \geq 3$, на кресленні дозволяється зображати перерізи пружин спрощено, по 1 чи 0,5 опорних витка на кінцях пружини, тому приймаємо $n_2 = 1$.

5. Визначаємо довжину розгорнутої пружини L за рівнянням:

$$L = n_1 \sqrt{(\pi \times D)^2 + t^2} = 11 \sqrt{(3,14 \times 20)^2 + 6^2} = 694 \text{ мм.}$$

Методичні рекомендації для комп'ютерного моделювання пружини за визначеними параметрами.

Послідовність побудови моделі:

1. Побудова робочих витків пружини. Так як к кінцям пружини крок робочих витків повинен плавно зменшуватися, спочатку побудуємо не повну кількість робочих витків, зменшимо її на один з кожного кінця. Тобто побудуємо спочатку 7 робочих витків з кроком 6мм.

Геометрією моделі складає геометричне тіло, створене за допомогою інструмента **Coil** панелі інструментів **Create**. Діалог виконання даної команди передбачає задання площини ескізу поперечного перерізу витка гвинтової лінії, його центр та діаметр (у нашому випадку площина – XZ, центр – початок

координат, а діаметр – 20 мм), після чого з'явиться діалогове вікно, у якому необхідно вказати параметри пружини (рис. Д.3). Для побудови робочих витків пружини указуємо наступні параметри:

- Type (метод побудови) – Revolution and Pitch (за кількістю витків та кроком);
- Diameter (середній діаметр пружини) – 20 мм;
- Revolutions (кількість витків) – 7 шт.;
- Pitch (крок пружини) – 6 мм;
- Section Size (діаметр проволочки) – 2 мм.

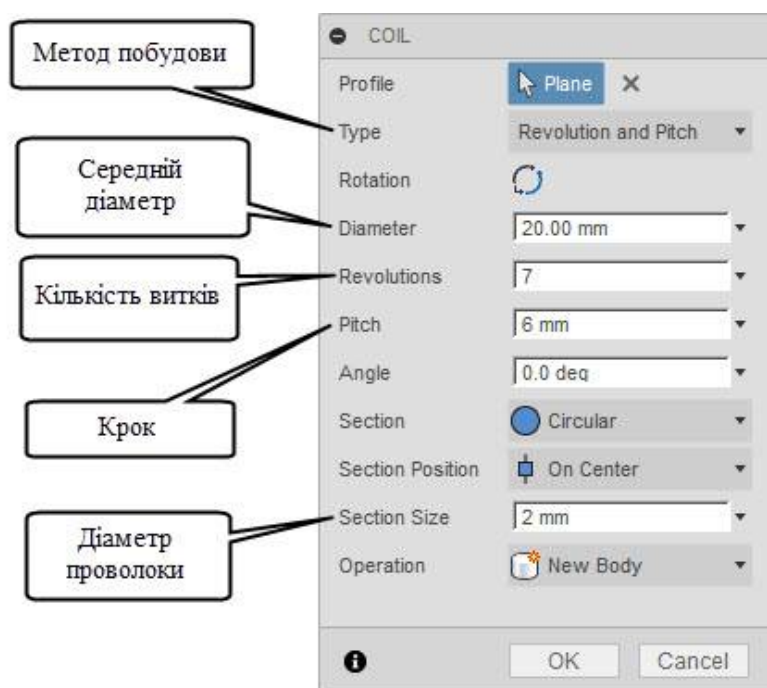


Рис. Д.3. Діалогове вікно інструмента *Coil*.

3. Побудова останнього робочого та опорних витків пружини. При побудові опорних витків слід дотримуватися наступних умов:

- їх форма повинна забезпечувати правильне центрування пружини у опорних деталях,
- їх кількість не може бути меншим одного
- поверхня контакту між кінцевими витками і опорними деталями повинна бути плоскою і перпендикулярною до вісі пружини
- після шліфування торця пружини останню чверть опорного витка (тонкий «вус») видаляють, тому в місці обрубки мінімальна висота витка

приблизно дорівнює $0,25d$, видалена частина витка враховується при підрахунку кількості опорних витків;

– проміжок між опорними витками прийнято вважати задовільним, якщо він не перевищує $0,25$ зазору між робочими витками.

Для побудови опорних витків спочатку потрібно побудувати допоміжну площину на кінці робочого витка пружини за допомогою інструмента **Plane along path**. Даний інструмент дозволяє побудувати площину перпендикулярну до ребра або контуру поверхні на заданій відстані від початкової точки. За контур обираємо круглий кінець пружини і встановлюємо параметр Distance (відстань) 0 мм (рис. Д.4).

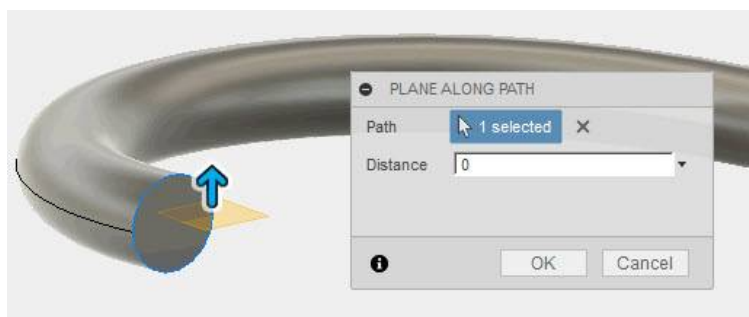


Рис. Д.4. Використання інструмента **Plane along path**

Тепер можна змоделювати опорні витки інструментом **Coil**, подібно до побудови робочих витків, тільки вже за площину ескізу поперечного перерізу витка гвинтової лінії обираємо побудовану допоміжну площину. У нашому випадку на кінцях пружини буде по одному опорному витку, тому у діалоговому вікні інструмента **Coil** указуємо наступні параметри (рис. Д.5):

- Type (метод побудови) – Revolution and Pitch (за кількістю витків та кроком);
- Diameter (середній діаметр пружини) – 20 мм;
- Revolutions (кількість витків) – $1,75$ (1 робочий і 1 опорний витки);
- Pitch (крок пружини) – $2,1$ мм на одному кінці пружини і $-2,1$ мм на іншому;
- Section Size (діаметр проволочки) – 2 мм.



Рис. Д.5. Параметри опорних витків у діалоговому вікні інструмента *Coil*.

3. Побудова шліфованих торців пружини. Для того, щоб усікти кінці моделі пружини, так щоб висота кінця останнього витка не перевищувала $0,25d$, нам потрібно виконати ряд допоміжних побудов:

1. Подібно до побудов розглянутих у п.2 будуємо площину перпендикулярну до круглого кінця останнього витка за допомогою інструмента *Plane along path*.
2. Будуємо допоміжну площину на відстані $0,25d$ від попередньої побудованої площини у напрямку до робочих витків пружини за допомогою інструмента *Offset Plane* (рис. Д.6).
3. У отриманій площині за допомогою інструмента *Create Sketch* будуємо прямокутник, розміри якого більші за зовнішній діаметр пружини, як це показано на рисунку Д.7.
4. За допомогою інструмента *Extrude* видаляємо зайві кінці пружини. Після виклику команди нам потрібно обрати створений ескіз і виконати операцію *Cut* (вирізання) по всій довжині моделі (рис. Д.8).

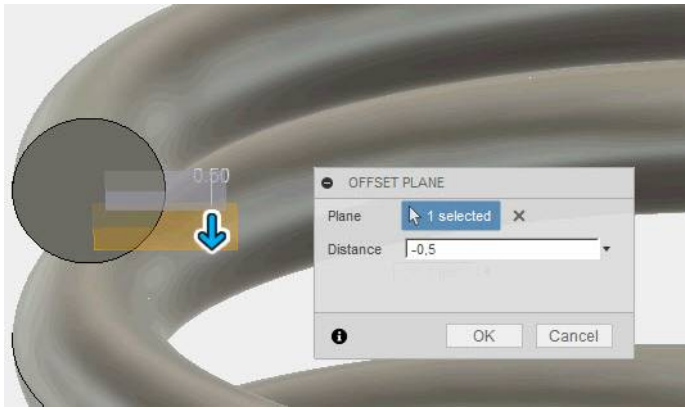


Рис. Д.6. Застосування інструмента **Offset Plane**

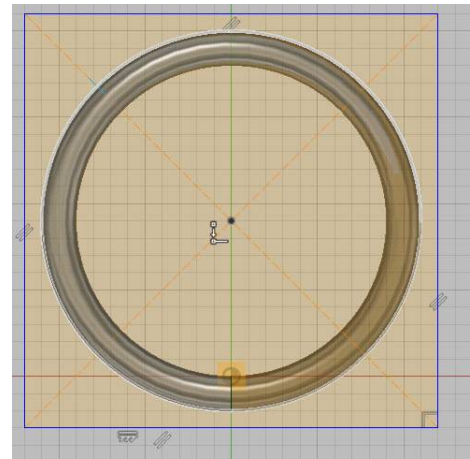


Рис. Д.7. Побудова прямокутного ескізу

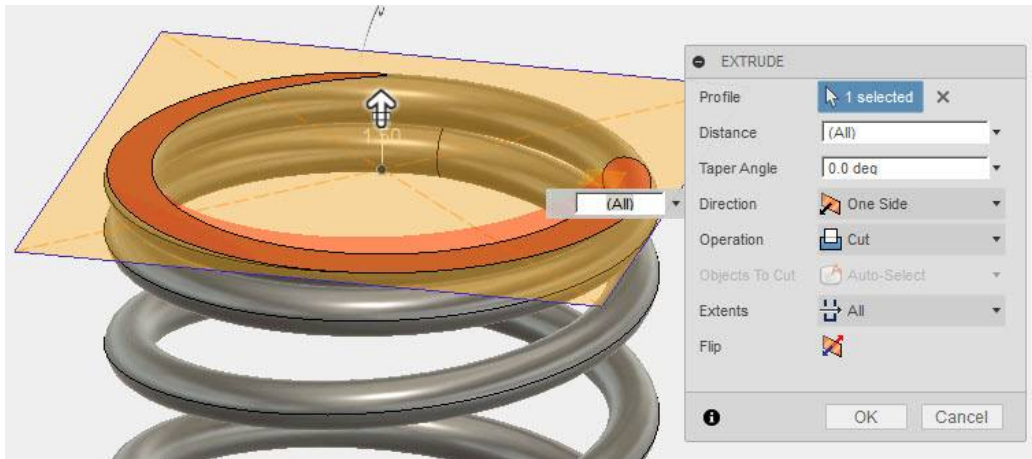


Рис. Д.8. Вирізання за допомогою інструмента **Extrude**

Графічне представлення ієрархічного набору елементів, що складають модель пружини зображено на рисунку Д.9.

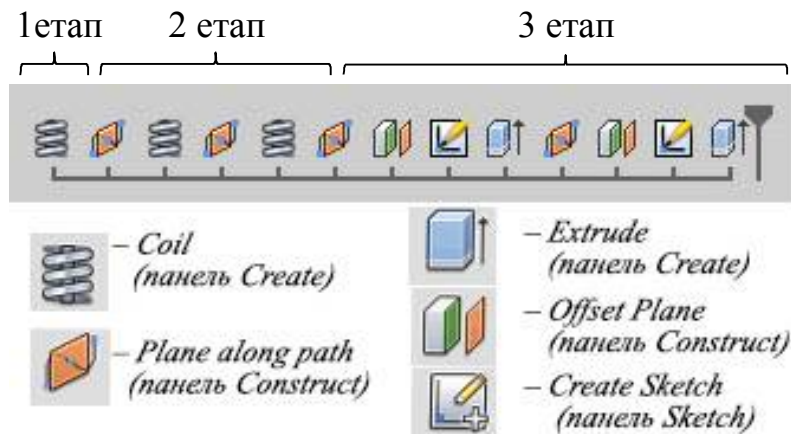


Рис. Д.9. набір основних та допоміжних елементів, що складають модель

На рисунку Д.10 представлено рендерне зображення побудованої за такою методикою моделі деталі типу «Пружина стиснення», а на рисунку 11 її кресленик, яке підготовлене у САD системі Компас-3D.



