

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М. П. ДРАГОМАНОВА

На правах рукопису

Соловйова Олена Володимирівна

УДК 378.147:625.1-051(043.3)

**ТЕХНОЛОГІЯ НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРОГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН
МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
В ПРОЦЕСІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ**

13.00.02 – теорія та методика навчання (технічні дисципліни)

ДИСЕРТАЦІЯ

на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук

Науковий керівник –
кандидат педагогічних наук, доцент
СЛАБКО Володимир Миколайович

Київ – 2017

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ГЕОМЕТРОГРАФІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА	14
1.1. Теоретичні засади геометрографічної підготовки майбутніх інженерів залізничного транспорту	14
1.2. Педагогічні і методичні аспекти навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів	29
1.3. Особливості навчання геометрографічних дисциплін в технічному закладі	51
<i>Висновки до першого розділу</i>	<i>68</i>
РОЗДІЛ 2 НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРОГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ	71
2.1. Електронний навчально-методичний комплекс як дидактичний засіб активізації навчально-пізнавальної діяльності майбутніх інженерів	71
2.3. Структурування змісту навчального матеріалу геометрографічних дисциплін за допомогою 3D-технологій	93
2.3. Технологія навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту	127
<i>Висновки до другого розділу</i>	<i>137</i>

РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЯ І РЕЗУЛЬТАТИ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ	143
3.1. Хід дослідно-експериментальної роботи	143
3.2. Динаміка рівнів сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів в процесі геометрографічної підготовки.....	158
<i>Висновки до третього розділу</i>	<i>166</i>
ВИСНОВКИ.....	170
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	175
ДОДАТКИ	211

ВСТУП

Актуальність дослідження. Динамічність розвитку суспільства, процеси інформатизації та інтеграції різних сфер діяльності, зростання інформаційних потоків та інновацій у галузі виробництва ставлять перед педагогічною наукою завдання визначити джерела і напрямки реформування та зумовлюють необхідність постійного оновлення знань випускників вищих технічних закладів і підвищення якості їхньої підготовки. Все це обумовлює необхідність подальшого вдосконалення змісту та вдосконалення якості освітнього процесу у вищій технічній школі на основі інтеграції освіти, науки і виробництва.

Вдосконалення геометрографічної підготовки майбутніх інженерів в сучасних умовах розвивається у напрямі підвищення рівня компетентності з нарисної геометрії, інженерної і комп'ютерної графіки, адже інтеграційні тенденції розвитку вищої технічної освіти спрямовані на встановлення взаємозв'язку, наступності та інтеграції навчальних предметів.

Говорячи про геометрографічну підготовку, перш за все, виникає асоціація з нарисною геометрією. Це справедливо і пов'язане з тим, що більше двох століть вона була основою технічної освіти, оскільки її положення давали змогу інженерам висловлювати свої творчі думки і візуально представляти свої винаходи у вигляді двовимірних проєкцій у площині креслень, що створило можливість реалізуватися багатьом творчим задумам і знахідкам. Крім того, нарисна геометрія змушує подумки маніпулювати, уявляти просторові об'єкти, розвиває важливу для майбутніх інженерів розумову здатність – просторове мислення, яке виступає унікальною здібністю мозку людини генерувати нові продукти і відкриття; воно є видом розумової діяльності, під час якого створюються просторові образи і відбувається оперування ними для вирішення завдань.

Про можливість, і навіть необхідність, злиття методів нарисної та аналітичної геометрії писав засновник нарисної геометрії – Гаспар Монж, оскільки вивчення і застосування геометричних положень і властивостей віртуальної реальності сьогодні активно розвивається і використовується.

Саме дисципліни геометрографічного циклу слугують потужним засобом інтелектуального розвитку студентів, оскільки геометрична інтерпретація явищ у будь-яких формах пронизує практично всю систему навчальних предметів, формуючи теоретико-практичну основу для вивчення і виконання різних завдань, як загальноінженерного циклу, так і спеціальних циклів професійної технічної освіти, складаючи фундамент загальної інженерної підготовки. Підготовка, розробка і перевірка обґрунтованого рішення в умовах сучасного виробництва, оснащеного засобами комп'ютерних технологій, потребує іншої геометрографічної підготовки майбутнього інженера залізничного транспорту, отже актуальність проблеми дослідження обумовлюється певними аспектами: зокрема *соціально-педагогічний* аспект характеризується відсутністю геометрографічної підготовки в школі, в результаті чого випускники загальноосвітніх шкіл не володіють пропедевтичними знаннями з цих дисциплін, і як наслідок – студенти технічних вузів починають вивчення предметів блоку геометрографічних дисциплін з ознайомлення з положеннями, що викладаються в загальноосвітній школі, а це, в свою чергу, призводить до нераціональної організації навчального процесу.

Науково-теоретичний аспект можна пояснити недостатнім теоретичним опрацюванням питань, пов'язаних з формуванням просторового мислення у студентів під час навчання геометрографічних дисциплін.

Науково-методичний – потребує розробки нових технологій навчання геометрографічних дисциплін, а також змісту, форм і методів навчання.

Різні аспекти викладання нарисної геометрії і вдосконалення графічної освіти в різні періоди висвітлювали Л. В. Андрєєва, А. Д. Ботвинніков, В. Н. Виноградов, А. П. Верхола, В. В. Васенко, Н. Ю. Єрмилова,

В. Я. Науменко, М. Л. Лопатіна, Л. Г. Нартова, В. К. Сидоренко, А. І. Смірнова, І. Ю. Шибаєва, Н. Ф. Четверухін та ін.

Проблеми графічної підготовки майбутніх фахівців досліджували І. Н. Акімова, А. Я. Блаус, А. М. Гедзик, І. С. Голяд, Ж. Ж. Єсмуханова, Б. Ф. Ломів, Л. А. Найниш, В. І. Нілова, В. К. Сидоренко, С. А. Фролов, І. С. Якиманська, В. І. Якунін та ін.

Дослідженням питань щодо використання комп'ютерних графічних технологій (мультимедіа, технології ілюстративної графіки, растрові і векторні редактори) в процесі підготовки майбутніх фахівців і інженерів під час вивчення геометрографічних дисциплін займалися А. П. Верхола, В. П. Герасимчук, Р. М. Горбатюк, О. М. Джеджула, М. М. Козяр, О. А. Крайнов, Т. М. Князєв, С. С. Марченко, І. Д. Нишак, Т. О. Оліфіренко, Ю. І. Притула, Г. О. Райковська, Г. І. Сажко, В. М. Слабко, Я. О. Слободян, О. В. Слободянюк, Ю. М. Тормосов, Н. В. Федотов, Ю. В. Фещук, Р. В. Чепок, Л. Д. Шевчук, М. Ф. Юсупова та інші.

Особливості побудови і застосування в навчальному процесі електронних навчальних і навчально-методичних комплексів, CALS-технологій, систем автоматизованого проектування розглядали М. М. Близнюк, І. М. Галаган, Д. О. Корчевський, Л. Л. Макаренко, Н. В. Морзе, І. Д. Нишак, В. М. Слабко, К. Томас, Ю. В. Шпильовий, С. М. Яшанов, М. Ф. Юсупова та ін.

Найбільш вагомий внесок у розроблення методологічних, науково-теоретичних засад підготовки інженерних кадрів в Україні зробили такі вчені, як Е. Н. Абільтарова, Ю. Ю. Белова, В. К. Сидоренко, С. Н. Сейтвелієва, Р. В. Сущенко, Р. М. Тріщ, Т. О. Шарун, М. Ф. Юсупова та ін.

Водночас недостатня дослідженість проблеми розвитку теорії та методики навчання геометрографічних дисциплін у процесі фахової підготовки майбутніх інженерів залізничного транспорту дала змогу виявити основні суперечності між:

– об’єктивно існуючими потребами залізничної галузі у висококваліфікованих фахівцях та недостатнім рівнем сформованості геометрографічної компетентності у майбутніх інженерів залізничного транспорту;

– необхідністю оптимізації навчання геометрографічних дисциплін і відсутністю інноваційного навчально-методичного і комп’ютерно орієнтованого інструментарію;

– зростаючими вимогами практики до якості геометрографічної підготовки майбутніх інженерів залізничного транспорту та відсутністю науково обгрунтованої технології навчання геометрографічних дисциплін.

Сформульовані суперечності зумовили вибір теми дослідження ***“Технологія навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту в процесі фахової підготовки”***.

Зв’язок роботи з науковими програмами, темами. Дисертаційне дослідження виконане відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт і є складовою наукової теми Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (протягом 2012-2016 рр.) “Зміст освіти, форми, методи і засоби фахової підготовки” (реєстраційний державний номер 0108U001733).

Тему дослідження затверджено Вченою радою Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (протокол № 11 від 25 червня 2015 р.) та погоджено на засіданні бюро Міжвідомчої ради з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук Національної академії педагогічних наук України (протокол № 6 від 29 вересня 2015 р.).

Мета дослідження полягає в обгрунтуванні, проектуванні та реалізації технології навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту в процесі фахової підготовки.

Відповідно до мети були сформульовані **завдання дослідження:**

1) проаналізувати стан досліджуваної проблеми у філософській,

психолого-педагогічній, науково-методичній літературі та визначити сутність і зміст навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту;

2) обґрунтувати базові поняття дослідження, уточнити зміст категорії “геометрографічна компетентність майбутніх інженерів залізничного транспорту” та визначити критерії, показники та рівні її сформованості в процесі фахової підготовки;

3) спроектувати технологію навчання геометрографічних дисциплін та визначити сукупність організаційно-педагогічних умов, на основі яких спроектовано цю технологію;

4) експериментально перевірити ефективність визначених організаційно-педагогічних умов та технології навчання геометрографічних дисциплін у процесі фахової підготовки.

Об’єкт дослідження – фахова підготовка майбутніх інженерів залізничного транспорту.

Предмет дослідження – технологія навчання геометрографічних дисциплін у процесі фахової підготовки майбутніх інженерів залізничного транспорту.

Методологічну основу дослідження становлять: нормативно-правові документи – Державна національна програма “Освіта. Україна XXI століття”, Закони України “Про загальну середню освіту”, “Про вищу освіту” (2014), Національна доктрина розвитку освіти України у XXI столітті, “Концептуальні засади розвитку педагогічної освіти України та її інтеграції в Європейський освітній простір”, “Концепції розвитку освіти України на період 2015–2025 років”, “Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року”; теоретичні засади філософії освіти (В. П. Андрущенко, В. П. Бех, Г. І. Волинка, І. А. Зязюн, В. Г. Кремень, М. І. Михальченко, В. О. Романенко та ін.); теоретичні і методичні основи професійної підготовки майбутніх фахівців (О. Б. Авраменко, О. В. Биковська, І. В. Войтович, І. М. Ковчина, М. С. Корець, В. М. Мадзігон, В. П. Сергієнко,

Л. А. Сидорчук, В. В. Юрженко та ін.); положення і висновки щодо методологічних основ техніко-технологічної освіти (П. Р. Атутов, І. Д. Бех, В. Ф. Вовк, В. Г. Гетта, А. Г. Глущенко, І. І. Гордійчук, М. М. Козяр, Л. В. Оршанський, В. К. Сидоренко, В. В. Стешенко, В. П. Тименко, В. П. Титаренко, С. І. Ткачук, Д. О. Тхоржевський та ін.); науковий доробок з проблем використання графічних пакетів прикладних програм у навчальному процесі (Н. В. Білоус, Р. М. Вдовин, Ю. Ф. Дубравін, Л. Л. Макаренко, В. М. Полонський, Л. А. Теплицький, Б. Хокс, М. Ф. Юсупова, С. М. Яшанов та ін.).

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань на різних етапах дослідження використовувалися теоретичні та емпіричні методи, а саме:

– *теоретичні* – аналіз нормативних документів, наукової, психолого-педагогічної та навчально-методичної літератури з теми дослідження для розкриття основних понять дослідження та визначення концептуальних засад дослідження, змісту та структури геометрографічних дисциплін; порівняння, узагальнення, класифікація та систематизація теоретичного і практичного матеріалу з проблеми дослідження; аналіз програмних засобів у процесі навчання геометрографічних дисциплін з погляду доцільності їхнього використання в навчальному процесі; теоретичне моделювання, систематизація та узагальнення теоретичних і методичних основ навчання геометрографічних дисциплін;

– *емпіричні* – методи масового збору інформації (педагогічне спостереження, опитування, анкетування, порівняння, тестування, бесіди) використовувалися з метою визначення рівня сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів залізничного транспорту; педагогічний експеримент (пошуковий, констатувальний, формувальний) – з метою апробації спроектованої технології навчання геометрографічних дисциплін, її коригування, уточнення та експериментального впровадження в практику вищих технічних навчальних

закладів; статистична обробка та аналіз результатів педагогічного експерименту.

Експериментальна база дослідження. Дослідно-експериментальною базою було обрано Державний економіко-технологічний університет транспорту, Державний університет телекомунікацій, Українську інженерно-педагогічну академію, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка.

Всього в експерименті брали участь 255 студентів ступеня “бакалавр” технічних закладів освіти. Педагогічний експеримент здійснювався впродовж 2010-2016 рр. та охоплював три етапи науково-педагогічного пошуку.

Наукова новизна та теоретичне значення одержаних результатів полягає в тому, що:

вперше

– систематизовано чинники, що впливають на якість геометрографічної підготовки майбутніх інженерів; *визначено* організаційно-педагогічні умови формування геометрографічної компетентності майбутніх інженерів залізничного транспорту; спроектовано та науково обґрунтовано технологію навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту; розроблено електронний навчально-методичний комплекс, спрямований на підвищення рівня геометрографічної компетентності;

уточнено критерії, показники та рівні сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів залізничного транспорту в процесі фахової підготовки;

конкретизовано сутність поняття “геометрографічна компетентність майбутніх інженерів залізничного транспорту”;

подальшого розвитку набула організація занять геометрографічного циклу, спрямованих на підвищення рівня сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів залізничного транспорту.