Рис. Д.10. Пружина стиснення

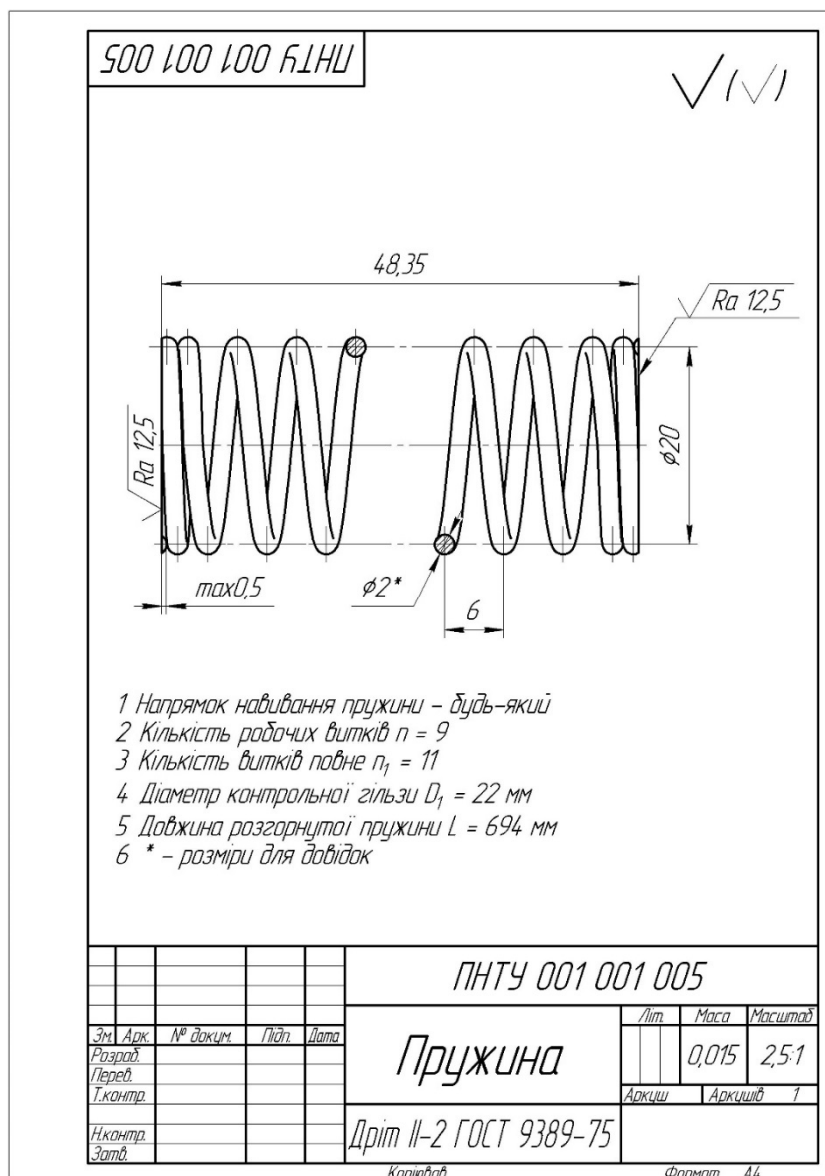


Рис. Д.11. Кресленик пружини стиснення

Побудова тривимірної моделі деталі типу «Клапан»

Побудуємо модель деталі «Клапан» за його креслеником (рис. Д.12).

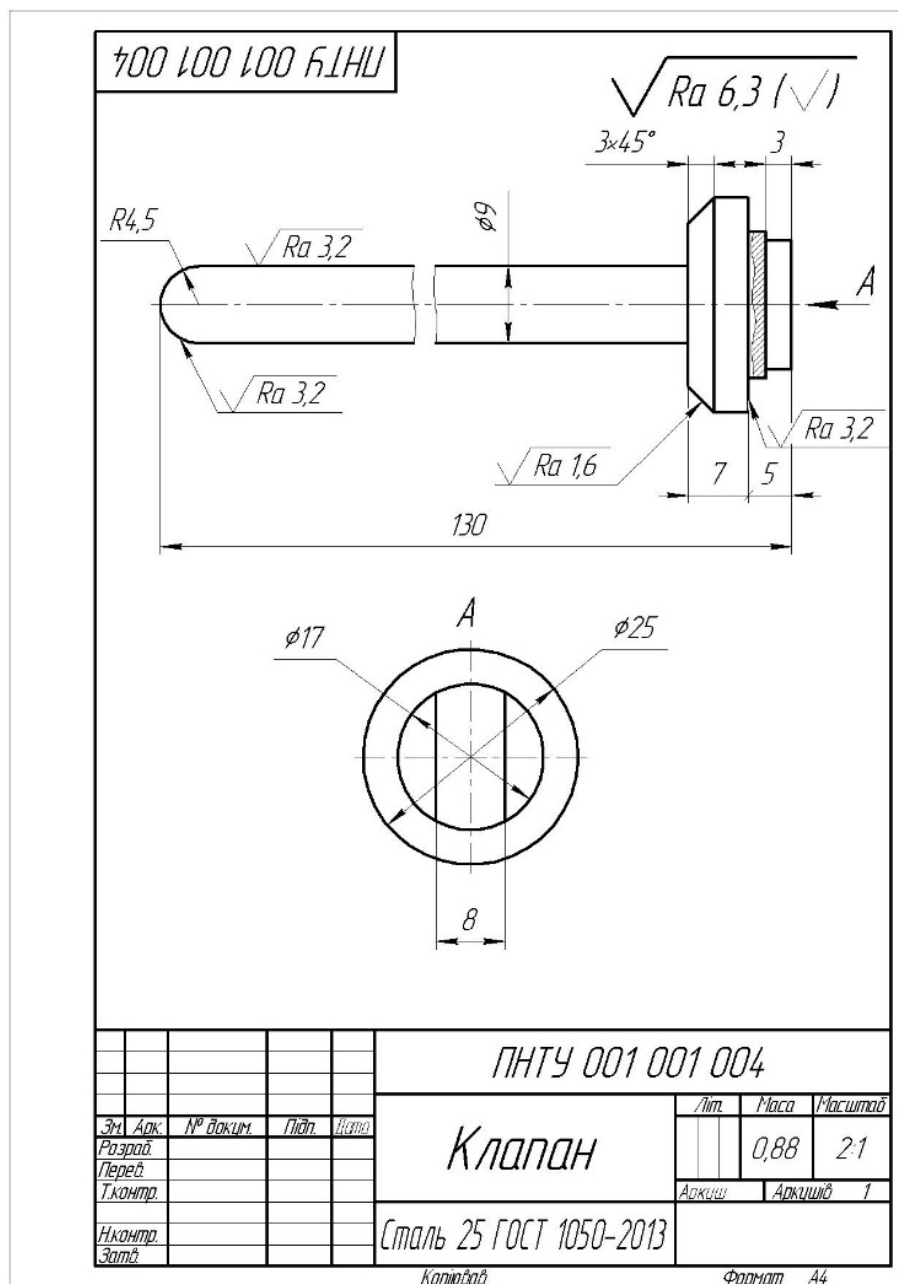


Рис. Д.12. Кресленік деталі «Клапан»

Послідовність побудови моделі:

1. Побудуємо половину контуру деталі (ескіз) висотою 130 мм інструментом **Create Sketch** у площині XY.

Нижню частину ескізу виконаємо інструментом **Line** за розрахованими з кресленіка розмірами (рис. Д.13).

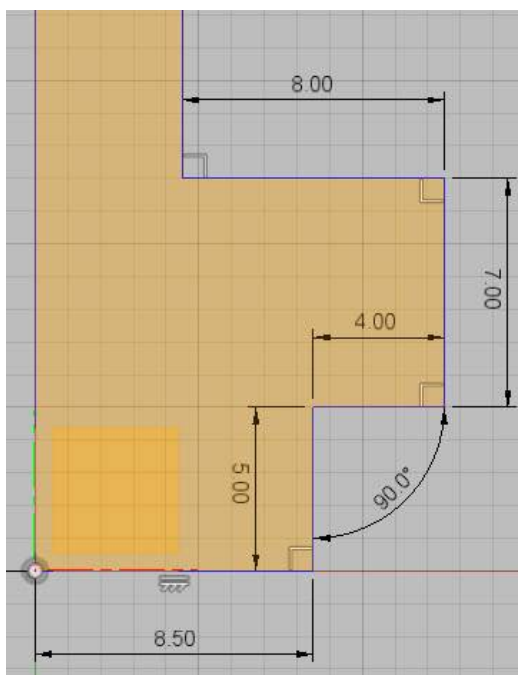


Рис. Д.13. Нижня частина ескізу

Верхню частину можна побудувати зі спряженням дугою $R=4,5$ мм за допомогою інструмента **Fillet** (рис. Д.14).

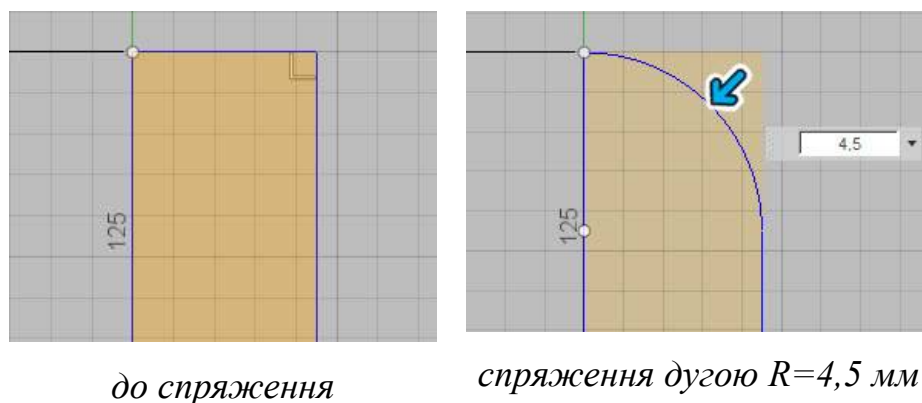


Рис. Д.14. Побудова спряження інструментом **Fillet**

2. Інструментом **Revolve** панелі **Create** створимо тривимірну модель деталі. Після виклику команди з'являється діалогове вікно, у якому треба вказати **Profile** (замкнений контур), **Axis** (вісь обертання) та **Angle** (кут обертання). Замкненим контуром буде попередньо створений ескіз, ліва лінія цього ескізу, та що довжиною 130 мм, буде віссю обертання, а значення кута візьмемо 360° (рис. Д.15).

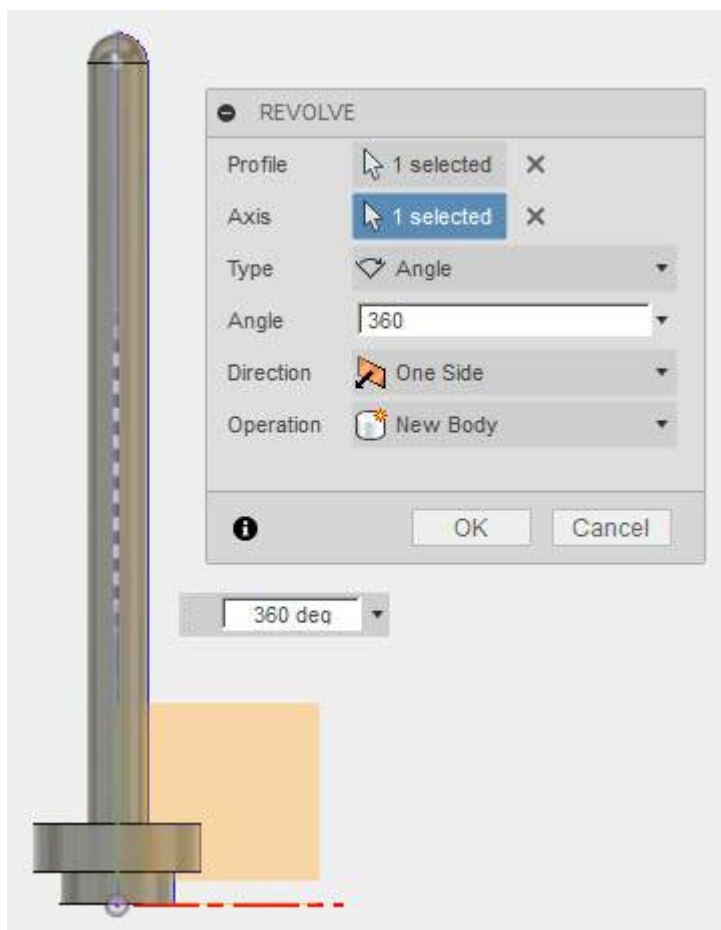


Рис. Д.15. Створення моделі інструментом **Revolve**

3. Побудуємо паз у клапані глибиною 4 мм. Для цього спочатку потрібно побудувати у відповідному місці площини XY ескіз з параметрами пазу (рис Д.16). А потім, за допомогою команди **Extrude** можна виконати наскрізний виріз. Параметри налаштування цього інструменту показані на рисунку Д.17.

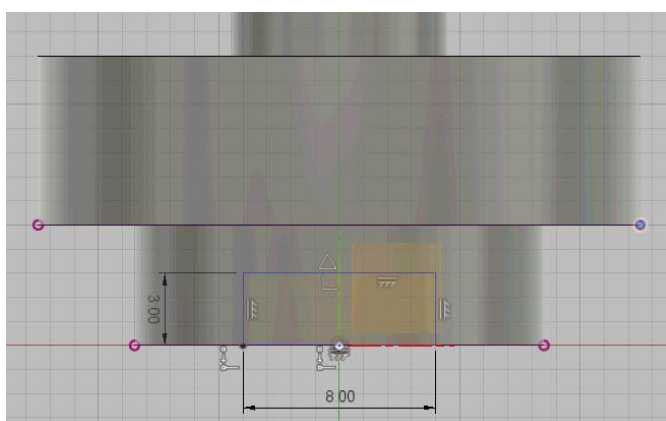


Рис. Д.16. Ескіз пазу

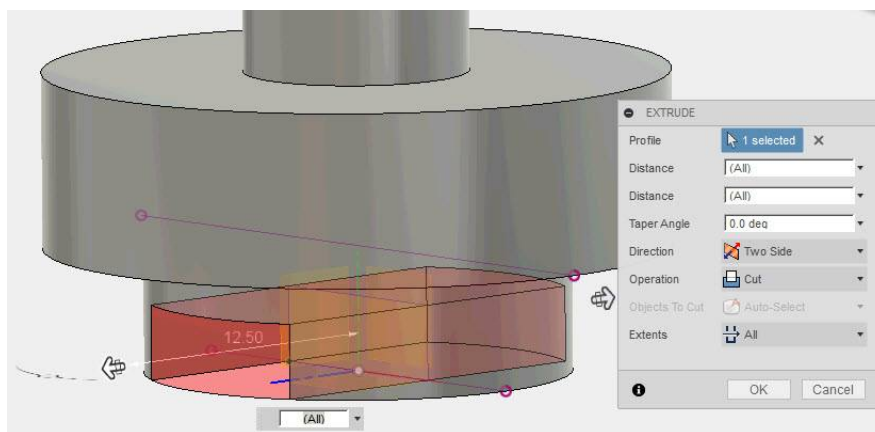


Рис. Д.17. Параметри налаштування інструменту **Extrude**

4. Побудова фаски (конічної поверхні). За допомогою інструмента Chamfer ми можемо зрізати вказану кромку поверхні, для цього після виклику команди потрібно лише вказати саму кромку, і, в залежності від способу побудови, параметри фаски. На рисунку Д.18, відповідно до умови, зображена побудова фаски розміром 3 мм під кутом 45° .

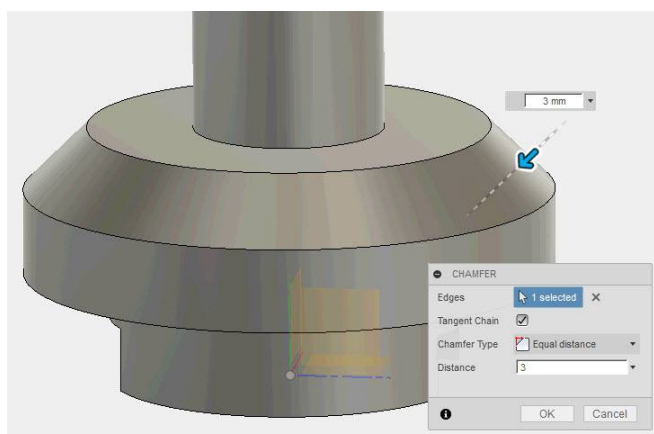


Рис. Д.18. Побудова фаски

Графічне представлення ієрархічного набору елементів, що складають модель клапану зображено на рисунку Д.19.

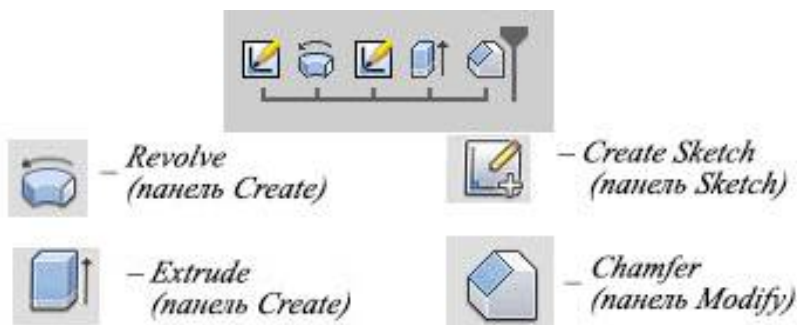


Рис. Д.19. Набір основних та допоміжних елементів, що складають модель

На рисунку Д.20 представлене рендерне зображення моделі деталі «Клапан».



Рис. Д.20. Рендерне зображення деталі «Клапан»

Моделювання деталі «Пробка»

Побудуємо тривимірну модель деталі «Пробка» за її креслеником (рис. Д.21).

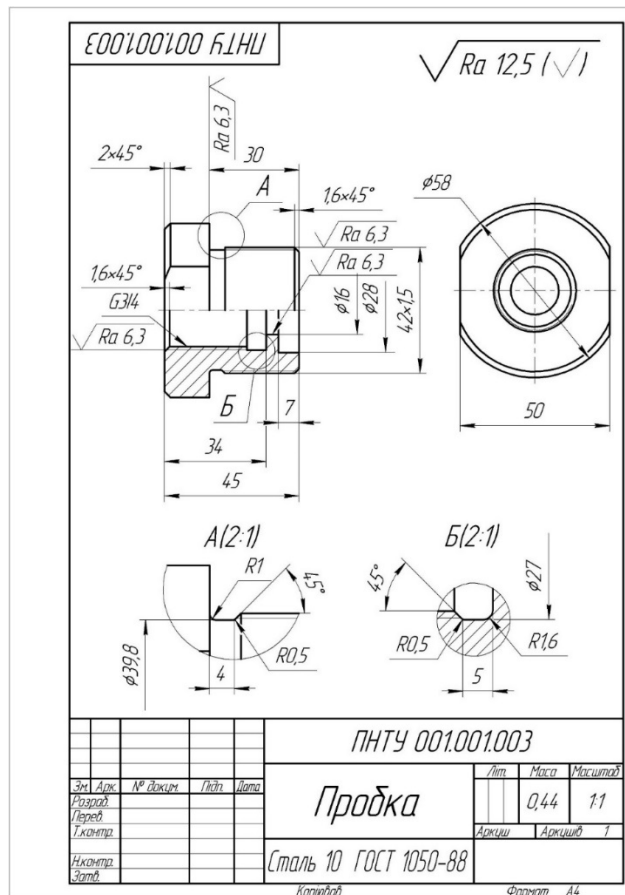


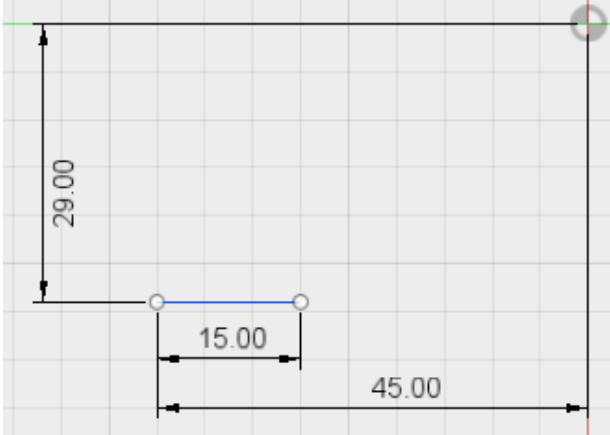
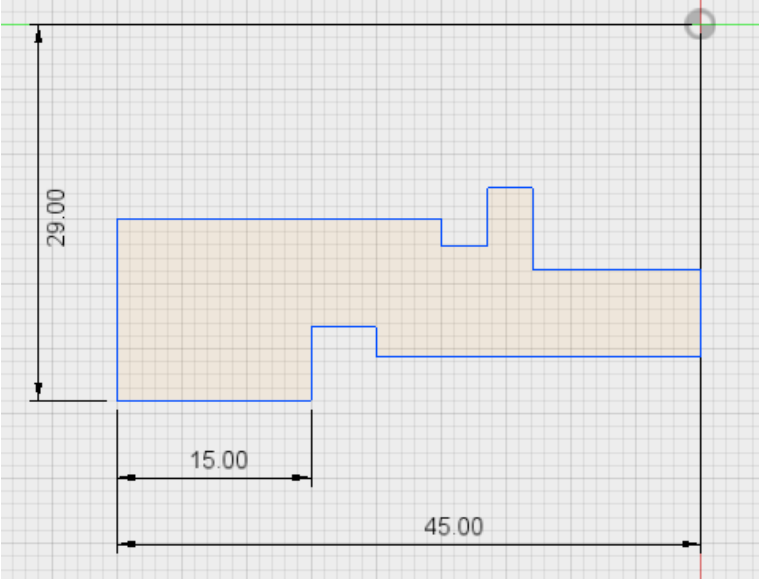
Рис. Д.21. Кресленик деталі «Пробка»

Послідовність побудови моделі:

1. Оскільки дана деталь є тілом обертання, для її побудови скористаємося інструментом **Revolve**. Тому на першому етапі побудуємо половину контуру деталі відповідно до кресленника інструментом **Create Sketch** у площині XY. Для того, щоб вигляд ескізу відповідав головному вигляду на кресленні, потрібно повернути його за годинниковою стрілкою на 90 (табл. Д.1).

Таблиця Д.1

Поетапне виконання ескізу

№ п/п		Ескіз
1	Паралельно до горизонтальної вісі побудуємо перший відрізок довжиною 15 мм, та встановимо параметри розташування цього відрізка відносно початку координат	
2	Відповідно до кресленника, будуємо спрощений вигляд ескізу деталі за довільними розмірами без урахування заокруглень та фасок, але з урахуванням проточок.	

3	<p>Задаємо параметри основних конструктивних елементів</p>	
4	<p>Добудуємо вузьку проточку для внутрішньої трубної циліндричної нарізі $\frac{3}{4}$ дюйма відповідно до ДСТУ ГОСТ 10549-80.</p>	
5	<p>Побудуємо проточку типу I для зовнішньої метричної нарізі з кроком 1,5мм відповідно до ДСТУ ГОСТ 10549-80.</p>	

2. Інструментом **Revolve** панелі **Create** створимо тривимірну модель, обернувши раніше побудований ескіз навколо вісі Y на кут 360° (рис. Д.22).

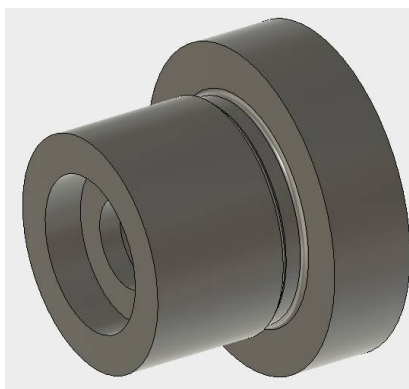
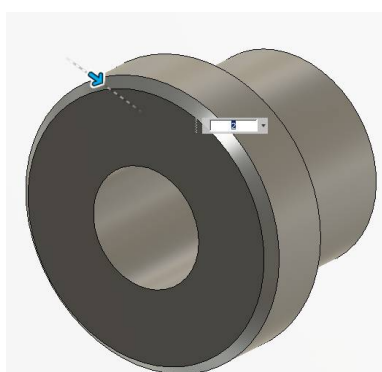
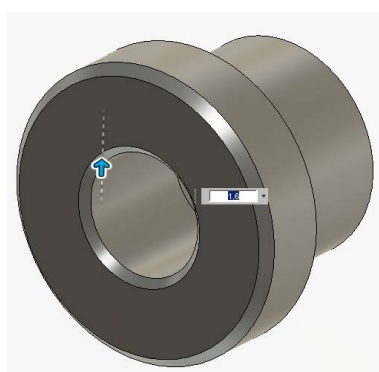


Рис. Д.22. Результат використання інструменту **Revolve**

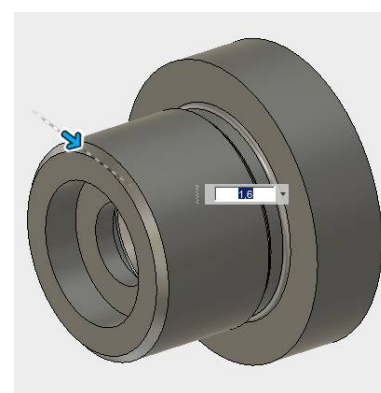
3. Інструментом **Chamfer** побудуємо фаски. На рисунку Д.23, відповідно до умови, зображена побудова зрізу трьох кромки поверхні під кутом 45° .