Практичне значення одержаних результатів на основі теоретичних положень дослідження полягає в розробці електронного навчально-

методичного комплексу з викладання спецпрактикуму “Геометрографічна підготовка майбутнього інженера”, що містить: навчальну програму, лекційний курс, лабораторний практикум, тестові завдання, орієнтовані на самостійну, навчально-пізнавальну діяльність; методику діагностування рівня сформованості геометрографічної компетентності майбутнього інженера; методичні рекомендації щодо проведення занять спецпрактикуму та добору оптимальних пакетів прикладних програм (AutoCAD-3D і SolidWorks-3D); критерії оцінювання рівнів сформованості геометрографічної компетентності, зумовлені міжпредметними зв’язками.

Спроекована технологія навчання геометрографічних дисциплін на основі використання електронного навчально-методичного комплексу реалізована в навчальному процесі, що сприяла підвищенню рівня геометрографічної компетентності майбутніх інженерів залізничного транспорту як основи для успішного оволодіння спеціальністю і подальшого професійного становлення; підвищенню мотивації вивчення геометрографічних дисциплін шляхом збільшення сприйняття і розуміння матеріалу; активізації навчально-пізнавальної діяльності та інтенсифікації навчального процесу шляхом впровадження електронних освітніх ресурсів.

Основні положення і рекомендації з питань технології навчання геометрографічних дисциплін впроваджувалися в навчальний процес Державного економіко-технологічного університету транспорту (довідка № 07-10/930 від 28.02.2017 р.), Державного університету телекомунікацій (довідка № 4562/01-55/09 від 26.01.2017 р.), Полтавського державного технічного університету імені Юрія Кондратюка (довідка № 67/10-59 від 27.02.2017 р.), Української інженерно-педагогічної академії (довідка № 68-15-221 від 21.02.2017 р.).

Вірогідність та надійність одержаних результатів забезпечуються всебічним аналізом предмета дослідження, теоретико-методичним обґрунтуванням вихідних позицій, використанням взаємодоповнюючих методів, що відповідають об’єкту, предмету, меті та завданням дослідження,

поєднанням кількісного та якісного аналізів експериментальних даних, обробкою здобутих показників за допомогою методів математичної статистики.

Особистий внесок здобувача. У працях, написаних спільно з Ю. В. Шпильовим [8], автору належить опис класифікацій систем автоматизованого проектування в процесі підготовки майбутніх інженерів; В. Д. Тютіним [17] – зміст розрахунково-графічних і контрольних робіт; В. Д. Тютіним [18] – зміст контрольної роботи з нарисної геометрії.

Ідеї та думки, що належать співавторам публікацій, не використовувалися у матеріалах дисертації.

Апробація результатів дослідження. Результати дослідження знайшли відображення в статтях, опублікованих у наукових фахових журналах з педагогіки, матеріалах конференцій, збірниках наукових праць і методичних вказівках.

Основні положення і результати дослідження на різних етапах виконання роботи обговорювалися на засіданнях кафедри загальнотехнічних дисциплін НПУ імені М. П. Драгоманова й отримали позитивну оцінку на міжнародних, всеукраїнських, науково-практичних конференціях і семінарах різного рівня, а саме:

міжнародних науково-практичних конференціях – “Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті” (Київ, 2009); “Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології” (Київ, 2013); “Вільне програмне забезпечення в освіті” (Львів, 2013); “Якість технологій – якість життя” (Польща, Перемишль, 2014); “Актуальні тенденції сучасної науки” (Київ, 2014); “Актуальні питання графічної підготовки: теорія, практика та шляхи розвитку” (Київ, 2015); (Київ, 2015); “Міжнародна освіта: стан та перспективи розвитку” (Київ, 2015);

всеукраїнських науково-практичних і науково-методичних конференціях – “Залізничний транспорт – історія, проблеми, перспективи”

(Київ, 2010); “Проблеми та особливості впровадження в навчальний процес Європейської кредитно-трансферної системи” (Київ, 2011); “Єдність навчання і наукових досліджень – головний принцип університету” (Київ, 2012); “Запровадження сучасних технологій в університеті” (Київ, 2012); “Вільне програмне забезпечення для роботи з мультимедіа” (Сімферополь, 2013); інтернет-конференція “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку” (Черкаси, 2013); “Філософія, суспільство, освіта: виклики сучасності” (Київ, 2014); “Актуальні питання графічної підготовки: теорія, практика та шляхи розвитку” (Київ, 2014).

Публікації. Основні результати дослідження висвітлено у 18-ти публікаціях (з них – 7 одноосібних статей у фахових виданнях з педагогіки); 9 статтях в інших наукових виданнях (1 – в іноземному, 1 – у збірнику, зареєстрованому в наукометричних базах даних); 2 публікаціях навчально-методичного спрямування.

Структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, висновків, списку використаних джерел (286 найменувань) та додатків; містить 11 таблиць та 14 рисунків. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 225 сторінок, з яких 178 сторінок основного тексту.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ГЕОМЕТРОГРАФІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА

1.1. Теоретичні засади геометрографічної підготовки майбутніх інженерів залізничного транспорту

Швидкий розвиток світового суспільного виробництва в другій половині ХХ і на початку ХХІ століть обумовлено появою нових технологій, що призвело до підвищення вимог до рівня кваліфікації фахівців технічного профілю. Ця ситуація широко обговорюється в спеціальній літературі. Достатньо повно виявлені вимоги, критерії, напрями зміни інженерної праці.

Як відзначає М. Л. Лопатіна, технологічна революція ХХ століття і виникнення інформаційного суспільства призвели до того, що до фахівців почали ставитися нові функціональні вимоги: від працівника тепер потрібні як добре розвинені виробничі функції, так і здібності й уміння проектувати, приймати рішення і виконувати творчу роботу. Ці здібності й уміння повинні формуватися і постійно розвиватися як під час навчання, так і під час трудової діяльності [130].

Безперечно, що в основі всіх перетворень на сучасному етапі лежить інноваційна високотехнологічна інженерна діяльність. Сьогодні якість і результати інженерної діяльності безпосередньо позначаються на економічному, соціальному, культурному та екологічному добробуті суспільства, тому не можна не погодитися з Н. Ю. Єрміловою, яка вважає, що ситуація, яка склалася, вимагає від майбутніх інженерів заповзятливості, професійної компетентності, комунікабельності, творчого і відповідального ставлення до вирішення виробничих проблем. З огляду на це, стає особливо

актуальною проблема якості інженерно-технічної освіти загалом і геометрографічної як її основи зокрема [69].

Тому підготовка в галузі геометрографічних дисциплін не випадково названа Н. Ю. Єрміловою основою інженерно-технічної освіти. Графічна підготовка студентів, разом з необхідним обсягом знань і навичок, дає можливість їм успішно опанувати вибрану спеціальність і більш продуктивно використовувати сучасні розробки в інженерній галузі, оскільки вчить працювати з технічними кресленнями, схемами, документацією. Крім того, грамотно організована геометрографічна підготовка майбутніх інженерів орієнтована на використання можливостей засобів інформаційно-комунікаційних технологій і підвищує рівень їх інформаційної культури. Високий рівень геометрографічної підготовки дає змогу розширити світогляд, підвищити якість освіти, дає можливість студентам брати участь у проектній і винахідницькій діяльності, а після закінчення навчального закладу – швидко адаптуватися до умов сучасного виробництва. Але головним для технічних вузів є, на думку Н. Ю. Єрмілової, особливе місце геометрографічних дисциплін у загальній системі професійної підготовки інженера, яке закладає основу знань і вмінь, необхідних для успішного опанування інших дисциплін технічного профілю, і значною мірою впливає на професійне становлення майбутніх інженерів, розвиток їх проектно-логічного мислення, інтелекту [69]. Провідна роль геометрографічних дисциплін полягає в інженерному осмисленні геометричних знань і розв'язанні прикладних задач графоаналітичними методами. Інженерні мови графічного представлення інформації є галуззю геометрографічних дисциплін, що найбільш повно використовує функції комуніката [268].

Крім цього, графічні дисципліни є сполучною ланкою в процесі навчання загальноінженерних і спеціальних дисциплін. Від рівня підготовки з цих дисциплін багато в чому залежить уміння студентів грамотно виконувати графічну частину курсових робіт, курсових і дипломних проектів; уміння випускника грамотно використовувати набуті знання для

вирішення різних інженерних завдань.

В основі інженерної професії, на думку О. В. Жуйкової [71], лежать різні види діяльності фахівця: дослідження, проектування, конструювання, технологічна підготовка і виробництво виробу, його реалізація. Кожен з етапів пов'язаний з розробкою і виконанням різних графічних документів: ескізів, креслень, схем, технологічних карт тощо. Відповідно, підготовка майбутніх інженерів у технічному вузі як фахівця, який підтримує, експлуатує, модернізує створені об'єкти, процеси, вироби, повинна охоплювати весь цикл робіт “від ідеї до продукту”. Кожен студент повинен брати активну участь у всіх стадіях цього циклу, чітко представляти виробничий процес і умови організації праці, розуміти сутність технологічного процесу. Щодо випускника технічного вузу, то він повинен володіти такими професійними компетенціями, які відображають професійні особливості його майбутньої діяльності.

Як відзначають І. А. Сергєєва і А. В. Петухова, графічна підготовка студентів є важливою складовою технічної освіти [199]. Підкреслюючи значущість графічної складової інженерно-технічної освіти, деякі автори виділяють графічну компетентність [101; 100; 103; 164; 210].

Найповніше розкриває поняття графічної компетентності П. А. Острожков, наголошуючи на тому, що вона виступає передумовою до розвитку науково-дослідницької діяльності, містить в собі можливості для успішного вирішення професійних завдань, спирається на розвинене за допомогою комп'ютерних технологій просторове мислення і сприяє розвитку творчих здібностей [164].

Наводячи аналогічне визначення графічної компетентності, О. П. Вох бачить її як частину графічної підготовки, під якою вона розуміє інтелектуальну діяльність майбутніх інженерів, пов'язану з процесами просторового мислення, спрямовану на засвоєння національних стандартів і правил виконання креслень, оволодінням уміннями і навичками застосування їх на практиці [37].

Геометрографічну підготовку часто характеризують як компонент загальнопрофесійної інженерної підготовки, який полягає в набутті знань, умінь і навичок в галузі освоєння способів створення, аналізу, редагування, зберігання і застосування графічної інформації, зокрема засобами ІКТ технологій [68; 76; 94; 109; 132; 183; 242; 253].

Графічна підготовка фахівців має здійснюватися на основі реалізації принципів системності, мобільності і динамічності змісту й форм навчання, інформаційної технологічності навчання, розширення функціональних можливостей графічних зображень у професійній діяльності педагога, ускладнення професійних функцій педагога (О. М. Джеджула) [62].

Джеджула О. М. [62] запропонувала методика графічної підготовки, що спрямована на формування професійно важливих видів графічної діяльності на основі інтерактивних технологій та передбачає використання професійно орієнтованих завдань з елементами комп'ютерного інжинірингу, дизайну, ергономіки, методів імітації майбутньої виробничої діяльності. За результатами дисертаційної роботи розроблено й експериментально перевірено систему графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів та педагогічні умови її реалізації.

Райковська Г. О. зазначає, що методика графічної підготовки майбутніх фахівців засобами інформаційних технологій дає змогу створити сприятливі умови як для реалізації індивідуального підходу до графічної підготовки, так і для організації індивідуально-групової навчально-пізнавальної діяльності майбутніх фахівців у середовищі інформаційних технологій, яка ґрунтується на визнанні пріоритетів особистісного розвитку майбутнього фахівця, його потреб, мотивів, мети, здібностей, індивідуально-психологічних особливостей. Вона наводить уточнене поняття “графічна підготовка”, під якою розуміє спеціально організований педагогічний процес, спрямований на розвиток інженерно-конструкторських знань, умінь і навичок майбутніх технічних фахівців, які б могли ефективно здійснювати професійну діяльність, творчо мислити, свідомо орієнтуватися в інформаційному і

науковому просторі, формувати цілісний погляд на сучасні виробничі процеси та техніку не тільки вербально, а й за допомогою креслярів [184].

Зокрема, А. М. Гедзик розглядає графічну підготовку як багатогранний та взаємообумовлений процес, під час якого здійснюються відбір, систематизація та виклад навчальної інформації; сприйняття, усвідомлення, переробка цієї інформації; ефективне й результативне оволодіння навчальною інформацією та її використання, а також формування і розвиток властивостей і якостей особистості, необхідних у майбутній професійній діяльності. Безумовно, викладачеві слід приділити особливу увагу закономірностям, що забезпечують систематичність, послідовність і доступність навчання, які повинні йти від простого до складного [39].

Він відзначив, що розробка теоретичних основ професійно-графічної підготовки майбутнього вчителя технологій ґрунтується на найновіших уявленнях сутності педагогічного процесу у вищому навчальному закладі. Різноманіття його форм повинно бути об'єднане загальною ідеєю підготовки творчої особистості з широким, філософським світосприйняттям в умовах нового інформаційного рівня розвитку суспільства. Важливе місце у цьому процесі має бути відведене забезпеченню професійної спрямованості навчання і якнайширшого залучення студентів до самостійної роботи, що відображає специфіку практичної складової графічної підготовки майбутніх фахівців [39].

Досить ємне визначення поняття “графічна підготовка” надає В. К. Сидоренко [66], який зазначає, що це – процес формування системи знань, умінь і навичок, необхідних для читання та виконання графічних засобів передачі інформації. Система графічних знань, умінь і навичок формується на основі засвоєння органічно взаємопов'язаної сукупності навчального матеріалу, що відтворює всі сторони відображення в графічному документі просторово-геометричних властивостей і форми зображуваного предмета.

Необхідність у здійсненні графічної підготовки визначається тим, що в

умовах інформатизації найпоширенішим засобом передачі інформації про об'єкти праці є графічні документи – креслення, схеми, графіки, діаграми тощо. На сучасному етапі розвитку суспільства мова графічних зображень набуває дедалі більшого поширення як засіб спілкування у багатьох сферах діяльності.