Фаска 2 мм



Фаска 1.6 мм



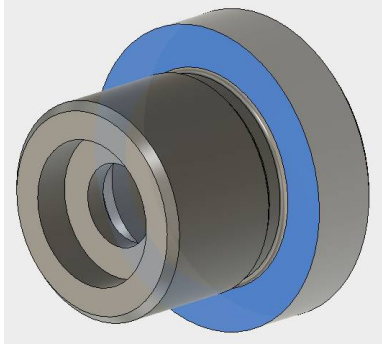
Фаска 1,6 мм

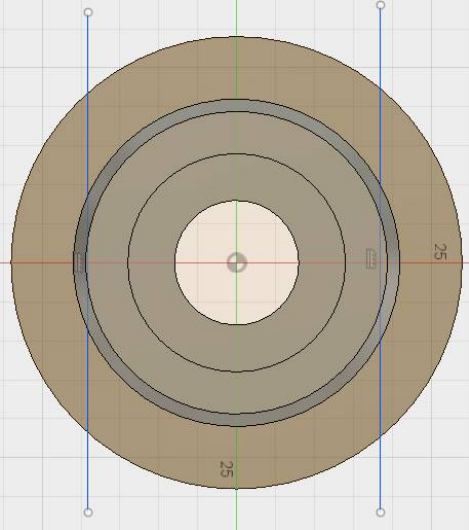
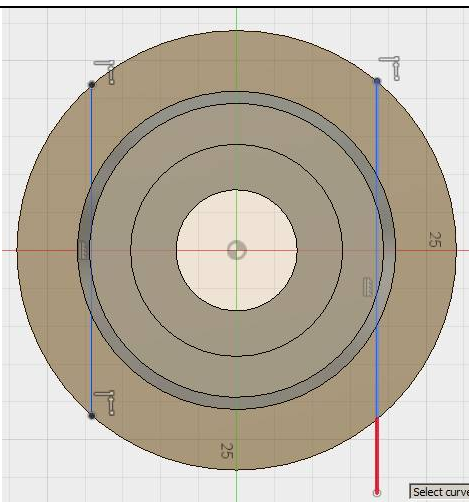
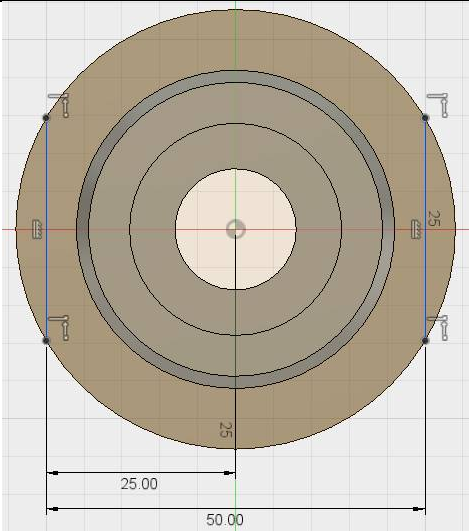
Рис. Д.23. Побудова фасок

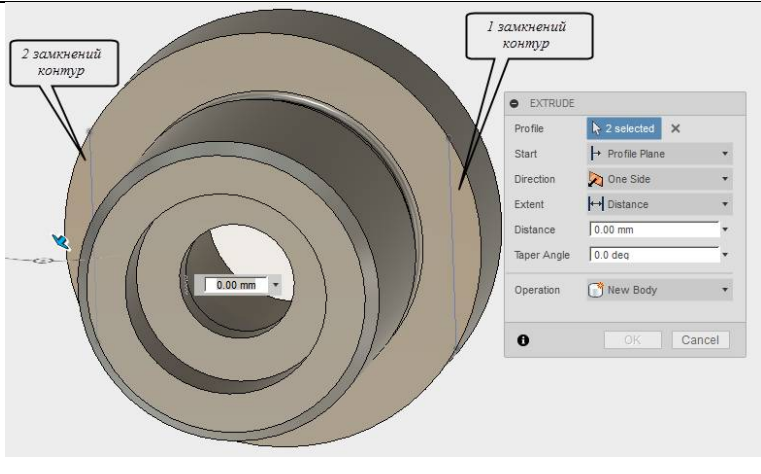
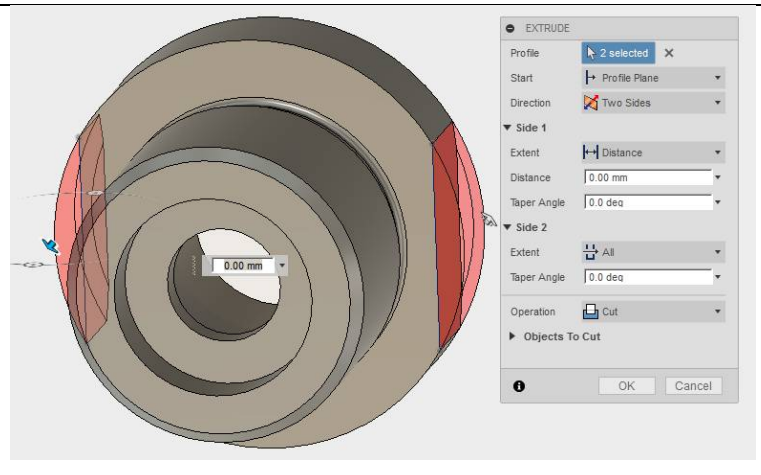
4. Побудуємо дві лиски під гайковий ключ.

Таблиця Д.2

Поетапне виконання лисок

1	Обираємо поверхню моделі для побудови ескізу	
---	--	--

2	<p>Інструментом Create Sketch у обраній площині будемо периші елементи ескізу – дві вертикальні лінії</p>	
3	<p>Командою Trim Sketch усікаємо ті частини відрізків, що виходять за контур деталі</p>	
4	<p>Відповідно до розмірів лисок встановлюємо параметри побудованих елементів (два лінійні розміри 25 мм та 50 мм) і завершуємо побудову ескізу командою Stop Sketch</p>	

5	<p>Викликаємо команду Extrude і обираємо два замкнені контури.</p>	
6	<p>Вирізаємо частину моделі, встановивши наступні параметри команди Extrude:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <i>Direction</i> – <i>Two Sides</i>; 2) <i>Side 2 Extent</i> – <i>All</i>; 3) <i>Operation</i> – <i>Cut</i>. 	

5. Створюємо внутрішню трубну циліндричну нарізь $\frac{3}{4}$ дюйма за допомогою інструмента **Thread** панелі **Create** (рис. Д.24).

Після виклику команди слід вказати циліндричну поверхню для побудови внутрішньої нарізі та обрати наступні параметри:

- 1) У вімкнути режим **Modeled** (режим реалістичного відображення нарізі);
- 2) Пересвідчитися у тому, що режим **Full Length** (режим побудови нарізі по всій довжині вказаної поверхні) ввімкнений;
- 3) **Thread Type** (тип нарізі) – **ISO Pipe Threads** (трубна нарізь, що відповідає стандартам ISO);
- 4) **Size** (діаметр нарізі у міліметрах, який відповідає $\frac{3}{4}$ дюйма) – 26,441 мм.

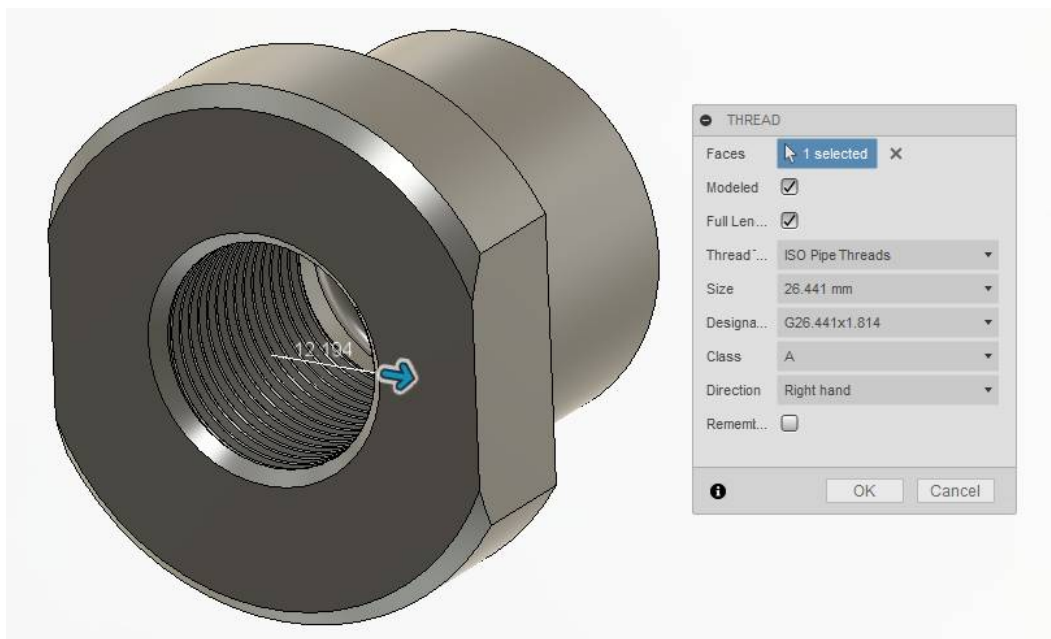


Рис. Д.24. Побудова внутрішньої трубної циліндричної нарізі $\frac{3}{4}$ дюйма

6) Подібно до попереднього етапу, побудуємо зовнішню метричну циліндричну нарізь діаметром 42 мм та кроком 1,5 мм за допомогою інструмента **Thread** панелі **Create** (рис. Д.25).

Після виклику команди вкажимо поверхню для побудови зовнішньої нарізі та встановимо її параметри:

- 1) Режим **Modeled** та **Full Length** вимкнено;
- 2) **Thread Type** (тип нарізі) – **ISO Metric profile** (метрична нарізь, що відповідає стандартам ISO);
- 3) **Size** (діаметр нарізі) – 42 мм;
- 5) **Designation** (позначення) – M42×1,5 (зі списку обираємо позначення метричної нарізі з кроком 1,5 мм).

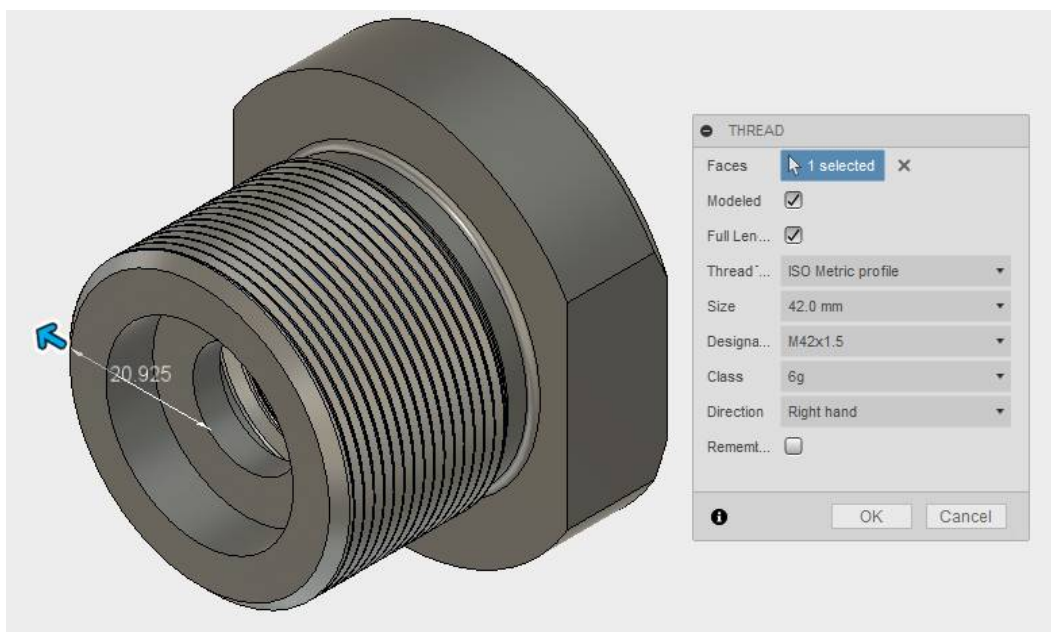


Рис. Д.25. Побудова зовнішньої метричної циліндричної нарізі

На рисунку Д.26 представлено рендерне зображення моделі деталі «Пробка».