Графічна підготовка здійснюється при вивченні самостійних навчальних дисциплін: у загальноосвітній школі – креслення, у професійних навчальних закладах – технічного креслення, інженерної графіки, комп'ютерної графіки. Навчальна мета кожного з цих предметів визначається специфікою рівня їх опанування.

Графічна підготовка повинна розглядатися не тільки як процес формування певних знань і вмінь, а ширше – йдеться про графічну підготовку як обов'язковий елемент загальної середньої освіти і професійної підготовки, а то й навіть про формування графічної культури особистості. Це означає, що, володіючи високим рівнем графічних знань і вмінь, людина за кожним графічним зображенням, за кожною лінією чи умовною позначкою повинна “бачити” реальний просторовий образ, уміти пов'язати його з реальним об'єктом навколишньої дійсності.

Значну роль у розвитку образного мислення студентів відіграють всі без винятку навчальні предмети. Водночас слід пам'ятати, що тільки на заняттях із креслення в процесі оперування об'єктами геометрографічної діяльності створюються належні умови для розвитку специфічного виду мислення – просторового [66].

Сидоренко В. К. зазначає, що просторове мислення посідає важливе місце у структурі інтелекту людини. Так само, як і геометрографічна підготовка взагалі, воно визначає рівень її інтелектуального розвитку. Це дало підстави ЮНЕСКО віднести рівень просторового мислення особистості до одного з показників інтелектуального розвитку нації [66].

Все вищесказане показує актуальність геометрографічної підготовки для майбутніх інженерів-залізничників в умовах інформаційного суспільства

та комп'ютеризованого навчального процесу. Розвиток комп'ютерних технологій і застосування їх у всіх сферах життєдіяльності обумовлює перехід на новий зміст навчання, прогресивні форми і методи проведення занять, спонукає до необхідності оснащення навчальних закладів сучасними засобами інформаційно-комунікаційних технологій.

Багато авторів розглядають вужче поняття “геометрографічна підготовка”, маючи на увазі вивчення дисциплін геометрографічного блоку, до яких належать шкільні дисципліни “Образотворче мистецтво”, “Геометрія”, “Креслення” та дисципліни вищої школи – “Нарисна геометрія”, “Інженерна графіка”, “Комп'ютерна графіка”, спеціальні дисципліни, пов'язані з роботою над створенням або використанням готових креслень [11; 15; 54; 74; 189; 251]. Це уточнення можна пояснити прагненням конкретизувати ширше поняття “графічна підготовка” і обмежити його рамками застосування креслярських інструментів і програм.

Дисципліни шкільного курсу є першим ступенем геометрографічної підготовки. При вивченні предмету “Образотворче мистецтво” відбувається ознайомлення з такими поняттями, як “композиція”, “тінь”, “перспектива”, розглядаються склад і будова об'ємних тіл; створюється малюнок як основа для подальшого вивчення технічного малюнка та ескізування; в рамках предмету “Геометрія” при вивченні розділу “Стереометрія” формуються основи для вивчення розділу “Аксонетричні проєкції”; а в процесі вивчення предмету “Креслення” здійснюється ознайомлення з поняттям єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД), основами і методами проєктування.

Другий ступінь складається з дисциплін вищої школи “Нарисна геометрія”, “Інженерна графіка” і “Комп'ютерна графіка”, що є об'єктом нашого дослідження.

На третьому ступені відбувається активне використання отриманих знань, умінь і застосування навичок у передпрофесійній діяльності студентів.

Ґрунтуючись на вищесказаному, можна сказати, що в рамках цього

дослідження *геометрографічна підготовка* – це вивчення дисциплін “Нарисна геометрія”, “Інженерна графіка” і “Комп’ютерна графіка”, спрямованих на засвоєння Державних стандартів, оволодіння вміннями і навичками застосування їх на практиці.

Зокрема, *нарисна геометрія* вивчає методи зображення просторових об’єктів на площині, *інженерна графіка* розглядає правила створення і оформлення конструкторської документації і базується на теоретичних засадах нарисної геометрії, а на заняттях з *комп’ютерної графіки* вивчаються можливості тієї чи іншої комп’ютерної графічної програми. Однак, маємо констатувати, що в навчальному процесі ці дисципліни тісно переплітаються, доповнюючи і збагачуючи одна одну (і лише в навчальних планах вони представлені як окремі курси).

Для ефективної геометрографічної підготовки сучасних фахівців у новій освітній системі велике значення має пошук, створення та впровадження сучасних освітніх технологій – інформаційних, комп’ютерних, телекомунікаційних, – інновацій, застосування яких вимагає радикальних змін у методах і засобах навчання, формах організації освітнього процесу, теорії та методики навчання.

Геометрографічні дисципліни є базовими загальноінженерними дисциплінами, що розвивають наочно-образне мислення і геометрографічну *компетентність* майбутніх інженерів-залізничників, без чого неможливе подальше навчання фахівця в технічній галузі.

Вивчення геометрографічних дисциплін спрямоване на формування графічної компетентності випускника.

Геометрографічна компетентність розглядається як рівень усвідомленого застосування геометрографічних знань, умінь і навичок з опорою на розуміння функціонального призначення та конструктивних особливостей виробів, міжпредметну інтеграцію і візуальну культуру, а також вільне володіння графічними інформаційними технологіями та системами при проектуванні технічних об’єктів.

У технічному вузі однією з перших серед геометрографічних дисциплін вивчається “Нарисна геометрія”. В. І. Лятецька відзначає, що нарисна геометрія – наука про вивчення способів створення графічних моделей, заснованих на паралельному і ортогональному проектуванні, та їх просторових відносин. Базові способи побудови креслень тривимірних просторових об’єктів дають змогу алгоритмізувати побудову ортогональних і наочних (аксонометрії) креслень, що надалі дає можливість успішно вивчати алгоритми комп’ютерної графіки і робить відчутним зв’язок нарисної геометрії з комп’ютерними технологіями проектування складних інженерних об’єктів [132].

Геометрографічні дисципліни покликані вирішувати в освітньому процесі такі завдання [132]:

- професійні (застосування графічних знань у виробничих умовах і науці);
- інформаційні (способи відображення, передачі, обробки і зберігання графічної інформації);
- науково-дослідницькі (формування навичок вирішення виробничих і науково-технічних завдань графічними методами);
- проектно-конструкторські (проектування, конструювання, моделювання);
- виховання і адаптації майбутнього фахівця за допомогою уявлень про графічну культуру.

Один з основоположників нарисної геометрії В. І. Курдюмов зазначав, що креслення є мовою техніки, нарисна геометрія слугує граматиною цієї мови [150]. При цьому, як і будь-яка геометрографічна дисципліна, вона має тримовний вираз: словесне, графічне, символічне. Це привносить деякі труднощі в сприйняття інформації, коли студенти починають вчитися “читати” креслення, оскільки знання теоретичних положень не має значення без можливості їх застосування на практиці, стає очевидною необхідність розвитку просторового мислення, аналітичних навичок. При вивченні

нарисної геометрії формуються початкові графічні навички, що дає змогу подолати складнощі розуміння креслень, тому можна сказати, що нарисна геометрія слугує відправною точкою в геометрографічній підготовці вищої школи.

На цьому етапі розвитку вищої освіти існує низка проблем, пов'язаних з вивченням нарисної геометрії. Багато авторів присвятили свої публікації виявленню і пропозиціям щодо вирішення деяких з них [94; 132; 135; 136; 183; 201; 246; 251; 152]. Розглядаються різні методики організації освітнього процесу [15; 53; 149; 156; 211; 176], а також наводяться приклади впровадження систем автоматизованого проектування в процес геометрографічної підготовки як засіб підвищення її результативності і розвитку просторового мислення [134; 247].

Аналіз літератури показав, що можна виділити особливості змісту нарисної геометрії, а також особливості організації геометрографічної підготовки, з якими пов'язані певні труднощі для успішного вивчення дисципліни. До особливостей змісту нарисної геометрії можна віднести такі [201]:

– розглядаються абстрактні точки, прямі і площини, а не певні предмети, для цього необхідна відповідна перебудова мислення студентів. Креслення, що займає провідне місце в нарисній геометрії, виконується не в аксонометричних, а в ортогональних проекціях і для розуміння вимагає певних розумових зусиль;

– особливі труднощі для більшості студентів при вивченні нарисної геометрії пов'язані з уявним оперуванням просторовими фігурами;

– всі розділи курсу мають тісний взаємозв'язок, в процесі викладання відбувається швидке наростання складності, тому для розуміння кожного подальшого розділу необхідне обов'язкове засвоєння (розуміння й утримання в пам'яті) змісту попередніх розділів.

При організації геометрографічної підготовки у технічному вузі слід врахувати такі чинники [94; 132; 134]:

– недостатню шкільну підготовку з креслення і геометрії, у багатьох випадках повна її відсутність, низький рівень розвитку просторового і логічного мислення. Усвідомлення цього студентами призводить до різкого зниження мотивації подальшого навчання;

– скорочення кількості аудиторних годин, через що відбувається інтенсифікація процесу навчання: інформація ретельно добирається і ущільнюється, подається в доступних для розуміння і запам'ятовування формах. В результаті деякі теми висловлюються і засвоюються на рівні понять;

– першокурсники не готові до сприйняття інформації у великому колективі, де відсутній індивідуальний підхід (темп читання і методи представлення інформації орієнтовані на середнього студента);

– нарисна геометрія, що вимагає великої уваги і зосередженості, абстрактного мислення, часто вивчається тільки протягом одного семестру, що є недостатнім;

– вивчення нарисної геометрії на першому курсі збігається з адаптаційним періодом, коли студенти ще не навчилися слухати і конспектувати лекції, планувати і організовувати свою самостійну роботу і дозвілля, своє робоче місце тощо.

Крім того, Е. І. Шангіна в своєму дослідженні виокремлює комп'ютеризацію процесу вивчення нарисної геометрії як причину невміння пояснити свої дії і бездумного копіювання чужих робіт студентами [251].

Інженерна графіка, будучи логічним продовженням в курсі геометрографічних дисциплін, спрямована на вивчення прийомів проектування і конструювання, правил складання проектно-конструкторської документації.

Результатом вивчення інженерної графіки Д. О. Корчевський, Н. Ю. Малькова, І. Д. Нищак, І. Л. Шишковська і В. А. Красичков називають усвідомлене застосування графічних знань, умінь і навичок, що спирається на знання структурних особливостей об'єктів, досвід графічної професійно

орієнтованої навчальної діяльності, вільне володіння графічними редакторами. До основних інженерних навичок вони відносять вирішення інженерних завдань за допомогою креслень, вільне читання конструкторської документації, самостійну дослідницьку роботу. Дослідники відзначають, що при виконанні графічних робіт у студентів виробляються уміння володіти інструментами, креслярські навички, розвивається просторова уява [135].

Перешкодами для успішного вивчення інженерної графіки можна назвати [136]:

– виконання графічних робіт пов'язане з великими трудовитратами, тому: а) кожен студент виконує тільки одне індивідуальне завдання з теми, що для більшості є недостатнім для повноцінного розуміння матеріалу; б) багато студентів намагаються скористатися послугами сторонніх осіб для виконання креслень;

– дисципліна пов'язана з вивченням великого обсягу інформації національних стандартів, що регламентують проектно-конструкторську діяльність, з якою потрібно, як правило, ознайомитися самостійно і застосувати на практиці, одного заучування матеріалу тут, як і в нарисній геометрії, стає недостатньо, необхідне просторове мислення, готовність аналізувати.

Останніми десятиліттями актуальним стало питання інформатизації освітнього процесу. Особливо це стосується геометрографічної підготовки, де з'явилася нова дисципліна “Комп'ютерна графіка”, метою якої є вивчення сучасних систем автоматизованого проектування або, інакше кажучи, графічних редакторів для виконання проектно-конструкторської документації. Це вимагає потужної матеріально-технічної бази, інформаційної інфраструктури, що забезпечує впровадження і розвиток інноваційного навчального обладнання для використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій.

Розробкою і впровадженням комп'ютерної графіки у сфері освіти займалися К. А. Вольхін [35], А. М. Гедзик [39], Г. Ф. Горшков [50],

М. М. Козяр [106], Д. О. Корчевський [112], І. Д. Нищак [152], Р. М. Сидорук [208], І. А. Ройтман [187], В. А. Рукавішніков [189], Ю. В. Шпильовий [257].

На думку К. А. Вольхіна, появу в системах автоматизованого проектування (САПР) інструментальних можливостей тривимірного моделювання відкривають нові перспективи для проектувальника [35]. Стало можливим автоматично отримати асоціативне креслення виробу з наявної тривимірної моделі, уникнувши помилок, пов'язаних з людським фактором, відбувається вдосконалення процесу виконання креслень. Крім того, інформаційні моделі містять не тільки геометричну форму, але й іншу інформацію, необхідну для виготовлення і контролю виробу (наприклад, з якого матеріалу виготовляти і яка маса при цьому вийде). Інформаційна модель повною мірою відповідає науково обґрунтованим вимогам до креслення.

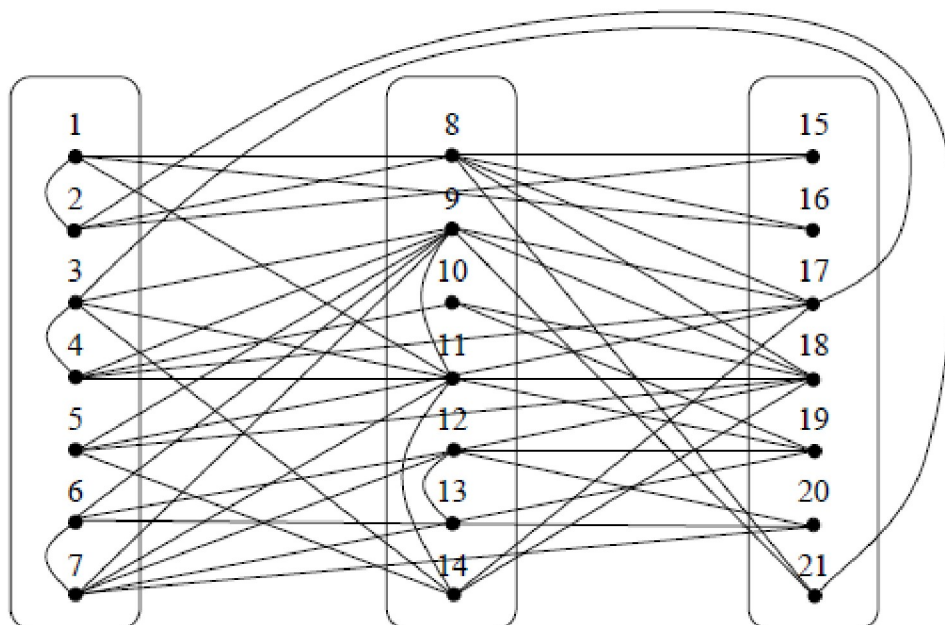
Науково-методичними радами з нарисної геометрії та інженерної графіки розроблено інноваційну стратегію комплексної інформатизації графічної підготовки, що підтримує впровадження комп'ютерної графіки, де наголошується, що основою сучасної графічної підготовки є 3D-моделювання, що дає змогу значно підвищити продуктивність і якість моделювання, його наочність і варіативність.

Геометричне моделювання, на думку Д. А. Вольхіна, В. О. Рукавішнікова, А. Л. Хейфіца [35; 189; 237], займає особливе місце в системах освіти, науки і виробництва. В процесі вивчення геометрографічних дисциплін формуються компетентності фахівців на основі отриманих знань, умінь і особистісних якостей здійснювати проектування в тривимірному просторі графічного редактора геометричних та інженерних об'єктів, а також брати з тривимірних моделей інформацію для дослідження самих об'єктів.

На цьому етапі розвитку геометрографічної підготовки велика увага приділяється інноваційній графічній освіті, в якій інтеграція є одним з основних напрямів у підготовці майбутнього фахівця. Основна мета інтеграційного підходу – забезпечення засвоєння студентами взаємозв'язаних

наукових понять.

Інтеграція в змісті навчання геометрографічних дисциплін полягає не в об'єднанні предметних галузей (хоча інколи це необхідно), а у взаємопроникненні, поширенні фундаментальних структур, інтуїції, мислення і діяльності.



*Рис 1.1. Взаємозв'язок дисциплін геометрографічного циклу
(нарисна геометрія, інженерна графіка, комп'ютерна графіка)*

Очевидно, що інтенсивна інформатизація всіх сфер людської діяльності викликала істотні зміни в характері інженерної праці. Ефективну інженерну діяльність вже неможливо представити без комп'ютерного супроводу.

Так, у роботі [84], присвяченій інноваційній стратегії інформатизації геометрографічної підготовки в технічній професійній освіті, автори Р. М. Сидорук, Л. І. Райкін, О. А. Сосніна, В. І. Якунін спеціально підкреслюють, що найважливішою вимогою, що ставиться до геометричної і геометрографічної підготовки, є її повна інформатизація, перехід до електронного документообігу і впровадження інформаційних систем.

Не можна не погодитися з думкою М. Ю. Темеревої, озвученою в статті [221], тематика якої також стосується проблеми геометрографічної підготовки інженерів в сучасних умовах, яка зауважує, що в умовах високого рівня оснащеності персональними комп'ютерами не тільки підприємств, навчальних закладів, але й практично кожного студента і викладача, сама система підготовки у вищій школі має бути вдосконалена, а концепція графічної освіти – змінена і грамотно модернізована.

Можна припустити, що одним з головних напрямів розвитку графічної підготовки найближчим часом буде її інформатизація і впровадження нових інформаційно-комунікаційних технологій. Як стратегічні фахівці виділяють такі напрями: розвиток високопродуктивного інформаційно-комунікаційного середовища, розвиток освітнього процесу на базі засобів інформаційних технологій.

Унікальність геометрографічних дисциплін в тому, що вони розвивають просторове мислення, але водночас, для успішного навчання потрібний певний рівень його початкового розвитку [21; 42; 68; 82; 95; 110; 164; 173; 251]. Докладніше просторове мислення розглянуто в другому пункті цього розділу.

Роль вивчення геометрографічних дисциплін полягає в інженерному осмисленні геометричних знань і вирішенні прикладних завдань графоаналітичними методами; вони вивчають способи відображення на площину геометричних властивостей простору і предмета, розміщеного в ній. Формування при цьому просторових уявлень складається на основі безпосереднього спостереження, пізнання або пригадування раніше отриманих уявлень про просторові форми, а також у процесі читання ешюрів, в основі яких лежить цілісна система розумових дій, спрямованих на перетворення даних сприйняття і уявне відтворення форми предмета.

Геометрографічні дисципліни покликані навчити створення зображення, пізнання його смислового змісту в переходах від знаку образотворчого об'ємного до знаку образотворчого площинного, умовно-

графічного і словесного, а також співвідношення зображення предмета і самого предмета або його речової моделі, оперування зображенням.

Отже, дисципліни геометрографічного циклу слугують потужним засобом інтелектуального розвитку студентів, оскільки геометрична інтерпретація явищ пронизує практично всю систему навчальних дисциплін як загальноінженерного, так і спеціальних циклів технічної освіти.

1.2. Педагогічні і методичні аспекти навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів

Сьогодні виробництво і промисловість отримали в своє розпорядження новітні могутні технології: машинобудівні, інформаційні, телекомунікаційні та інноваційні (консалтинг, трансферт, інжиніринг тощо).

Все це дає можливість підприємствам підняти якість і рівень своєї діяльності через новітні винаходи, оптимізацію технологічних процесів та ін. Разом з перерахованими технологіями, однією із значущих у підвищенні ефективності виробництва і промисловості є автоматизація проектно-конструкторських робіт. Сучасні комп'ютерні 3D-можливості дають змогу, по-перше, документувати винаходи у вигляді віртуальних 3D-моделей, що робить креслення не єдиною можливим способом представлення графічної інформації, а по-друге, реалізують можливість проведення випробувань дослідного зразка безпосередньо у віртуальному просторі, що суттєво полегшує виробничий процес і приводить до відчутної економічної і виробничої вигоди.

Все це викликає необхідність оновлення геометрографічної підготовки майбутніх інженерів з метою актуалізації вищої технічної освіти для підготовки висококваліфікованих фахівців, затребуваних на сучасному ринку праці.

Першою навчальною дисципліною, що бере участь у

геометрографічній підготовці інженерів, стала нарисна геометрія, яка виникла більше двох століть назад. Причиною її появи була необхідність підготовки інженерного корпусу фахівців, що володіють принципами побудови зображень просторових об'єктів на папері та конструктивними методами роботи з цими зображеннями для досягнення бажаного результату в процесі проектування інженерних винаходів. З часом виявилися унікальні можливості нарисної геометрії, що позитивно впливали на особистісний розвиток інженера і розширювали її мету як навчальної дисципліни.

До первинних цілей дисципліни додалося: розвиток просторового уявлення і уяви, що дає змогу подумки уявити форму предметів, їх взаємне розташування в просторі і досліджувати їхні властивості; розвиток конструктивно-геометричного мислення для вирішення інженерних завдань; формування здібностей до аналізу і синтезу просторових форм і відносин на основі графічних моделей простору.

На другому етапі до геометрографічної освіти увійшла інженерна графіка, яка з'явилася набагато пізніше, незважаючи на те, що саме поняття "графіка" було відоме задовго до появи нарисної геометрії. Первинне поняття розглядалося лише в ракурсі образотворчого мистецтва, тому в тлумачному словнику [154] термін "графіка" (з грец. урафікос – письмовий; урафію – пишу) розглядається як вид образотворчого мистецтва, що використовує як основні образотворчі засоби лінії, штрихи, плями і точки.

Графіка як вид образотворчого мистецтва призначена зображати дійсність у наочних образах, в яких пізнаються форми самої дійсності і завдяки методам узагальнення, типізації, уяві художника має можливість естетично розкривати тимчасовий розвиток подій, духовну зовнішність, переживання, думки, взаємини людей, втілювати суспільні ідеї. Як творча технічна (інженерна) діяльність графіка покликана створювати власний світ, не схожий на дійсність, дану нам природою. Після узагальнення цих двох понять можна сказати, що графіка – це спосіб зображення реальної або уявної дійсності.

При цьому графіка містить безліч способів отримання зображення. Найбільш поширеними є малюнок і креслення. Малюнок – це графічне зображення, виконане від руки, яке не дає уявлення про внутрішню будову і розміри предмета, а тільки про його зовнішній вигляд. Креслення ж – це графічне зображення, виконане за допомогою спеціальних інструментів і за особливими правилами, яке дає повне уявлення про зовнішню і внутрішню будову предмету і його розміри.

Проте, за часів ремісничих майстерень спосіб і потреба в попередньому зображенні винаходів визначалися самим майстром, оскільки кожен виріб виготовлявся від початку і до кінця однією людиною. Тільки з появою мануфактурного виробництва, яке передбачало розподіл праці, виникла необхідність у загальних правилах виконання промислових креслень.

У колишньому СРСР “Інженерна графіка” з’явилася після створення Державних стандартів (ДУСТ) для машинобудівних креслень у 1929 р., що є єдиною системою конструкторської документації (ЄСКД). Метою нововведеної в геометрографічну освіту навчальної дисципліни “Інженерна графіка” стало вивчення правил розробки, оформлення і читання конструкторської документації, що визначались державними стандартами.

Третя дисципліна – “Комп’ютерна графіка” – увійшла до програм геометрографічної освіти технічних вузів не більше десяти років тому, що була пов’язана з появою і розвитком комп’ютерної техніки і технологій. Щоб правильно розуміти сутність цієї дисципліни, необхідно спочатку визначити поняття “комп’ютерна графіка”, яке через багатогранність можливостей має велику кількість значень.

Комп’ютерну (або машинну) графіку в тлумачному словнику визначено як “зображення об’єктів у цифровому форматі комп’ютера” [154].

Також комп’ютерну графіку визначають як: окремий розділ в інформатиці; спеціальну галузь науки, що вивчає способи створення, перетворення і застосування зображень, отриманих за допомогою комп’ютерної техніки і програм [157]. У загальному сенсі комп’ютерну

графіку як навчальну дисципліну слід визначати як засіб, що виробляє у студентів компетентності і навички діяльності з використання комп'ютера і спеціального програмного забезпечення для вирішення своїх професійних завдань. При цьому слід розділити її на два види: використання комп'ютера як інструмента для створення зображень і використання комп'ютера як засобу для обробки візуальної інформації, отриманої з реального світу. При цьому перший вид слід підрозділяти на дизайнерську та інженерно-конструкторську діяльність. Сучасні комп'ютерно-програмні технології стрімко розширюють арсенал графічних можливостей комп'ютерів, змінюючи не тільки технологію проектування, але й саму ідеологію інженерно-конструкторської діяльності.

Дисципліни геометрографічного циклу – нарисна геометрія, інженерна і комп'ютерна графіка – покликані функціонально вирішувати одне загальне завдання: реалізація творчої ідеї майбутнього інженера залізничного транспорту, винахідника, конструктора.

Отже і шукають можливі шляхи оновлення геометрографічної освіти та інтенсифікації процесу навчання геометрографічних дисциплін.

У педагогіці добре відомі основні компоненти будь-якої педагогічної системи. Запропоновані спочатку М. А. Пишкало [Цель не найдена!], вони доповнювалися багатьма авторами і в сучасному варіанті містять:

- цілі й очікувані результати;
- зміст навчання;
- методи навчання;
- форми навчання;
- засоби навчання;
- контроль успішності навчання;
- моніторинг процесу навчання.

Аналіз їх змістового наповнення проведений з урахуванням ідей, висловлених в роботах [83-145], і власного досвіду викладання.

Цілі й очікувані результати навчання нарисної геометрії

Мета навчання визначається, з одного боку, вимогами державних освітніх стандартів, з другого – місцем, яке займає курс серед решти навчальних дисциплін.

Місце нарисної геометрії серед технічних дисциплін зумовлюється її предметом. У математичному енциклопедичному словнику нарисну геометрію визначено як розділ геометрії, в якому просторові фігури, а також методи розв'язання і дослідження просторових задач вивчаються за допомогою їх зображень на площині [80]. Побудова зображень у нарисній геометрії здійснюється за допомогою паралельного і центрального проектування геометричних об'єктів на площину проєкцій. Паралельне проектування є афінним перетворенням, а центральне – проектним перетворенням. Отже, нарисна геометрія, що базується на паралельному проектуванні, є “інструментом” дослідження властивостей фігур афінного простору і розв'язання проєкційних і афінних задач з їх участю” [80]. Саме паралельне проектування лежить в основі нарисної геометрії як навчальної дисципліни в технічному вузі. Відповідно при домінуванні центрального проектування при побудові зображень (наприклад, при вивченні нарисної геометрії на будівельних, архітектурних факультетах технічних вузів) нарисна геометрія може розглядатися як розділ проектної геометрії.

У практичній діяльності сучасного інженера нарисна геометрія необхідна при проектуванні і створенні за виконаним проектом тієї або іншої споруди, машини, апарату та ін. Використання методів нарисної геометрії є єдино раціональним шляхом при конструюванні складних поверхонь технічних форм, із заданими параметрами, вживаних в авіаційній і автомобільній промисловості, при створенні корпусів, суднових рушіїв і в багатьох інших галузях техніки [25].

З другого боку, методи нарисної геометрії є базою для вирішення завдань технічного креслення.

У техніці креслення є основним, єдиним і незамінним засобом виразу

людських ідей. Як відзначає О. У. Бубенніков у вступі до задачника з нарисної геометрії, креслення називають мовою техніка. На думку Р. Монжа, якщо креслення є мовою техніка, то нарисна геометрія слугує граматикою цієї всесвітньої мови, оскільки вона вчить нас правильно читати чужі і висловлювати за її допомогою свої власні думки, користуючись як словами одними лініями і точками, як елементами будь-якого зображення [89].

Креслення необхідні для найрізноманітніших проявів багатобічної діяльності людини. Вони повинні не тільки визначати форму і розміри предметів, але й бути досить простими і точними в графічному виконанні, допомагати всебічно досліджувати предмети і їх окремі деталі.