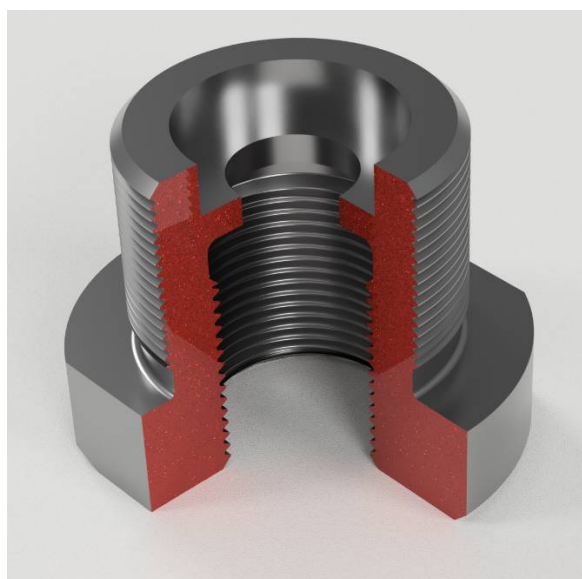


Рис. Д.26. Рендерне зображення деталі «Пробка» з вирізом 1/4 частини

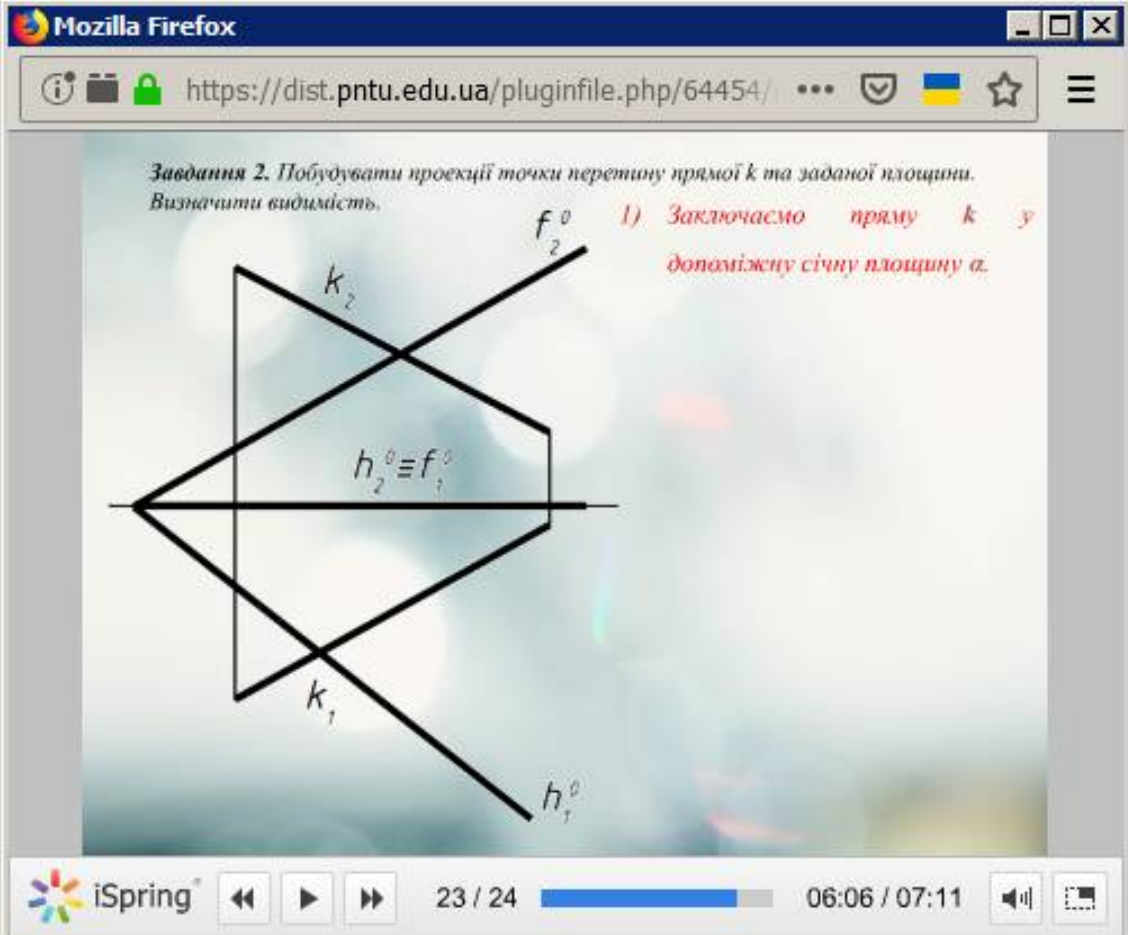
Приклади навчально-методичних мультимедійних матеріалів

Навчально-методичні мультимедійні матеріали, якими наповнений розроблений дистанційний курс з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» можна поділити на два види:

- анімаційні дидактичні матеріали, які створені у середовищі Microsoft Power Point та збережені у форматі для флеш-анімації SWF (табл. Е.1);
- відеоуроки, підготовлені за технологією скринкасту (рис. Е.1-Е.3).

Таблиця Е.1

Поетапне виконання завдання на тему «Перетин прямої з площиною» та «Перетин площин»

№ п/п	Приклад виконання
1	 <p>The screenshot shows a video player within a Mozilla Firefox browser. The browser's address bar displays the URL: https://dist.pntu.edu.ua/pluginfile.php/64454/. The video content features a 3D geometric diagram illustrating the intersection of a line and a plane. The diagram includes several labeled elements: a line k_2 and a line k_1 defining a plane; a line f_2^0 and a line h_1^0 intersecting at a point $h_2^0 \equiv f_1^0$. The video player interface at the bottom includes the iSpring logo, navigation controls (back, forward, play/pause), a progress bar showing 23/24, and a timestamp of 06:06 / 07:11.</p>

2

Mozilla Firefox
<https://dist.pntu.edu.ua/pluginfile.php/64454/>

Завдання 2. Побудувати проєкції точки перетину прямої k та заданої площини. Визначити видимість.

1) Заклучасмо пряму k у допоміжну січну площину α .

2) Позначасмо проєкцію лінії, по якій січна площина α перетинає задану $(h_0, f_0) - 1_1 2_1$.

$m. 1$ – точка перетину α з h_0
 $m. 2$ – точка перетину α з f_0

iSpring 23 / 24 06:12 / 07:11

3

Mozilla Firefox
<https://dist.pntu.edu.ua/pluginfile.php/64454/>

Завдання 2. Побудувати проєкції точки перетину прямої k та заданої площини. Визначити видимість.

1) Заклучасмо пряму k у допоміжну січну площину α .

2) Позначасмо проєкцію лінії, по якій січна площина α перетинає задану $(h_0, f_0) - 1_1 2_1$.

$m. 1$ – точка перетину α з h_0
 $m. 2$ – точка перетину α з f_0

3) Будусмо другу проєкцію лінії перетину (відрізок $1_2 2_2$).

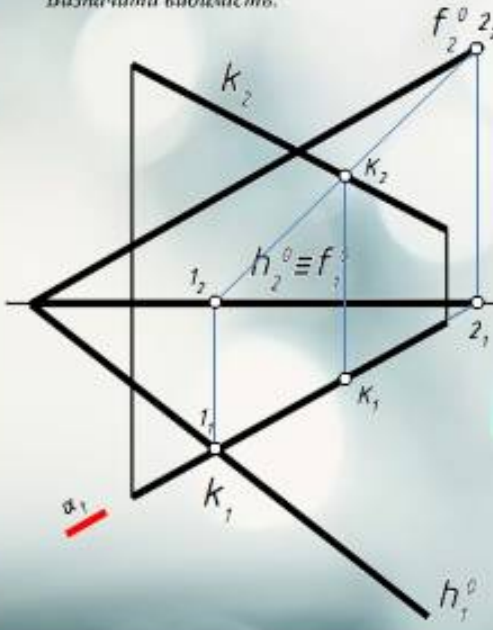
iSpring 23 / 24 06:18 / 07:11

4

Mozilla Firefox

https://dist.pntu.edu.ua/pluginfile.php/64454/

Завдання 2. Побудувати проєкції точки перетину прямої k та заданої площини. Визначити видимість.



- 1) Заключаємо пряму k у допоміжну січну площину α .
- 2) Позначасмо проєкцію лінії, по якій січна площина α перетинає задану $(h_0, f_0) - 1_1 2_1$.

$m.1$ – точка перетину α з h_0
 $m.2$ – точка перетину α з f_0
- 3) Будусмо другу проєкцію лінії перетину (відрізок $1_2 2_2$).
- 4) На перетині $1_2 2_2$ з k_2 позначасмо K_2 і будусмо другу проєкцію точки $K - K_1$.

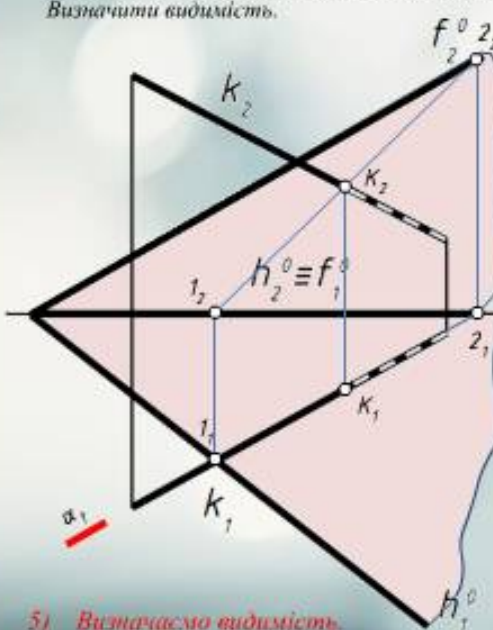
iSpring 23 / 24 06:22 / 07:11

5

Mozilla Firefox

https://dist.pntu.edu.ua/pluginfile.php/64454/

Завдання 2. Побудувати проєкції точки перетину прямої k та заданої площини. Визначити видимість.



- 1) Заключаємо пряму k у допоміжну січну площину α .
- 2) Позначасмо проєкцію лінії, по якій січна площина α перетинає задану $(h_0, f_0) - 1_1 2_1$.

$m.1$ – точка перетину α з h_0
 $m.2$ – точка перетину α з f_0
- 3) Будусмо другу проєкцію лінії перетину (відрізок $1_2 2_2$).
- 4) На перетині $1_2 2_2$ з k_2 позначасмо K_2 і будусмо другу проєкцію точки $K - K_1$.

$m.K$ – точка перетину прямої k з площиною (h_0, f_0) .
- 5) Визначасмо видимість.

iSpring 23 / 24 06:27 / 07:11

6

Mozilla Firefox

https://dist.pntu.edu.ua/pluginfile.php/64454/

Завдання 3. Побудувати проєкції лінії перетину заданих площин. Визначити видимість.

Знаходимо точку перетину сторони трикутника BC з площиною заданою слідами (h_0, f_0) .

1) Заключасмо BC у допоміжну січну площину α .

iSpring® 24 / 24 06:30 / 07:11

7

Mozilla Firefox

https://dist.pntu.edu.ua/pluginfile.php/64454/

Завдання 3. Побудувати проєкції лінії перетину заданих площин. Визначити видимість.

Знаходимо точку перетину сторони трикутника BC з площиною заданою слідами (h_0, f_0) .

1) Заключасмо BC у допоміжну січну площину α .

2) Будуємо лінію перетину січної α з площиною заданою слідами (h_0, f_0) – $1_2 2_2 \rightarrow 1_1 2_1$.

iSpring® 24 / 24 06:39 / 07:11

8

Mozilla Firefox

https://dist.pntu.edu.ua/pluginfile.php/64454/

Завдання 3. Побудувати проєкції лінії перетину заданих площин. Визначити видимість.

Знаходимо точку перетину сторони трикутника BC з площиною заданої слідами (h_0, f_0) .

- 1) Заключаємо BC у допоміжну січну площину α .
- 2) Будуємо лінію перетину січної площини α з площиною заданою слідами $(h_0, f_0) - l_2 (1_2 2_2 \rightarrow 1_1 2_1)$.
- 3) Будуємо т.К ($K_1 \rightarrow K_2$) - точку перетину прямої l_2 з прямою, яку заклали у січну площину.

т.К - точка перетину BC з площиною заданої слідами (h_0, f_0) .

iSpring 24 / 24 06:44 / 07:11

9

Mozilla Firefox

https://dist.pntu.edu.ua/pluginfile.php/64454/

Завдання 3. Побудувати проєкції лінії перетину заданих площин. Визначити видимість.

Знаходимо точку перетину сторони трикутника AC з площиною заданої слідами (h_0, f_0) .

- 1) Заклучаємо AC у допоміжну січну площину Ω

т.К - точка перетину BC з площиною заданої слідами (h_0, f_0) .

iSpring 24 / 24 06:49 / 07:11

10

Завдання 3. Побудувати проєкції лінії перетину заданих площин. Визначити видимість.

Знаходимо точку перетину сторони трикутника AC з площиною заданої слідами (h_0, f_0) .

- 1) Заключасмо AC у допоміжну січну площину Ω
- 2) Будуємо лінію перетину січної Ω з площиною заданою слідами $(h_0, f_0) - m (m_2 \parallel h_0, m_1 \parallel h_0)$.

т.К – точка перетину BC з площиною заданої слідами (h_0, f_0) .

iSpring 24 / 24 06:56 / 07:11

11

Завдання 3. Побудувати проєкції лінії перетину заданих площин. Визначити видимість.

Знаходимо точку перетину сторони трикутника AC з площиною заданої слідами (h_0, f_0) .

- 1) Заключасмо AC у допоміжну січну площину Ω
- 2) Будуємо лінію перетину січної Ω з площиною заданою слідами $(h_0, f_0) - m (m_2 \parallel h_0, m_1 \parallel h_0)$.
- 3) Будуємо **т.М** ($M_1 \rightarrow M_2$) – точку перетину прямої m з прямою, яку заклали у січну площину.

т.К – точка перетину BC з площиною заданої слідами (h_0, f_0) .

т.М – точка перетину AC з площиною заданої слідами (h_0, f_0) .

iSpring 24 / 24 07:01 / 07:11

12

Завдання 3. Побудувати проєкції лінії перетину заданих площин. Визначити видимість.

Визначасмо видимість площин.

КМ – лінія перетину ΔABC з площиною заданої слідами (h_0, f_0) .

т.К – точка перетину BC з площиною заданої слідами (h_0, f_0) .

т.М – точка перетину AC з площиною заданої слідами (h_0, f_0) .