Для того, щоб правильно виразити свої думки за допомогою малюнка, ескізу, креслення необхідно знати теоретичні основи побудови зображень геометричних об'єктів, їх різноманіття і відношення між ними, що і складає предмет нарисної геометрії.

Зображення фігури на площині як графічний спосіб представлення інформації про неї має переваги порівняно з іншими способами:

– спілкування стає доступнішим, тому що образи, які створюються на основі візуального (зорового) сприйняття, володіють більшою, ніж слова, асоціативною силою;

– зображення є інтернаціональною мовою спілкування, тоді як, наприклад, вербальне спілкування вимагає для розуміння, як мінімум, знання мови співрозмовника.

Нарисна геометрія з часів її основоположника Р. Монжа (1746–1818) посіла гідне місце у вищій школі як наука.

Вагомий внесок до розвитку і становлення нарисної геометрії зробив видатний французький учений М. Шарль. Він вважав, що ця наука має *дві головні цілі* – точне уявлення на кресленні, що має тільки два вимірювання, об'єктів тривимірних, які можуть бути точно задані. З цього погляду, це мова, необхідна інженерові, що створює який-небудь проект, а також усім тим, хто повинен керувати його здійсненням, і, нарешті, майстрам, які

повинні виготовляти різні частини.

Другою метою нарисної геометрії є виведення з точного опису тіл все, що неминуче виходить з форми і взаємного розташування. У цьому сенсі це засіб шукати істину; вона дає нескінченні приклади – переходу від відомого до невідомого; оскільки вона завжди має справу з предметами, яким властива найбільша ясність, необхідно ввести її в план освіти. Вона придатна не тільки для того, щоб розвивати інтелектуальні здібності особистості і тим самим сприяти вдосконаленню роду людського, але й необхідна для всіх робітників, мета яких надавати тілам певні форми; саме тому, що методи цього мистецтва досі були мало поширені або їм приділялося недостатньо уваги, розвиток промисловості йшов так поволі [191].

На авторитетну думку Ю. Р. Козловського, у процесі вивчення нарисної геометрії досягаються й *інші цілі*: розширюється загальнонауковий світогляд студентів, розвивається вміння точно і стисло висловлювати свої думки, розвиваються уважність і спостережливість, плановість і акуратність, організованість, художній смак та інші моральні якості.

За визначенням І. Боровікова, це самостійна наука, що досліджує методи відображення багатовимірних просторів на простори нижчих розмірностей та розробляє способи розв'язання геометричних задач за допомогою графічних моделей [19].

Узагальнюючи існуючі думки [148], вважатимемо, що *основна мета вивчення нарисної геометрії* – розвиток просторового уявлення і конструктивно-геометричного мислення, здібностей до аналізу і синтезу просторових форм і відношень на основі графічних моделей простору, що практично реалізуються у вигляді креслень технічних, архітектурних та інших об'єктів, а також відповідних технічних процесів і залежностей. Всі ці аспекти входять до складу графічної компетентності інженера.

Нарисна геометрія як навчальний предмет дає можливість:

- навчити створення образу;
- пізнати його смисловий зміст у переходах від знаку образотворчого

об'ємного до знаку образотворчого площинного, умовно-графічного і словесного;

– співвіднести образ предмету і самого предмету або його речової моделі;

– оперувати образом.

Найважливіше прикладне значення нарисної геометрії як навчальної дисципліни полягає в тому, що вона навчає володіти графічною мовою, виконувати і читати креслення та інші зображення геометричних об'єктів. Ми погоджуємося з думкою М. В. Покровської, що мова графіки через свої властивості є унікальною в комунікативному процесі. Ця найдавніша з мов світу є міжнародною мовою спілкування; вона точна, наочна і лаконічна. Наочне представлення інформації в будь-якій сфері людських знань здійснюється засобами графічної мови; без знання азбуки цієї мови немислиме формування сучасного інженера [175].

Вивчення нарисної геометрії забезпечує спадкоємність між шкільними курсами геометрії і креслення і графічними дисциплінами вузу.

Значення нарисної геометрії в *загальнопрофесійній підготовці* студентів визначається її *предметом*. Найбільш повний перелік *цілей і завдань* вивчення навчальної дисципліни “Нарисна геометрія” в сучасних умовах дають Н. Н. Рижов і В. І. Якунін [Цель не найдена!]. Завдання вивчення нарисної геометрії зводиться до розвитку просторового уявлення і творчої інженерної уяви, конструктивно-геометричного мислення, здібностей до аналізу і синтезу просторових форм та їх відношень; вивчення способів конструювання різних геометричних просторових об'єктів (переважно – поверхонь), способів отримання їх креслень на рівні графічних моделей і вмінню розв'язувати на цих кресленнях метричні і позиційні задачі.

Нарисна геометрія забезпечує студента необхідним мінімальним обсягом фундаментальних інженерно-геометричних знань, на базі яких можливе успішне вивчення таких дисциплін, як інженерна графіка, технічне і будівельне креслення, теоретична механіка, опір матеріалів, теорія машин і

механізмів, деталі машин і багатьох інших конструкторсько-технологічних і спеціальних предметів, а також оволодіння новими знаннями в галузі комп'ютерної графіки, геометричного моделювання та ін.

В результаті *вивчення* нарисної геометрії, за словами педагога-дослідника Ю. Р. Козловського, автора монографії [105], присвяченій методиці викладання курсу “Нарисна геометрія”, студент повинен знати:

- правила, якими керуються при складанні і читанні комплексного креслення, тобто при побудові зображень просторових форм на площині;

- правила, прийоми і способи графічного розв'язання задач, пов'язаних з просторовими формами.

Студент повинен уміти:

- будувати зображення просторових форм на площині, тобто складати креслення;

- у думках відтворювати просторовий вид зображеного на кресленні предмета або сукупності предметів, тобто читати і аналізувати геометричні властивості зображених на кресленні предметів;

- розв'язувати графічним способом (на проєкційному кресленні) просторові задачі.

На думку авторів Л. Г. Нартової і В. І. Якуніна [148], майбутні фахівці повинні знати:

- методи побудови оборотних креслень просторових об'єктів; зображення на кресленні прямих, площин, кривих ліній і поверхонь; способи перетворення креслення;

- способи розв'язання на кресленнях основних метричних і позиційних задач;

- методи побудови розгорток багатогранників і різних поверхонь з нанесенням елементів конструкції на розгортці і згортці;

- побудова тіней геометричних фігур: власних і падаючих, побудова перспективи (для будівельно-архітектурних спеціальностей);

- методи побудови ескізів, креслень і технічних малюнків стандартних

деталей, роз'ємних і нероз'ємних з'єднань деталей і складальних одиниць;

– способи побудови і читання складальних креслень загального виду різного рівня складності і призначення.

Майбутні фахівці повинні мати досвід виконання ескізів і креслень технічних деталей і елементів конструкції вузлів виробів своєї майбутньої спеціальності, а також мати уявлення: про принцип роботи конструкції, показаної на кресленні; про основні технічні процеси виготовлення деталей; про можливості комп'ютерного виконання креслень; про міжнародні стандарти.

Згідно із загальною характеристикою професії [93], інженер повинен знати: нарисну геометрію і креслення; стандарти, що діють; нормативи ЄСКД і правила оформлення проектно-конструкторської документації. Повинен уміти: аналізувати технічну інформацію, представлену як в аналітичній, так і в графічній інтерпретації; “читати” креслення, співвідносити їх з реальними об'єктами; узагальнювати і систематизувати; прогнозувати показники і результати роботи.

Повинен мати професійно важливі якості: конструктивне і логічне мислення; уважність, точність і акуратність; уміння ухвалювати обґрунтовані і відповідальні рішення; організаторські здібності.

З погляду нашого дослідження інтерес представляють графічні компетентності майбутніх інженерів, які входять до складу спеціальних компетенцій. Саме на формування цих компетентностей (див. таблицю 1) спрямовано навчання нарисної геометрії [28; 190].

Таблиця 1.1

Структура і зміст геометрографічних компетентностей інженерів

<i>Структура</i>	<i>Зміст геометрографічних компетентностей</i>
Знання (запам'ятовування і відтворення)	Знання державних стандартів для виконання креслень машинобудівного виробництва, будівельні норми і правила, стандарти з виконання будівельних креслень. Знання

<i>Структура</i>	<i>Зміст геометрографічних компетентностей</i>
	графічних способів передачі інформації і їх використання при розробці конструкторської документації. Знання термінології з нарисної геометрії. Знання правил і способів побудови графічних зображень. Знання правил нанесення розмірів на кресленнях
Розуміння (розуміння значення вивченого матеріалу)	Розуміння призначення креслення, його зображень. Розуміння взаємозв'язку зображень креслення, тобто епюра геометричних тіл, моделей і їх аксонометричних зображень. Розуміння принципу побудови проєкцій на комплексному кресленні, розуміння суті і призначення розгортки
Застосування (використання вивченого навчального матеріалу в конкретних умовах)	Уміння зорієнтувати себе на поставленій меті. Використання теоретичного матеріалу при вирішенні конкретної графічної роботи, а також в новій практичній ситуації. Уміння користуватися спеціальними вимірниками і креслярськими інструментами. Обдумування ходу вирішення графічної роботи і планування тимчасового режиму роботи. Застосування правил і прийомів виконання графічних побудов
Аналіз (розчленовування навчального матеріалу на складові, виявлення взаємозв'язків між ними)	Аналіз конструкції виробу, принципу дії, взаємодії її складових частин. Знаходження раціональних способів і альтернативних прийомів розв'язання графічних задач. Аналіз форми моделі, вибір розмірних баз і розташування розмірних ліній. Знаходження джерел інформації, тобто спеціальної і довідкової літератури, самостійне їх вивчення і застосування при виконанні графічних робіт і читанні конструкторської документації
Синтез (комбінування елементів і з'єднання їх в єдине ціле)	Узагальнення результатів виконаних графічних робіт і вивченого теоретичного матеріалу. Встановлення зв'язку з технічними дисциплінами, що вивчаються, і майбутньою професійною діяльністю інженера
Оцінювання (оцінювання значення продукту діяльності)	Вироблення основних критеріїв самоперевірки графічних робіт, спираючись на державні стандарти з виконання креслень.

<i>Структура</i>	<i>Зміст геометрографічних компетентностей</i>
	Здійснення самоконтролю за схемою узагальненого алгоритму перевірки креслення. Виявлення і усунення в графічних роботах помилок і неточностей

Як і будь-який вид компетентності, інженерно-графічна компетенція – багатопланове поняття. Його можна трактувати і дуже широко, і цілком конкретно. Зокрема, широке тлумачення поняття подає А. В. Петухова [172], на думку якої *геометрографічна компетентність* є сукупністю інтегральної характеристики особистості, що включає такі її особливості, як інженерна технологічна письменність та інформаційна культура. Інженерно-графічна компетентність охоплює знання особливостей і стандартів оформлення креслярської документації, пов'язаних з технологією виробництва проєктованих виробів і етапами “життєвого циклу” виробу або конструкції; уявлення про склад і наповнення інженерно-графічної документації, що формується на різних рівнях інженерної діяльності; володіння сучасними засобами створення, обробки і зберігання креслень”. Ця компетенція формується впродовж всього періоду навчання, але нарисна геометрія закладає її базис.

Стосовно студентів молодших курсів інженерно-графічну компетенцію можна розглядати конкретніше, а саме: студент володіє інженерно-графічною компетенцією, якщо він вміє:

- представити візуально-образні геометричні моделі абстрактних об'єктів за зразком;
- грамотно аналізувати просторові ознаки геометричного об'єкта за представленими площинними проєкціями;
- правильно зіставити просторове зображення геометричної моделі об'єкта з її плоскими проєкціями і навпаки;
- використовувати просторове мислення в процесі виконання

формальних двомірних перетворень над тривимірним геометричним об'єктом або моделлю при розгляді просторової задачі на площині;

– практично здійснювати графічні побудови двомірних проєкцій на площині і оперувати ними при розв'язанні метричних і позиційних задач;

– витримати точність і акуратність графічних побудов;

– застосувати оригінально-творчі елементи і прийоми графічного оформлення у розв'язанні задач і виконанні епюра;

– чітко і лаконічно збудувати логічне пояснення алгоритму і ходу розв'язку поставленої графічної задачі.

Зміст навчання

Визначивши загальні цілі і завдання курсу, очікувані результати і його зв'язок з іншими дисциплінами навчального плану, можна приступити до встановлення обсягу і змісту навчального матеріалу, аналізу навчальної програми, послідовності вивчення окремих тем і розділів, вибору методів навчання і найбільш доцільних форм навчальної роботи, визначення обсягу самостійної роботи студентів і способів її організації.

При цьому слід мати на увазі, що представлення навчального матеріалу студентам, його зміст, послідовність викладу тощо повинні здійснюватись згідно з дидактичними принципами: системності і послідовності, доступності і науковості за максимальної активності студентів, а також формування у них загального уявлення про предмет, побудованого на основі його внутрішньої логіки, розвитку творчого мислення, уміння узагальнювати і практично осмислювати матеріал, що вивчається.

Зміст навчання будь-якої дисципліни, у тому числі і нарисної геометрії, є багатокомпонентним. Він має включати:

– факти;

– поняття і терміни цієї науки;

– закони і закономірності;

– аксіоми і теореми;

– формули;

- методи вирішення типових завдань;
- досвід практичної діяльності;
- досвід творчої діяльності;
- досвід оцінної (аналітичної) діяльності.

Водночас у цієї дисципліни є своя специфіка, яка відображається у відборі змісту навчального курсу нарисної геометрії.

При відборі змісту за основу може братися положення про те, що об'єднуючим початком геометрографічної підготовки і умовою підвищення наукового рівня її вивчення є оволодіння студентами способами проектування. Знання й уміння, що формуються на основі уявлень про проєкції і види, надалі мають збагачуватися складнішими, пов'язаними з перетворенням зображень, розрізами і перетинами, побудовою розгортки поверхонь, розглядом аксонометричних проєкцій, що розвиває у студентів повніше розуміння способів зображення просторових форм на площині й уміння оперувати ними [140, с. 13].

Державні освітні стандарти встановлюють вимоги до змісту дисципліни залежно від спеціальності або напрямку і кількості навчального часу, що відводиться кафедрою відповідно до навчального плану спеціальності.

Найбільш повний зміст дисципліни “Нарисна геометрія” представлено Л. Г. Нартовою і В. І. Якуніним. Він дає змогу сконструювати навчальну програму залежно від спеціальності і обсягу навчального часу.

Обов'язковий мінімум змісту геометрографічної освіти

уміти:

- визначати геометричну форму простих деталей за їх зображеннями;
- виконувати графічні зображення, як з натури, так і з креслення деталі.

розвинути:

- навичку вирішення нестандартних інженерних завдань;
- навичку проектування, конструювання і моделювання.

Наприклад, студентам машинобудівних спеціальностей при вивченні

нарисної геометрії необхідно овоїти такий зміст:

- предмет нарисної геометрії;
- задавання точки, прямої, площини і багатогранників на комплексному кресленні Г. Монжа;
- позиційні завдання;
- метричні завдання;
- способи перетворення креслення;
- багатогранники;
- криві лінії;
- поверхні (поверхні обертання, лінійчаті поверхні, гвинтові поверхні, циклічні поверхні);
- побудова розгорток поверхонь;
- дотичні лінії і площини до поверхні;
- аксонометричні проєкції.

У змісті навчання з інших спеціальностей можуть бути відображені інші розділи.

Що стосується методів вирішення типових завдань, то позиційні і метричні завдання нарисної геометрії можуть вирішуватися як графічними, так і аналітичними методами. Необхідно відзначити, що традиційними є графічні методи. Нині існує думка про необхідність паралельного вивчення графічних і аналітичних алгоритмів рішення. Р. С. Іванов пояснює це зміною ролі нарисної геометрії як навчальної дисципліни, викликаного широким впровадженням у виробництво й освіту засобів інформаційно-комунікаційних технологій [81].

Оскільки в основі комп'ютерної реалізації розв'язання графічної задачі лежать аналітичні способи, їх необхідно включати в зміст навчання нарисної геометрії. Крім того, паралельне знайомство з графічними і аналітичними способами завдання геометричної інформації, надає студентові можливість порівняння і аналізу різних способів моделювання геометричних об'єктів, а викладачеві – організувати особистісно орієнтоване, індивідуалізоване

навчання студентів. При цьому реалізуються рекомендації основоположника нарисної геометрії Г. Монжа про сумісне вивчення графічних і аналітичних методів. Порівнюючи нарисну геометрію з алгеброю, Г. Монж зазначав, що обидві науки мають тісний зв'язок. Немає жодної побудови в нарисній геометрії, яку не можна було б перенести на мову аналізу; і якщо питання стосується не більше ніж трьох невідомих, кожна аналітична операція може бути потрактована як запис геометричної картини [215, с. 5]. Проте необхідно враховувати, що паралельне вивчення в курсі нарисної геометрії потребує збільшення навчального часу.

З появою ПК і програмного забезпечення, що дають змогу аналітичними методами більш точно розв'язувати геометричні задачі і автоматично відображати результати розв'язку в графічному вигляді на екрані монітора, почали висловлюватися думки про зміну змісту нарисної геометрії як навчальної дисципліни або збереження його в традиційному вигляді. Так, деякі дослідники (Р. М. Сидорук, Е. Е. Плоткин, Л. І. Райкін) одним із шляхів вдосконалення геометричної і геометрографічної підготовки студентів визнають поглиблення фундаментальної геометричної підготовки, перехід на комп'ютерну нарисну геометрію, вивчення в рамках курсу обчислювальної геометрії понять топологічного простору, різноманіття, груп перетворень, ізоморфізму, систем інтерполяції клітинних комплексів, відповідно, сіткових, каркасних поверхонь, об'ємних, багатовимірних геометричних моделей, необхідних для систем автоматизованого проектування [209, с. 49]. С. А. Попов і Н. А. Варфоломєєва вважають, що використання елементів комп'ютерної графіки вдало доповнює традиційний курс нарисної геометрії, коли виконання звичайних креслень доповнюється лабораторним практикумом, в якому студенти розробляють програми для побудови на екрані монітора лінії перетину поверхонь обертання [178, с. 41]. І. В. Глазкова пропонує доповнити програму курсу нарисної геометрії комплексом дизайн-складових і передбачити залучення сучасних графічних програм при вивченні деяких тем [41]. Л. С. Шабека відзначає, що машинна

графіка повинна вивчатися як забезпечуюча підсистема системи автоматизованого проектування, не як альтернатива ручному кресленню, а як ефективний засіб візуалізації процесу і результатів пізнавальної і творчої діяльності [248, с. 5]. На думку В. С. Полозова, на комп'ютерне навчання в рамках графічних дисциплін, вивчення розділів “Геометричне моделювання”, “Обчислювальна геометрія”, “Машинна графіка” має бути відведений додатковий час. Ці розділи повинні вивчатися після засвоєння курсів нарисної геометрії і креслення [177].

Практика показала, що широкого впровадження ЕОМ для автоматизації аналітичного розв'язання задач нарисної геометрії в процес навчання поки не відбулося. Це пояснюється тим, що студенти першого курсу не мають достатнього досвіду роботи з обчислювальною технікою, а виділити час на вивчення мов програмування в курсі нарисної геометрії не представляється можливим. Проте, при сучасному рівні програмного забезпечення, появі прикладних графічних програм, таких як AUTOCAD, - T-FLEX, КОМАС-3D, Solid Works тощо мова нарисної геометрії стала зрозуміла комп'ютеру. Використання таких графічних редакторів дає змогу отримувати точне графічне вирішення задач на екрані дисплея і вимагає тільки елементарної комп'ютерної письменності. Це відкриває великі можливості для використання комп'ютерів при вивченні нарисної геометрії.

Враховуючи, що нарисна геометрія є фундаментальним розділом інженерної графіки, при визначенні змісту навчання нарисної геометрії і питань, що виносяться на самостійне опрацювання, може бути прийнята за основу узагальнена структурно-функціональна модель змісту графічної підготовки, розроблена Л. С. Шабекою, що містить п'ять основних функціонально-супідрядних компонентів [248]:

– просторово-логічний – включає уміння і навички представлення просторових форм з креслення (зображенню на екрані дисплея) або опису, а також проведенню логічних дій з образами в просторі;

– образотворчий – визначає володіння методами побудови просторових

форм на площині (папері, екрані дисплея);

– геометрографічний – включає знання й уміння аналізувати і визначати форму, положення, метричні характеристики об'єктів за допомогою графічних методів, зокрема із застосуванням ЕОМ;

– конструктивно-графічний – визначає вміння застосування графічних, зокрема машинних, методів, до вирішення різних завдань, пов'язаних з конструюванням машин і механізмів, аналізом і розрахунком технологічних процесів;

– інтелектуально-діловий – включає якості особистості, що розвиваються в процесі геометрографічної підготовки (просторове уявлення і уяву, технічне мислення, акуратність, точність, відчуття естетичного смаку, зорову пам'ять, уміння застосовувати нормативну інформацію тощо)” [248, с. 7].

Отже, з погляду діяльнісного підходу в курсі нарисної геометрії вивчаються:

- 1) методи відображення просторових об'єктів на площині;
- 2) способи графічного і аналітичного розв'язання різних геометричних задач;
- 3) прийоми збільшення наочності і візуальної достовірності зображень проєктованого об'єкта;
- 4) способи перетворення і дослідження геометричних властивостей зображеного об'єкта;
- 5) основи моделювання геометричних об'єктів.

Експерименти з різних напрямів модернізації курсу нарисної геометрії проводилися вже неодноразово. Актуальним питанням введення нетрадиційних, інноваційних методик навчання нарисної геометрії присвячено праці А. В. Бубеннікова [24], В. О. Гордона [46-48], Я. М. Даніленко [61], В. Ф. Кардаш [90], Ю. Г. Козловського [105], І. І. Котова [114], В. С. Льовіцького [124], Н. Ф. Четверухіна [245], В. І. Якуніна [268] та інших.

Ці експерименти переслідували мету: визначити способи підвищення ефективності навчального процесу шляхом модернізації змісту курсу “Нарисна геометрія” і методики його викладання в рамках обмежень за часом і невідповідністю існуючих дидактичних засобів сучасним вимогам ведення навчального процесу.

Як відомо, сьогодні йде підготовка до ухвалення освітніх стандартів. Очевидно, будуть уточнені цілі і зміст графічної підготовки. Одним із напрямів модернізації курсу “Нарисна геометрія” є використання компетентнісного підходу як методичної бази і цільової основи геометрографічної підготовки майбутнього інженера.

Учені єдині в тому, що інженерний вищий навчальний заклад покликаний вирішувати завдання сучасної професійної освіти майбутніх фахівців в умовах пошуку і формування найбільш доцільних методів і форм навчання, оскільки під впливом процесів реформування неминуче позначилися нові тенденції розвитку:

- зміна цілей навчання і виховання;
- комп’ютеризація технологічних процесів освіти;
- індивідуалізація і диференціація освітніх траєкторій;
- активізація творчої спрямованості навчання;
- актуалізація самовизначення і особистісної орієнтації.

Таким чином, конкурентоспроможного випускника вузу слід розглядати не тільки як такого, що володіє професійними знаннями, вміннями і навичками, але й здатного використовувати свої сформовані якості в безперервному освітньому процесі на шляху самовдосконалення в професійній діяльності [170].

Очевидно, що традиційними методами і засобами освітнього процесу неможливо здійснити підготовку компетентних фахівців високого рівня. Отже, необхідно внести істотні зміни до цілей, змісту і технологій підготовки інженерних кадрів, форм організації і управління процесом навчання, освітніх програм (включення інноваційної складової), системи контролю й

оцінки рівня та якості інженерної освіти, навчально-методичного забезпечення. Все це власне і є головним показником інновацій в системі освіти і відповідає концепції модернізації російської освіти на сучасному етапі. Суттєво зростає роль самостійної роботи, оскільки компетенція – це особистісна якість людини.

Напрями модернізації навчання

Аналіз матеріалів нарад і конференцій, присвячених стану, проблемам і тенденціям розвитку геометрографічної підготовки вищої технічної школи показує, що найбільш *вірогідними напрямками модернізації навчання фахівці* вважають:

1. Реалізацію вирішення проблеми довузівської геометрографічної підготовки майбутніх абітурієнтів шляхом конфігурації шкільного профільного навчання. Цей напрям може бути реалізованим, на думку Л. В. Туркіної [228, с. 107], як модель внутрішньошкільної профілізації, здійснюваної шляхом набору елективних курсів, серед яких може бути реалізований шкільний курс графіки, і з яких учні підбирають власний індивідуальний профіль навчання.

2. Використання диференційованого підходу на початковому етапі навчання геометрографічних дисциплін у вузі з метою допомогти влитися в процесі навчання “слабким” студентам шляхом проведення індивідуальних додаткових занять або коректувально-розвиваючих курсів.

3. Апробація різних варіацій змісту навчальної дисципліни і розгляд педагогічних, психологічних, методологічних аспектів при їх реконструкції з метою врахування специфіки майбутньої професії [267, с. 87].

4. Відстежування, розвиток і координація взаємозв'язків проникнення суміжних технічних і спеціальних дисциплін з метою первинної мотивації вивчення геометрографічних дисциплін [69, с. 73].

5. Грамотний, структурно-системний виклад, використання викладацької майстерності для надання цікавого пізнавального характеру навчальному матеріалу курсу з метою виникнення ефекту зацікавленості в

процесі навчання.

6. Впровадження прийомів стимулювання навчальної діяльності студентів, наприклад: схвалення, похвала, винагорода високим балом, подяка за успіхи у навчанні, “винагорода” вільним часом, який дає їм змогу звільнити частину часу для занять з інших дисциплін. Вияв цікавості до студента як до особистості, майбутнього фахівця сприятиме позитивній реакції студента, якщо він відчуває, що його розуміють, поважають, цінують [241, с. 97].

7. Ширше використання когнітивного компоненту навчання: знання, уміння, навичок, включення їх в ширший соціокультурний контекст, наділяючи їх в рамках інноваційної моделі освіти іншим сенсом, змінюючи технологію їх освоєння.

8. Розвиток комунікативних якостей особистості студента при навчанні графічних дисциплін, оволодіння практичним досвідом участі в наукових дискусіях дослідженнях, що, у свою чергу, сприятиме набуттю досвіду творчої самореалізації індивідуальних здібностей індивіда.

9. Розвиток мотиваційно-ціннісної та емоційно-вольової сфер за допомогою актуалізації мотивації досягнення успіху і особистої відповідальності, вміння відчувати і керуватися при пошуку нових інженерних рішень принципом художнього конструювання і технічної естетики.

10. Застосування активних методів навчання, спрямованих на розвиток інтересу з метою активації пізнавальної діяльності студента і підвищення рівня мотивації вивчення дисципліни, за допомогою не примушення, а пробудження його активності і самостійності, тобто створення рушійної сили процесу навчання.

11. Реалізація групових методик ведення навчального процесу, які виключають або до мінімуму зводять авторитарність. Активно могли б використовуватися при виконанні студентами колективних дослідно-конструкторських робіт, тривалих за термінами реалізації.

12. Введення до навчального процесу ділових ігрових ситуацій, заснованих на принципі імітаційного моделювання ситуацій реальної професійної діяльності у поєднанні з принципами проблемної і спільної діяльності.

13. Пошук, створення, впровадження і використання нетрадиційних освітніх технологій (інформаційних, комп'ютерних, телекомунікаційних) і новітніх технічних засобів, що є могутніми мотиваційними засобами, спрямованими на індивідуалізацію процесу навчання, підкреслюють його особистісну спрямованість.

14. Використання в навчальному процесі візуальних можливостей нових інженерних інформаційних технологій для активізації сприйняття і осмисленого вивчення студентами образно-графічного матеріалу.