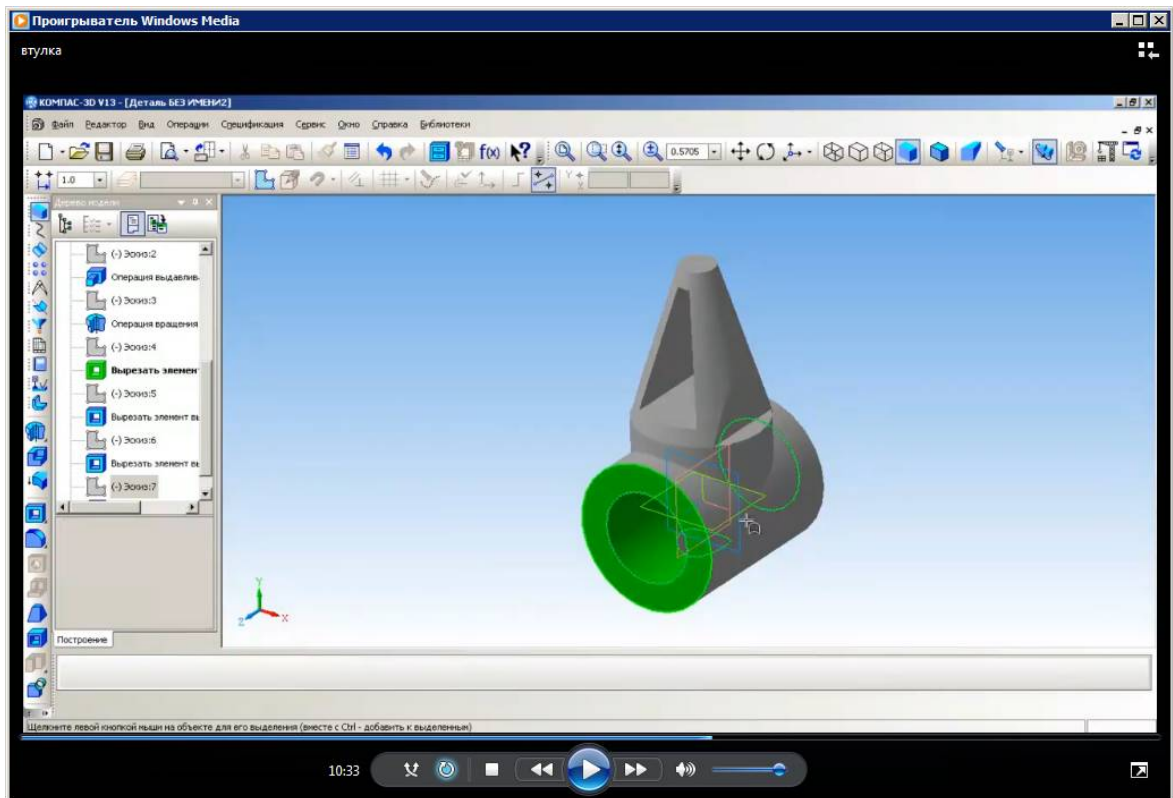


Рис. Е.1. Фрагмент відеоуроку, підготовленого за технологією скринкаст (графічний редактор КОМПАС-3D V13)

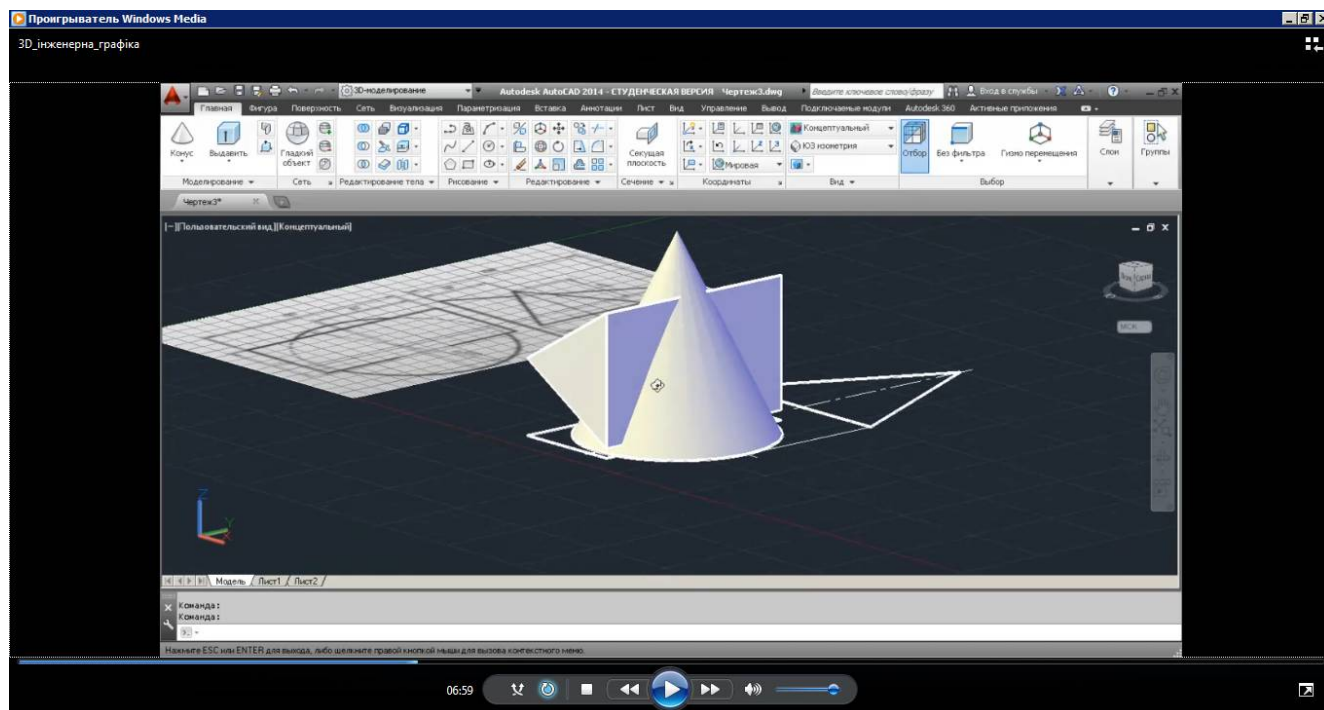


Рис. Е.2. Фрагмент відеоуроку, підготовленого за технологією скринкаст (графічний редактор AutoCAD 2014)

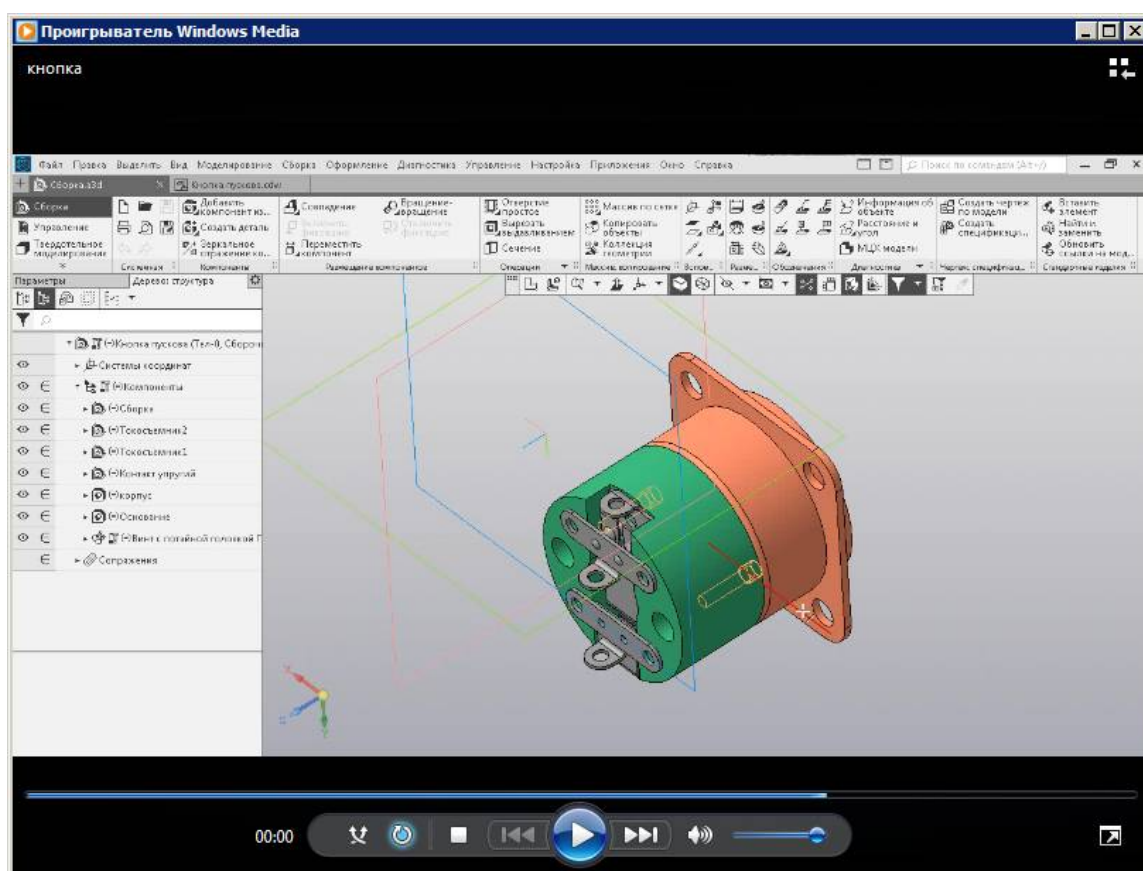


Рис. Е.3. Приклади фрагменту відеоуроку, підготовленого за технологією скринкаст (графічний редактор КОМПАС-3D V17)

Навчально-методичні посібники та методичні вказівки для самостійної роботи студентів по виконанню індивідуальних завдань



Методичні вказівки до виконання завдань із нарисної геометрії для студентів денної та заочної форм навчання (графічні роботи № 1, 2). — Полтава: ПолтНТУ, 2010.— 34 с.

Укладачі: О.В. Воронцов, доцент, канд. тех. наук;

В.Г. Усенко, доцент, канд. тех. наук;

В.А. Бойко, асистент.

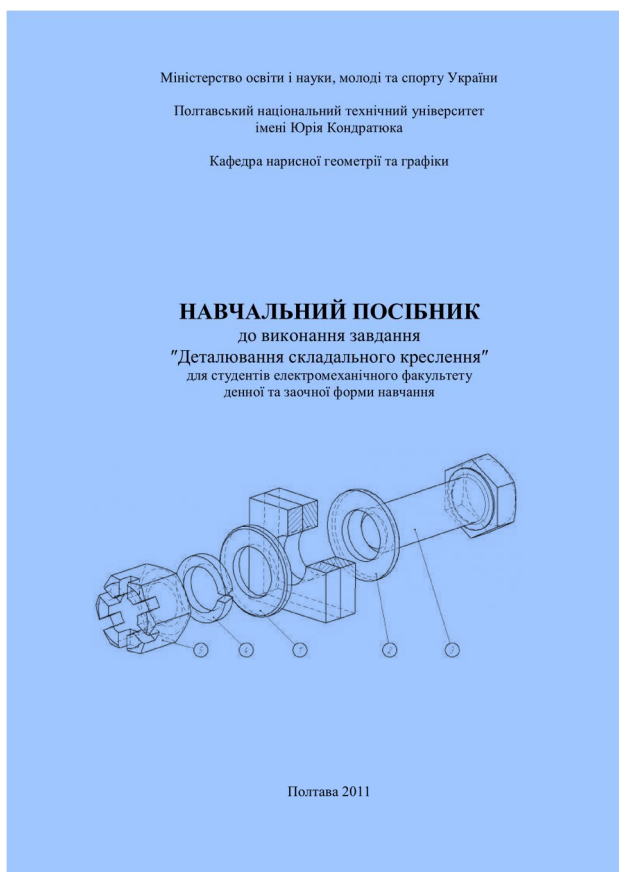
Відповідальний за випуск: завідувач кафедри нарисної геометрії та графіки О.В. Воронцов, доцент, канд. тех. наук.

Рецензент: О.А. Кодак, доцент, канд. тех. наук.

Затверджено науково-методичною радою
університету
Протокол № 4 від 11.03 2010 р.

Редактор Я. В. Новічкова
Верстка В.А. Бойко

Електронний код 25.07.12.01



Навчальний посібник до виконання завдання "Деталювання складального креслення" для студентів електромеханічного факультету денної та заочної форми навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2011. – 55с.

Укладачі: Д.Ф. Погорілий, доцент, к.т.н., В.А. Бойко, асистент,
Л. Д. Чепіга, асистент.

Відповідальний за випуск: Завідувач кафедри нарисної геометрії та графіки О. В. Воронцов, доцент, к.т.н.

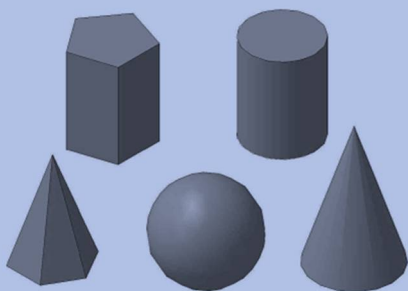
Рецензент Васильєв А. В., доцент, канд. тех. наук.

Затверджено науково-методичною радою університету
Протокол №4 від 30.06.2011р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
Кафедра нарисної геометрії та інженерної графіки

Методичні вказівки

до виконання завдань із нарисної геометрії, інженерної графіки
та комп'ютерної графіки для студентів напрямків підготовки
6.050304 "Нафтогазова справа",
6.050503 "Машинобудування"
прискореної форми навчання



Полтава 2012

Методичні рекомендації до виконання завдань із нарисної геометрії ,
інженерної та комп'ютерної графіки для студентів напрямків підготовки
6.050304 "Нафтогазова справа", 6.050503 "Машинобудування" прискореної
форми навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – 50 с.

Укладачі: Р.Х. Кузьменко, ст. викладач;
О.Є. Харченко, ст. викладач;
В.А. Бойко, асистент.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри нарисної геометрії та
графіки О.В. Воронцов, доцент, канд. техн. наук.

Рецензент: В.Г. Усенко, канд. техн. наук, доцент.

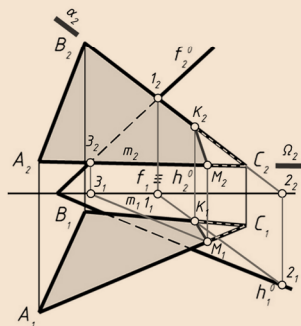
Затверджено і рекомендовано до
друку науково-методичною радою
Полтавського національного технічного
університету імені Юрія Кондратюка.