15. Розробка інтегрованих навчально-методичних комплексів, програм-тренажерів, що використовують принцип інтерактивності і візуалізації надання навчальній інформації із застосуванням технологій мультимедіа як навчальне середовище нового покоління.

16. Залучення технології вхідного, поточного і підсумкового контролю успішності і засвоєння знань, умінь, навичок студентів з подальшим аналізом доцільності використання вживаної методики навчання.

17. Проектування модульно-рейтингової технології навчання для інтенсифікації процесу навчання графічних дисциплін.

18. Використання інтенсифікованого підходу в навчанні графічних дисциплін, обумовленого принципами особистісно орієнтованого процесу навчання, взаємодією викладача і студента.

Узагальнюючи викладені думки, можна стверджувати, що вдосконалення курсу нарисної геометрії можливе за умови реалізації таких напрямів модернізації:

– переструктурування навчальних програм з чітким виділенням питань, що виносяться на самостійне опрацювання;

– перехід на методи навчання, що відповідають компетентнісній моделі

професійної підготовки, сприяють активізації студентів і їх самореалізації;

– особлива увага приділяється мотивації навчально-пізнавальної діяльності студентів, перш за все їх самостійної роботи;

– активізація, інтенсифікація та індивідуалізація процесу вивчення курсу нарисної геометрії можливі за активного використання можливостей ІКТ; особлива роль тут відводиться електронним навчально-методичним комплексам, що реалізують єдину методологію представлення навчального матеріалу, поєднання теорії, практики і контролю, що забезпечує єдність аудиторної і позааудиторної діяльності;

– при розробці дидактичних матеріалів, у тому числі й електронних навчально-методичних комплексів, особлива увага повинна приділятися інтерактивності, динамічному представленню і візуалізації графічного матеріалу, що відповідають психологічним особливостям сприйняття.

Реалізація цих напрямів потребує розробки технології організації самостійної роботи студентів з курсу нарисної геометрії в умовах переходу на компетентнісну модель професійної підготовки і активного впровадження засобів ІКТ в освітній процес.

1.3. Особливості навчання геометрографічних дисциплін у технічному закладі

За більш ніж двохсотрічну історію викладання нарисної геометрії було розроблено і апробовано безліч різноманітних методів, форм і дидактичних засобів геометрографічної підготовки. Завдяки використанню деяких з них і сьогодні отримуються високі освітні результати, а сучасні розробки ґрунтуються на їх багаторічному досвіді.

Вивчаючи історію нарисної геометрії, З. І. Крапівін відзначив, що багато педагогів створили стрункі і глибоко продумані системи викладання, але ці системи не вивчалися, не систематизувалися, тому безліч цінних

досягнень у галузі методики викладання у вищій школі загублено [117]. Ретроспективний аналіз методів, засобів та організаційних форм геометрографічної підготовки у вищій школі проведений в роботі К. А. Вольхіна [36]. Наведемо стисло основні положення цього аналізу, в якому автор намагається прослідкувати динаміку зміни підходів до викладання нарисної геометрії.

На початку введення курсу нарисної геометрії в професійне навчання практикувався так званий “шкільний” метод викладу матеріалу, тобто матеріал на заняттях давався невеликими частинами і закріплювався графічною роботою – епюром. У 1816 році професор К. І. Петье запровадив лекційний метод, він супроводжувався репетиціями, на яких роз’яснювався і засвоювався матеріал, пізніше Я. А. Севастьянов ввів практичні вправи, а Н. І. Макаров ввів у практику виконання домашніх епюрів, на яких опрацьовувався теоретичний матеріал і вирішувалися завдання за фахом. У 90-х роках ХІХ століття почали з’являтися збірники задач, а в радянський період – видаватися робочі зошити.

Коротко охарактеризуємо чинники, що призвели до зниження якості підготовки з дисциплін геометрографічного циклу і проблеми, з якими зіткнулася вища школа останніми роками [163] (рис. 1.2). Зокрема, це зумовлено:

- 1) низьким рівнем підготовки абітурієнтів:
 - відсутністю уроків креслення в школі;
 - зниженням рівня геометрографічної підготовки;
 - відсутністю навичок технічного моделювання.



Рис. 1.2. Основні фактори, що впливають на якість географічної підготовки

2) особливістю навчального процесу:

- завантаженням навчального плану;
- зменшенням кількості аудиторних годин;
- необхідністю суміщення креслення олівцем "вручну" з комп'ютерною графікою.

3) об'єктивною складністю предмета:

- незбалансованістю змісту курсу;
- високою абстрактністю основних положень;
- новою дисципліною для студента за змістом і методами.

4) психолого-педагогічними особливостями студентів:

- низькою мотивацією до навчання;
- складністю адаптації до вузівської системи;
- недостатнім рівнем розвитку просторового мислення.

Великий внесок у розвиток традиційних методів навчання графічних дисциплін у ХХ столітті здійснили А. В. Бубенніков, К. І. Вальков, В. Я. Волков, В. О. Гордон, Г. С. Іванов, А. І. Корольов, І. І. Котов, В. С. Левицький, А. М. Тевлін, С. А. Фролов, Н. Ф. Четверухін, Л. С. Шабека, В. І. Якунін та ін.

На думку З. І. Крапівіна, в період з 1956 по 1991 роки в колишньому СРСР сформувалися три основні школи: Н. Ф. Четверухіна – математико-геометричного, С. М. Колотова – інженерного і І. С. Джапарідзе – конструктивного напрямку у викладанні нарисної геометрії [118, с. 34].

У 60-70 роки ХХ сторіччя багато технічних вузів перейшли на програмоване навчання, зокрема із застосуванням ЕОМ. Зупинимося на цьому детальніше.

Метод програмованого навчання розроблявся для реалізації принципу індивідуалізації навчання при значному посиленні ролі самостійної роботи студента. Основою методу є спеціальний навчальний посібник, складений так, щоб активізувати діяльність студентів щодо сприйняття і засвоєння

навчального матеріалу. Навчальний матеріал розподіляється на невеликі частини, в яких міститься мінімум інформації, що підлягає сприйняттю і засвоєнню. Контрольні питання в кінці кожної частини дають змогу здійснювати самоконтроль процесу навчання. Для навчання нарисної геометрії з використанням цього методу І. С. Альтшулером, Б. В. Будасовим, Л. Г. Нартовою, В. І. Ніловою, А. М. Тевліним, Н. Ф. Четверухіним та іншими ученими були розроблені підручники і програмовані задачники.

Методичні основи і концепція алгоритмізованого навчання геометрографічних дисциплін сформульовані Н. І. Акімовою [4]. Алгоритмізована навчальна система, на її думку, має модульну будову:

- логічний модуль – опорний алгоритм теми;
- машинний модуль – алгоритм розв’язання прикладних задач (алгоритм графічного розв’язання задачі, алгоритм аналітичного розв’язання задачі, алгоритм комп’ютерної програми);
- модуль – логічний зв’язок тем курсу;
- машинний модуль генерування варіантів завдань;
- машинний модуль – кумулятивна оцінка навчальної діяльності студентів.

Поява комп’ютерної техніки і програмного забезпечення, що дають змогу здійснювати перетворення аналітичної інформації в графічну, вимагає від фахівців уміння складати алгоритм такого перетворення, що передбачає вільне володіння мовою креслення і мовою аналізу [232]. З цією метою розробляються підручники з нарисної геометрії на базі ЕОМ (Г. С. Івановим, Л. Г. Нартовою, В. С. Полозовим, А. М. Телвіним, В. І. Якуніним та ін.). У них детально викладено теоретичні положення курсу і узагальнено методи вирішення завдань із застосуванням аналітичного опису основних графічних операцій, наводяться відомості з універсальних і проблемно орієнтованих алгоритмічних мов, блок-схеми алгоритмів розв’язання основних типів задач.

Комплексний підхід до навчання графічних дисциплін з використанням

одночасно графічного та аналітичного розв'язання задач нарисної геометрії за допомогою ПК розглянутий В. К. Любімовою [131]. Вона розробила і експериментально апробувала зміст і систему вправ з тем “Криві лінії” і “Поверхні”, орієнтовані на формування у студентів знань, умінь і навичок у використанні обчислювальної техніки при виконанні технічних і розрахунково-технічних робіт.

Як підкреслює А. Є. Одінцева, роль нарисної геометрії в сучасних умовах якраз у зв'язку з розвитком систем машинної графіки ще більше зросла, оскільки вона є логічною основою складання програм і машинних алгоритмів для графічного розв'язання задач за допомогою ЕОМ [155, с. 70].

Окремим питанням методики викладання нарисної геометрії є використання прикладних графічних програм. Вони дають змогу поєднати точність аналітичних методів розв'язання задач і наочність графічного рішення. При цьому від користувача прикладних графічних програм не вимагається знання мов програмування. А. К. Савельєв, аналізуючи застосування графічного редактора “Компас-Графік” для геометричних побудов, відзначив, що він простий в управлінні і будь-який необізнаний у комп'ютерній техніці користувач через декілька годин освоєння може на достатньому рівні виконувати необхідні графічні побудови в процесі розв'язання задач з нарисної геометрії [193, с. 16].

Можливості моделювання тривимірних геометричних об'єктів за допомогою прикладних графічних програм дають змогу з високою точністю розв'язувати задачі з нарисної геометрії, залишаючи за кадром процес розв'язку. Це необхідно враховувати при розробці методичного забезпечення, оскільки досить дати команду “Побудувати лінію перетину однієї поверхні з іншою” і лінія буде відбита на екрані монітора, причому можна змінити напрям погляду на неї. У зв'язку з цим В. Б. Орехов відзначив, що при використанні комп'ютерних технологій у навчанні нарисної геометрії і графіки необхідно враховувати суперечність між

основним призначенням ЕОМ – автоматизувати розв’язок задачі і необхідністю для студента самостійно і осмислено виконувати всю послідовність дій, що приводить до отримання результату [158, с. 38].

Збереженню змістовної частини розв’язання задач з нарисної геометрії, на думку А. К. Савельєва, сприяє використання комп’ютера в якості паперу і олівця. Це дає змогу з високою точністю виконувати геометричні побудови, при цьому студенту надається право вибору алгоритму розв’язання задачі [174]. Використання прикладних графічних програм як “електронного кульману” при виконанні графічних робіт дає змогу не тільки підвищити точність геометричних побудов, зберігаючи при цьому змістову сторону, але й сприяє формуванню у студентів знань, умінь і навичок у використанні комп’ютера при виконанні розрахунково-графічних робіт на практичних заняттях і в процесі домашньої самостійної роботи.

Останніми роками у вищій школі зросла увага до методики навчання нарисної геометрії, почали розроблятися нові технології навчання предмету.

Для навчання нарисної геометрії З. І. Крапівін [117] запропонував історико-діалектичну методичну систему. В її основі використовується не кінематична, а матеріалістична теорія утворення поверхонь всього наочного світу. Викладання за цією методичною системою починається із спостереження і вивчення предметів і їх поверхонь, розгляд яких проводиться з погляду їх історичного розвитку: як були відкриті відомі поверхні, формувалися їх поняття, як вони зараз називаються. Причому всі поверхні показуються на моделях, плакатах та іншому наочному приладді, проводиться їх докладний аналіз, на основі його формуються загальні і окремі поняття. Шляхом процесу абстрагування виділяються поверхні, лінії як результат перетину поверхонь, і крапки як перетин ліній, даються їх математичні визначення, тобто використовується конкретно-індуктивний метод введення понять. Тільки після цього вивчається апарат проектування і сам метод, розподіл його на види і різновиди.

Враховуючи, що однією з особливостей технічного мислення є його понятійно-образний характер, у навчанні нарисної геометрії поряд з конкретно-індуктивним може використовуватися і абстрактно-дедуктивний метод. Н. Г. Плющ навіть визнає пріоритет за цим методом і пояснює це тим, що нарисна геометрія викладається на першому курсі вищих технічних навчальних закладів. Для цієї вікової категорії (17-19 років) характерним є узагальнений підхід до вивчення навколишнього їх світу не шляхом розгляду окремих, не пов'язаних один з одним реальних об'єктів, а у взаємозв'язку з предметами та явищами, що їх оточують. Тобто основним дидактичним прийомом, що найбільше відповідає розумовим можливостям цієї вікової групи студентів, є використання принципу викладу матеріалу від “загального” до “конкретного” [174].

Достатньо ефективною є технологія навчання нарисної геометрії, розроблена Л. С. Шабекою і О. В. Ярошевичем [249]. Вона передбачає зміну ролі викладача, який з “джерела” інформації перетворюється на організатора самостійної творчої роботи студентів. Ця технологія багато в чому орієнтована на застосування електронних навчальних посібників в тому або іншому вигляді, але, переважно, на аудиторних заняттях.

Створенню електронних підручників, автоматизованих навчальних систем і використанню ПК у навчанні нарисної геометрії присвячено праці І. Н. Акимової, Л. Г. Бобрової, О. К. Ліхачова, А. К. Савельєва, В. Д. Трухіної, В. С. Полозова та інших [226-243].

Зокрема, А. В. Антіпова і Ю. Ф. Катханова [91] виокремили такі види застосування ЕОМ у викладанні нарисної геометрії і креслення: обчислювальні операції; моделювання; зберігання і пошук навчальних матеріалів; організація навчального процесу; проведення тестування; навчання в процесі взаємодії з ЕОМ, діалог “людина–машина”.

На думку В. М. Найдиш, у процесі вивчення нарисної геометрії можливо реалізувати такі функції персонального комп'ютера:

- інформаційну (знання про предмет і рівень його вивчення);
- розвиток у студентів просторового мислення шляхом демонстрації наочних зображень у різних ракурсах, динаміки побудови зображення, колірних і звукових ефектів;
- розвиток геометричного мислення шляхом цілеспрямованої системної дії на процес пізнання з докладним контролем і корекцією часу, виду і ступенів впливу;
- формування основ інженерно-конструкторського, технологічного мислення і навичок шляхом імітації виробничих задач з докладним розглядом методів їх розв'язання;
- формування навичок дослідника;
- управління навчальними тренажерами [147, с. 11].