Протокол № 2 від 08.10.2012 р.
Коректор І.Л. Петренко

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
Кафедра нарисної геометрії та інженерної графіки

Методичні вказівки

для самостійної роботи студентів по виконанню індивідуальних
завдань із нарисної геометрії для студентів напрямку підготовки
6.050702 – Електромеханіка



Полтава 2015

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів по
виконанню індивідуальних завдань із нарисної геометрії для студентів
напрямку підготовки 6.050702 – Електромеханіка – Полтава: ПолтНТУ,
2015. – 41 с.

Укладачі: В.А. Бойко, ст. викладач.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри нарисної геометрії та графіки
О.В. Воронцов, доцент, канд. техн. наук.

Рецензент: Д.Ф. Погорілий, канд. техн. наук, доцент.

Затверджено науково-методичною радою
університету
Протокол № 4 від 22.12.2015 р.

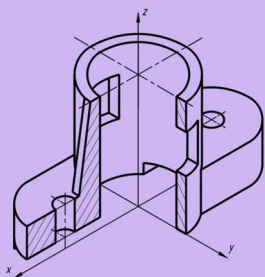
Редактор: у авторській редакції
Верстка В.А. Бойко

Електронний код 25.03.04.01

Міністерство освіти і науки України
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
Кафедра нарисної геометрії та інженерної графіки

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до геометричного і проєкційного креслення
для студентів денної та заочної форми навчання



Полтава 2018

Методичні вказівки до геометричного і проєкційного креслення для студентів денної та заочної форми навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2018. – 39 с.

Укладачі: В.А. Бойко, ст. викладач.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри нарисної геометрії та графіки
О.В. Воронцов, доцент, канд. тех. наук.

Рецензенти: доцент кафедри нарисної геометрії та графіки,
к.т.н. Усенко В.Г.;

Затверджено науково-методичною радою
університету
Протокол № 2 від 06.11.2018 р.

Редактор: у авторській редакції
Верстка В.А. Бойко

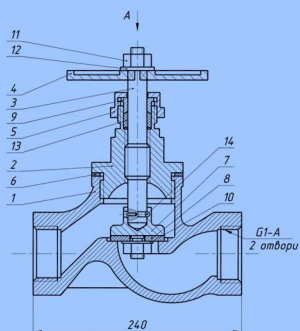
Електронний код 25.03.04.01

2

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА
КАФЕДРА НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ТА ГРАФІКИ

Методичні вказівки до виконання завдань з інженерної графіки

для студентів технічних спеціальностей
усіх форм навчання



Полтава 2018

Методичні вказівки до виконання завдань із інженерної графіки для студентів технічних спеціальностей усіх форм навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2018. – 29 с.

Укладачі: О.В. Воронцов, канд. техн. наук, доцент;
В.Г. Усенко, канд. техн. наук, доцент;
В.А. Бойко, старший викладач.

Відповідальний за випуск : завідувач кафедри нарисної геометрії та графіки О.В. Воронцов, канд. техн. наук, доцент.

Рецензент: Д.Ф. Погорілий, канд. техн. наук, доцент.

Затверджено науково-методичною радою
університету
Протокол № 2 від 06.11.2018 р.

Редактор: у авторській редакції
Верстка В.А. Бойко

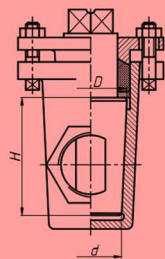
Електронний код 25.06.04.03

Міністерство освіти і науки України
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка

Кафедра нарисної геометрії та графіки

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

до виконання завдання “Складальне креслення”
для студентів будівельних та механічних
спеціальностей усіх форм навчання



Полтава
Видавництво ПолтНТУ
2018

УДК [514.18] (07)
Н 28

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри нарисної геометрії та графіки
О.В. Воронцов, канд. техн. наук, доцент.

Рецензенти: Д.Ф. Погорілий, канд. техн. наук, доцент;
О.А. Кодак, канд. техн. наук, доцент.

Рекомендовано і затверджено до друку науково-методичною радою
Полтавського національного технічного університету імені Юрія
Кондратюка, протокол № 2 від 06.11.2018 р.

Воронцов О.В., Усенко В.Г., Бойко В.А.

Навчально-методичний посібник до виконання завдання
“Складальне креслення” для студентів будівельних та механічних
спеціальностей усіх форм навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2018. – 60 с.

Посібник призначений для самостійної роботи студентів вищих
навчальних закладів технічних спеціальностей усіх форм навчання.

Редактор: у авторській редакції
Верстка В.А. Бойко

Електронний код 25.06.01.01

© Воронцов О.В., Усенко В.Г., Бойко В.А. 2018

2

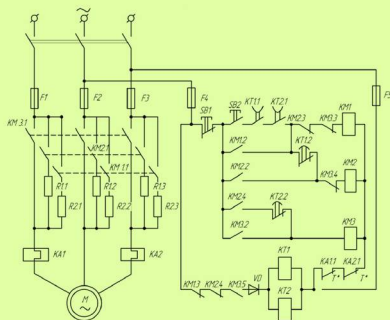
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА

КАФЕДРА НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ТА ГРАФІКИ

Методичні вказівки

до виконання схем електричних принципових і
позначень умовних графічних в електричних схемах

для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»



Полтава 2018

Методичні вказівки до виконання схем електричних принципових і
позначень умовних графічних в електричних схемах для студентів
спеціальності 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. –
Полтава: ПолтНТУ, 2018. – 37 с.

Укладачі: В.А. Бойко, ст.викладач.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри нарисної геометрії та графіки
О.В. Воронцов, доцент, канд. техн. наук.

Рецензенти: доцент кафедри нарисної геометрії та графіки,
к.т.н. Погорілий Д.Ф.

Затверджено науково-методичною радою університету
Протокол № 2 від 06.11.2018 р.

Редактор: у авторській редакції
Верстка В.А. Бойко

Електронний код 25.03.04.01

Конспект лекцій з нарисної геометрії

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА

КАФЕДРА НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІ ТА ГРАФІКИ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ

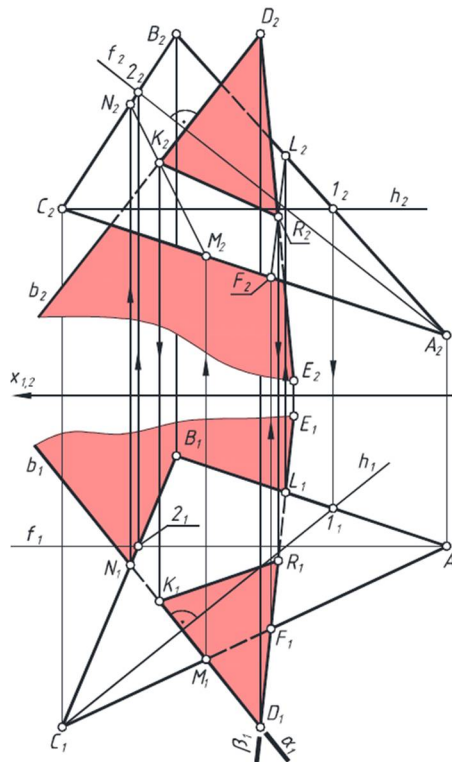
Для студентів спеціальностей:

141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

274 – автомобільний транспорт,

131 – прикладна механіка,

133 – галузеве машинобудування.



ПОЛТАВА 2018

Рис. И.1. Титульна сторінка конспекту лекцій з нарисної геометрії

Фрагмент лекції на тему «Пряма»

Положення прямої відносно площин проекцій

Пряма, яка не паралельна (не перпендикулярна) ні одній з площин проекцій називається прямою *загального положення*. Така пряма не має натуральної величини і реальних кутів нахилу на основних площинах проекцій (рис. И.2).

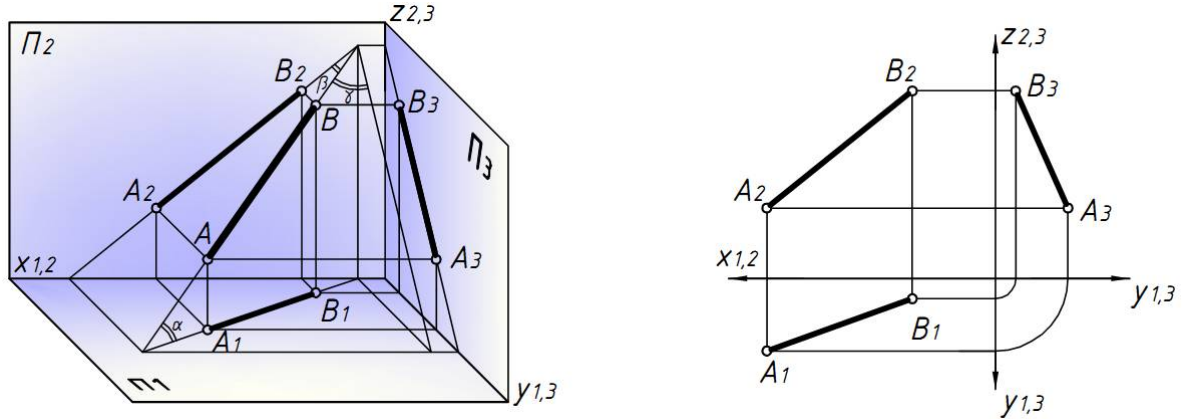


Рис. И.2. Пряма загального положення в аксонометрії та на комплексному кресленні

Окрім розглянутого загального випадку розміщення прямої по відношенню до заданої системи площин проекцій, існують особливі (часткові) випадки:

- а) пряма паралельна до площини проекцій;
- б) пряма перпендикулярна до площини проекцій.

Прямі, паралельні до площин проекцій, називаються *лініями рівня*.

Пряма, яка паралельна площині Π_1 , називається *горизонтальною*, вона проєкціюється на Π_1 в натуральну величину відрізка прямої, там же визначається її кут нахилу до площини Π_2 (β) та Π_3 (γ) (рис. И.3).

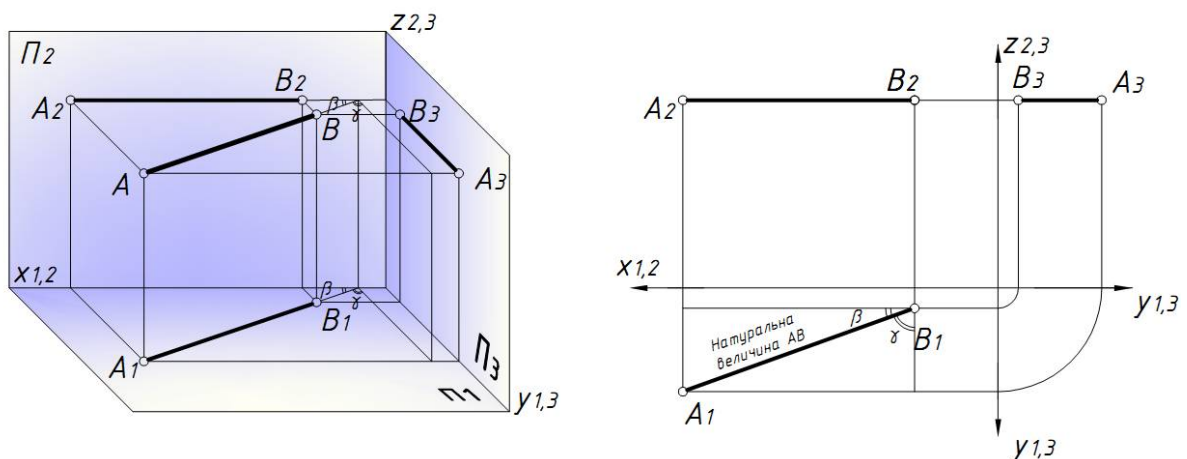


Рис. И. 3 Пряма горизонтального положення в аксонометрії та на комплексному кресленні

Пряма, паралельна площині Π_2 , називається **фронтальною**, її відрізок і кут нахилу α до площини Π_1 та кут γ до площини Π_3 зображаються без спотворення на площині Π_2 (рис. И.4).

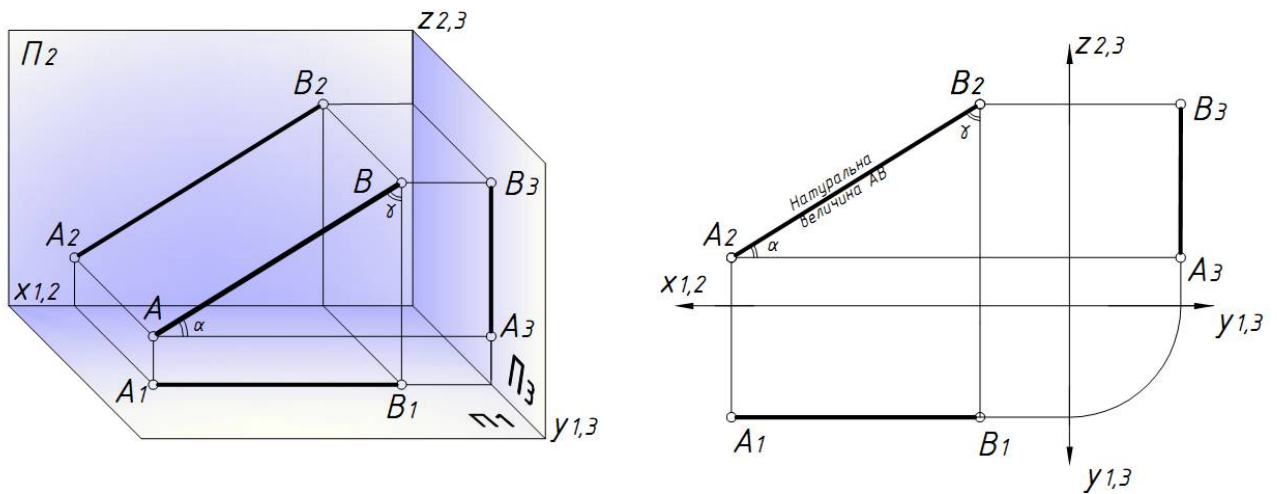


Рис. И.4. Пряма фронтального положення в аксонометрії та на комплексному кресленні

Пряма, паралельна профільній площині проєкцій Π_3 , має назву **профільної**. На профільній площині проєкцій визначаються її натуральна величина, горизонтальний та фронтальний сліди та кути нахилу до Π_1 та Π_2 (рис. И.5).

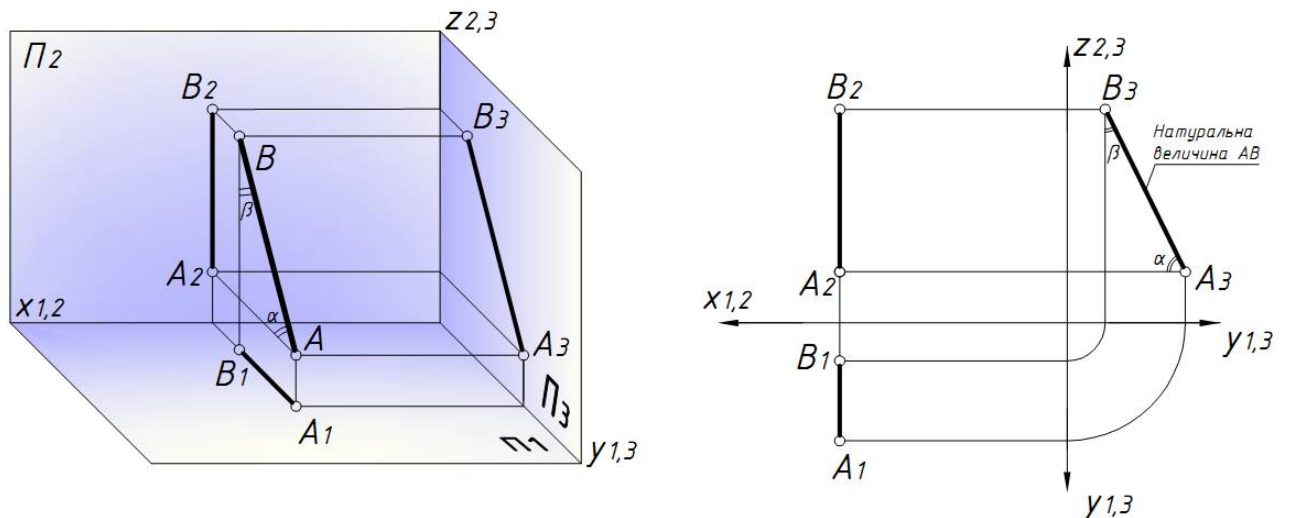


Рис. И.5. Пряма профільного положення в аксонометрії та на комплексному кресленні

Прямі, паралельні до площин проєкцій, називаються **проєкціючими прямими**.

Пряма, перпендикулярна до Π_1 , навівається **горизонтально-проєкціючою** (рис. И.6).

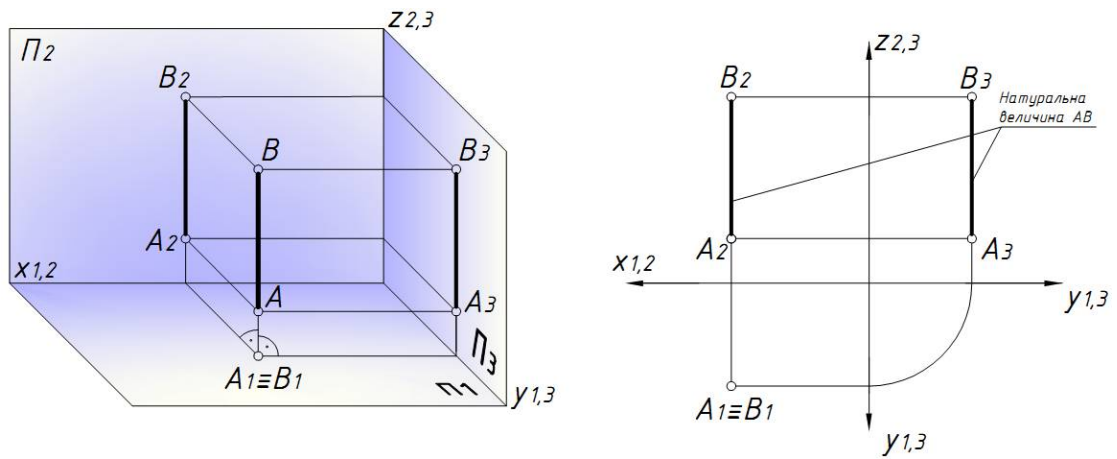


Рис. И.6. Пряма горизонтально-проекціуючого положення в аксонометрії та на комплексному кресленні

Пряма, перпендикулярна до Π_2 , навівається фронтально-проекціуючою або глибинною (рис. И.7).

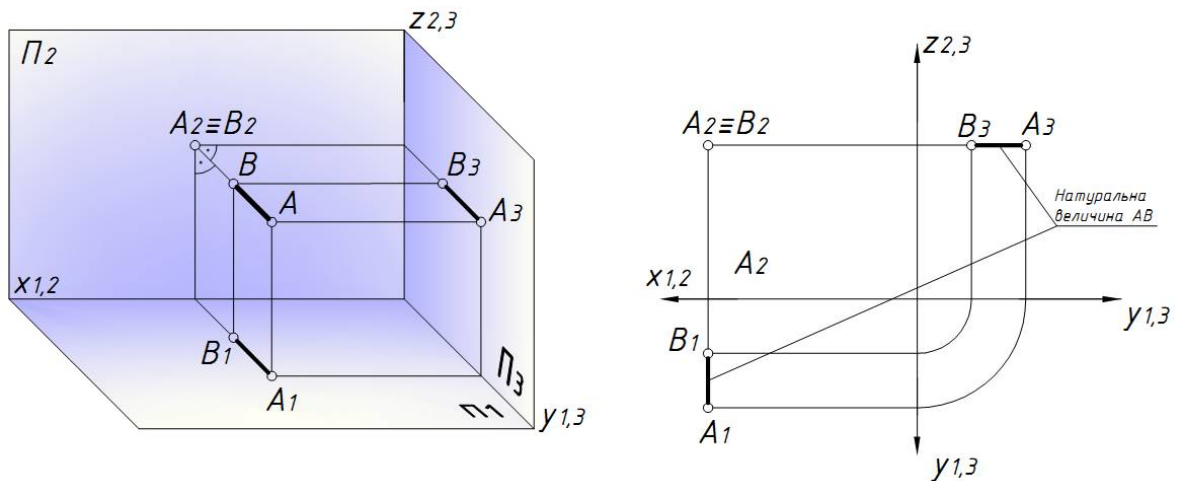


Рис. И.7. Пряма фронтально-проекціуючого положення в аксонометрії та на комплексному кресленні

Пряма, перпендикулярна до Π_3 , навівається **профільно-проекціуючою** (рис. И.8).

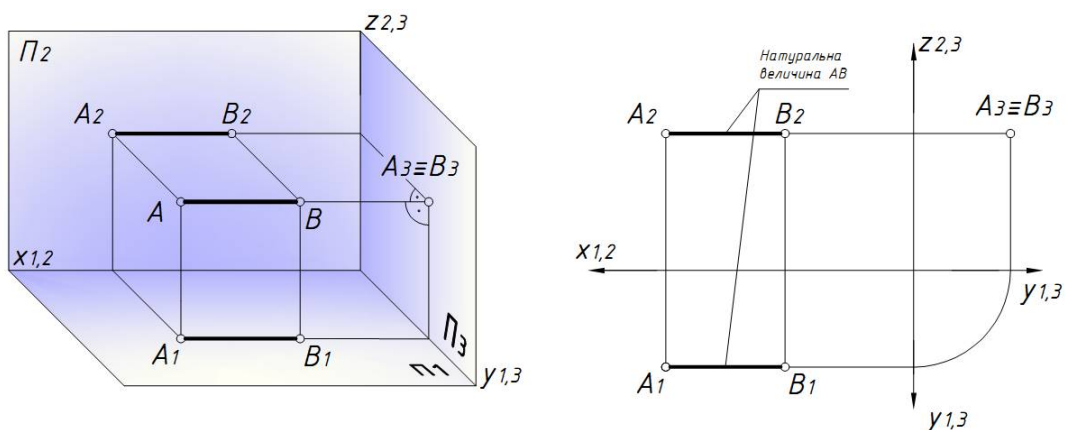


Рис. И.8. Пряма профільно-проекціуючого положення в аксонометрії та на комплексному кресленні

Дистанційний курс навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»

Підготовка студентів за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

Internet-ресурс дистанційного навчання
Полтавського національного технічного університету
імені Юрія Кондратюка

Вы вошли под именем Бойко Владислав Анатольевич (Выход)

Русский (ru)

Вкладка: Мои Курсы / П02

Настройки

- Управление курсом
- Редактировать настройки
- Режим редактирования
- Пользователи
- Фильтры
- Отчеты
- Настройка журнала оценок
- Резервное копирование
- Восстановить
- Импорт
- Опубликовать
- Очистка
- Банк вопросов
- Файлы курса (устаревшее хранилище)

Элементы курса

- Глоссарии
- Задания
- Лекции
- Ресурсы
- Тесты
- Форумы

Поиск по форумам

Провести

Расширенный поиск

Обмен

Дистанційний курс навчальної дисципліни
Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка
підготовка студентів за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

Автори курсу

Бойко Владислав Анатольевич – старший викладач кафедри нарисної геометрії та графіки навчально-наукового інституту архітектури та будівництва Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка

Текущий пользователь
Бойко
Владислав Анатольевич
Страна: Украина
Город: Полтава
vladislavanatoli4@gmail.com

Обмен сообщениями
Нет сообщений
Сообщения

Последние объявления
Добавить новую тему...
(Поиск объявлений нет)

Предстоящие события
Нет предстоящих событий
Перейти к календарю...
Новое событие...

Последние действия
Действия с Wednesday, 21 November 2018, 12:25
Полный отчет о последних действиях

Содержимое новой папки

Загальна інформація про курс

Інформація про дистанційний курс

Програми дисципліни

- Робочі навчальні програми з дисципліни
- РОБОЧА ПРОГРАМА МЕ -2018-2019.docx
- РОБОЧА ПРОГРАМА «МЕ -2018-2019».docx

Система оцінювання

Сторінка студента

Глоссарій з дисципліни "Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка"

Сторінка студента

Література, посилання, інформаційні ресурси

Науково-технічна бібліотека Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка

Рис. К.1. Головна сторінка дистанційного курсу

Міністерство освіти і науки України
(міністерство вищої освіти, якому підпорядкований заклад освіти)
Сумський державний університет
(повна назва вищого навчального закладу освіти)

СВІДОЦТВО
про підвищення кваліфікації
12СПК 877625
за професією з електронних засобів та дистанційних технологій навчання

Видано **Бойко Владиславу Анатольевичу**
(прізвище, ім'я та по батькові)
про те, що з « 05 » **липень** 20 **13** р.
до « 15 » **вересня** 20 **13** р.

він (вона) підвищував кваліфікацію в
Сумському державному університеті
(повна назва закладу освіти)

За час навчання опрацював _____ такі теми:

Назва теми (курсу)	Навчальний час
1. Суттєвість технічної в об'єктах: походження та перспективи	6 год
2. Інтернет в освіті	4 год
3. Технічні новини в освіті	6 год
4. Засоби навчання	8 год
5. Дистанційне навчання: організація та проф. рішення	6 год
6. Тренди середовища розробки електрон. засобів навчання	10 год
7. Людина в епоху сучасності: нові можливості та ризики	6 год
8. Консультативні	8 год

Виконав _____ випускні роботи на тему **Розроблення дистанційного курсу "Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка" (141 год)**
з оцінкою **відмінно**

Ректор (директор)
М.П.
« 16 » **вересня** 20 **13** р.
Регістраційний № **30.136/13**

ДП «К»-Обмін, Зам. 346, 2010/1

Рис. К.2. Свідоцтво про підвищення кваліфікації за програмою з електронних засобів та дистанційних технологій навчання

Рис. К.3. Інтерактивний елемент курсу «Форум»

Рис. К.4. Елемент курсу «Лекція»

Рис. К.5. Приклади тестів з нарисної геометрії