Таким чином, використання комп'ютерних технологій у навчанні нарисної геометрії стає об'єктивною реальністю.

Сьогодні подальший розвиток апаратного, програмного і алгоритмічного забезпечення, вдосконалення інформаційно-комунікаційних технологій призводить до того, що з'явилася можливість *комплексного* забезпечення навчального процесу комп'ютерними дидактичними засобами. Саме орієнтація на розробку навчально-практичних комплексів, що дають змогу в *комплексі* вдосконалити і методику проведення лекцій, і організацію практичних завдань, і методику здійснення контролю навчальних досягнень, і організацію самостійної роботи студентів, є основним напрямом вдосконалення системи і технологій навчання графічних дисциплін у вищій школі.

Оскільки тенденції сучасної професійної геометрографічної підготовки пов'язані з посиленням ролі засобів інформаційних технологій і реалізацією науково обґрунтованих педагогічних підходів до освітньої діяльності студентів, то, очевидно, що в цих умовах взаємна діяльність викладача і майбутнього фахівця повинна бути обумовлена координацією їх стратегій

для створення комфортного середовища при освоєнні курсу. *Метою такої діяльності* є надання студентам можливості максимальної самореалізації за допомогою сумісного відбору видів освітньої діяльності, адекватних поставленим завданням і установка на досягнення успіху в русі за *індивідуальною траєкторією* в умовах активізації процесу вивчення геометрографічних дисциплін.

Десятиліттями відпрацьована методика викладання нарисної геометрії і інженерної графіки, зокрема, методика організації самостійної роботи студентів, не відповідає вимогам сьогодення. Основні проблеми пов'язані з використанням найбільш оптимальних прийомів представлення графічної інформації, що враховує індивідуальні особливості студентів. Оскільки графічні засоби представлення інформації покликані викликати певні процеси мислення, що спираються на образи, оформлення їх має бути виконане з урахуванням принципів компонування графічної інформації (*лаконічності, узагальнення і уніфікації, акценту на основних смислових елементах, стадійності* тощо), а також з урахуванням змісту і психологічного механізму засвоєння матеріалу, що вивчається [181]. Крейда, дошка і рутинна робота викладача з накреслювання початкової графічної умови задачі (епюра), що забирає багато навчального часу, замінюється на використання комп'ютерних засобів, так само, як і “рутинна” робота студентів з багатократною переробкою розрахунково-графічних робіт, пов'язаних з виправленням допущених помилок. Сучасний рівень розвитку апаратних засобів і засобів обчислювальної техніки дає змогу досягти значно більшої ефективності у вирішенні цієї проблеми порівняно з вживаною плакатною системою і наочними макетами. Адже плакатна система – це двомірна статична система, в якій не завжди вдається в доступній для кожного студента формі відобразити *процес* переходу від просторового об'єкта до його графічних плоских моделей. Крім того, для з'ясування методів розв'язання геометричних задач, вироблення навичок читання

креслень потрібні їх багатократні та інваріантні уявлення, що робить підготовку викладача до занять дуже трудомісткою, особливо з використанням макетів. При цьому виникають труднощі з організацією самостійної підготовки студентів з цих предметів, оскільки для частини студентів потрібні додаткові консультації.

Комп'ютер же дає можливість бачити динаміку процесів переходу. Створення динамічних слайдів і використання мультимедійних систем анімації, які дають змогу спостерігати розв'язання задач нарисної геометрії в динаміці, сприяє скороченню часу розуміння процесів переходу від просторового об'єкта до площинного креслення і відтворення просторового образу об'єкта за його проєкціями у декілька разів.

Комп'ютер дає можливість якщо не вирішити, то значно полегшити процес розвитку просторового мислення шляхом візуалізації динаміки розв'язання задач нарисної геометрії [207].

Тому для ефективно-геометрографічної підготовки сучасних інженерів величезне значення має пошук, створення і впровадження нетрадиційних освітніх технологій – інформаційних, комп'ютерних, телекомунікаційних – технологічних інновацій, застосування яких вимагає істотних змін у методах і засобах навчання, формах організації освітнього процесу, теорії і методології сучасної освіти. Це робить процес підготовки сучасних інженерів керованим, індивідуально-диференційованим, з великою часткою самостійної навчальної і навчально-виробничої діяльності.

Не виключаючи традиційної форми навчання, що пропонує живе творче і виховне спілкування, використання ІКТ і технологій мультимедіа створить нові позитивні чинники, зокрема, значне підвищення ефективності самостійної роботи, а також нові форми дистанційного спілкування за допомогою комп'ютерних мереж. Ці чинники надзвичайно важливі для підвищення якості геометрографічної підготовки в процесі самостійної роботи студентів [20].

Аналізуючи можливості використання автоматизованих навчальних систем в курсі “Нарисна геометрія”, Л. О. Найниш з колективом авторів дійшла висновку, що ефективність цього використання залежить від *способу представлення знань*. Вони вважають, що для представлення знань повинна бути вибрана модель знань, що володіє достатньою структурованістю, що дає змогу організувати накопичення, зберігання і обробку знань про предметну галузь, тестові завдання і питання, результати навчання і тестування [180, с. 59].

Розглянемо детальніше проблему вибору способу представлення навчального матеріалу з нарисної геометрії в електронних навчально-методичних комплексах з позицій їх застосування студентами під час самостійної навчально-пізнавальної діяльності [121-122].

Методологічною основою класичного курсу нарисної геометрії є метод проєкцій. При цьому тривимірний просторовий об’єкт заміщається (перетворюється) в двомірні плоскі зображення – проєкції, кількість яких n теоретично не обмежена.

Далі відбувається перетворення, вже двомірне, проєкцій для вирішення того або іншого позиційного або метричного завдання просторового об’єкта і потім синтез просторової моделі у формі її плоского зображення. Таким чином, між тривимірним об’єктом і його тривимірною геометричною моделлю необхідно виконати певні формальні двомірні перетворення, які і вивчаються в курсі нарисної геометрії. Перетворення виконуються на рівні візуально-образного мислення, при цьому зміна одного образу приводить до одночасної зміни в решті n -образів.

Найбільше практичне застосування отримав метод прямокутного (ортогонального) паралельного проєктування на дві або три (залежно від геометричної складності об’єкта) взаємно перпендикулярні площини – горизонтальну n_1 , фронтальну n_2 і профільну n_3 , запропоновану Г. Монжем. Цей метод лежить в основі всіх традиційних курсів нарисної геометрії

(В. О. Гордон, С. А. Фролов, Н. Ф. Четверухін [47; 244] та ін.) у різних методичних та інструментальних варіаціях і оптимально зарекомендував себе для інженерної практики своєю простотою і зручністю. Величина n у методі Г. Монжа обмежена.

При вивченні нарисної геометрії виникають певні труднощі, обумовлені властивими тільки цій дисципліні психологічними особливостями візуального “зняття” інформації, сприйняття простору, часу реакції на одночасні навчальні стимули різної модальності, особливості запам’ятовування візуальних образів.

Найбільшу інформацію про простір (до 95% за Ф. Кліксом [98]) дає зір. Проте час реакції на візуальний стимул значно більше, ніж на слуховий (мовний). Причому це відмінність значно коливається залежно від віку. Просторовий зір починається з перетворення площинного сприйняття на глибинне. До двох спочатку сприйманих вимірювань – у висоту і ширину – тільки потім додається третє – у довжину. У просторовому полі на площині значна роль належить акомодатції і конвергенції ока, а при сприйнятті глибини (тобто при переході до тривимірного сприйняття) до них приєднуються функції, що виконуються кореспондуючими і диспаратними точками сітківки ока. Таким чином, тривимірне сприйняття є значно складнішим процесом вищої нервової діяльності. Крім того, при аналізі тривимірного сприйняття (за І. М. Сеченовим [200], засноване на здійснюваних органами зовнішніх відчуттів вимірюваннях кутів і відстаней у просторі, що оточує людину) слід враховувати такі фізіологічні чинники, як функціональна асиметрія великих півкуль головного мозку і симетрія органів чуття [7]. При сприйнятті простору людина виходить з нормального положення свого тіла. Відчуття, що надходять від вестибулярного апарату рівноваги, допомагаючи підтримувати це положення, забезпечують сприйняття напряму вгору-вниз.

Вищезазначені особливості і суперечності досить успішно долаються

при традиційній методиці вивчення нарисної геометрії, відпрацьованої багатьма поколіннями педагогів. Заняття проводяться в кімнаті, яка психологічно асоціюється з моделлю октанти нескінченного простору Г. Монжа. Процес створення і перетворення візуального образу на дошці займає значний час і супроводжується короткими мовними коментарями, що зрівнює і гармонізує візуальний і мовний стимули за часом їх сприйняття.

Крім того, при прослуховуванні і конспектуванні “живої лекції”, коли зоровий об’єкт створюється безпосередньо і поетапно перед очима студента, виникає ще один, на наш погляд, вельми важливий ефект – відбувається інтенсифікація процесу формування суб’єктивного образу об’єкта (“перцептивний процес”). Тут, поза сумнівом, важливу роль відіграють рухові (кінестезичні) відчуття, хоча останні і не завжди виразно усвідомлюються людиною. Так, зорове сприйняття, крім власне зорових відчуттів (світла, кольору, контрастності тощо), включає кінестезичні відчуття, що виникають при переміщенні ока (акомодація, конвергенція і дивергенція).

Динаміка формування перцептивного образу просторового об’єкта визначається просторово-часовими умовами процесу його сприйняття. Сприйняття може бути навмисним, і ненавмисним. Перше, на відміну від другого, пов’язано з постановкою певного завдання, і характеризується цілеспрямованістю, плановістю і систематичністю, тобто мотивацією, що задається лектором. У цьому випадку сприйняття геометричного об’єкта виступає як пізнавальна перцептивна діяльність. Ненавмисне сприйняття виступає як компонент якої-небудь іншої діяльності. Мотивоване навмисне сприйняття, поза сумнівом, ефективніше, ніж ненавмисне.

За відсутності викладача при опосередкованому вивченні нарисної геометрії описані суперечності і психолого-фізіологічні особливості суттєво ускладнюють сприйняття інформаційного матеріалу дисципліни. Отже, при розробці електронних навчальних посібників, особливо призначених для самостійної роботи студентів, необхідно так організувати представлення

навчального матеріалу, щоб воно відповідало вказаним вище психологічним особливостям сприйняття.

Таким чином, нами відібрані дидактичні принципи, що лежать в основі технології організації самостійної роботи студентів з нарисної геометрії (як результат аналізу та узагальнення принципів, сформульованих в роботах [243], [249] та інших):

1. *Принцип блоково-модульного планування і контролю знань.* Сутність його полягає в тому, що вся програма курсу розбивається на логічно завершені частини навчального матеріалу – модулі. До складу кожного модуля входить декілька блоків, що містять завершений і однорідний за змістом матеріал. Модуль слугує програмою навчання, індивідуалізованою за змістом навчального матеріалу, методами навчання, рівнем самостійності, темпом навчально-пізнавальної діяльності, і здійснює не тільки інформаційну функцію, але й конкретизує, доповнює, розвиває те, що закладене в підручнику. До складу модуля входять структурно-логічні схеми, рекомендації з вироблення умінь і навичок, алгоритми, вказівки тощо. Цілісне представлення окремого модуля дає можливість кожному студентові вивчати його в своєму темпі. Студент у будь-який момент може оцінити результат, скоректувати його за необхідності.

2. *Принцип багатократного представлення навчальної інформації в різних формах її подачі.* Знання вводяться в різних формах (вербальній, матеріалізованій, графічній, знаково-символічній та ін.): таблиці і схеми; блоки основних понять; алгоритми; питання – відповіді; графічні й опорні конспекти; блок-конспекти, що дає змогу студентові при опрацюванні навчального матеріалу вибрати саме ту форму, яка йому найбільше зрозуміла. При цьому навчальний матеріал сприймається у всій багатогранності, його прояви і, як наслідок, краще засвоюється і запам'ятовується.

3. *Принцип цілеспрямованого формування умінь і навичок культури*

розумової праці в єдності з навчанням конкретної навчальної дисципліни – нарисної геометрії. Формування вміння культури розумової праці проводиться в єдності із засвоєнням наочних знань і формуванням графічної компетентності (на базовому рівні).

4. *Принцип різнорівневого навчання.* Реалізація цього принципу передбачає навчання студентів на оптимальному, доступному рівні складності, що відповідає рівню їх первинних знань, фундаментальної підготовки, розвитку просторових уявлень, теоретичного і логічного мислення, індивідуальних особливостей, бажанню і потребам.

5. *Принцип нових завдань* полягає в тому, щоб не перекладати на комп'ютер методи, що традиційно склалися, і прийоми, а переглядати їх відповідно до нових можливостей, які дають комп'ютери.

6. *Принцип системного підходу.* Система інформаційно-технологічного забезпечення геометрографічної підготовки студентів технічного вузу розглядається як системоутворюючий компонент системи інженерної геометрографічної підготовки на своєму ієрархічному рівні.

7. *Принцип безперервного синергетичного розвитку системи (принцип синергії).* Синергетичні властивості системи виявляються в кумулятивних формах освоєння знань, умінь і навичок у процесі становлення професійної компетентності майбутніх фахівців.

Ефект синергії досягається, з одного боку, шляхом об'єднання різних за призначенням програмно-методичних засобів у єдиний комплекс, з другого – шляхом впровадження цілеспрямовано розробленої технології організації самостійної роботи студентів на основі використання цього комплексу. Проявом ефекту синергії є формування графічної компетентності майбутнього інженера (на базовому рівні) і досягнення заданого рівня геометрографічної компетентності в умовах недостатнього рівня підготовки абітурієнтів з геометрії і креслення, низької мотивації до вивчення нарисної геометрії, скорочення аудиторного навчального часу і орієнтації на зростання

частки самостійної роботи студентів.

8. *Принцип інтерактивності навчання.* Орієнтація на домінування активності студентів у процесі навчання, на ширшу взаємодію студентів не тільки з педагогом, але й з інформаційним середовищем. Орієнтація на мобілізацію пізнавальних мотивів студентів, інтересу до дисципліни, що вивчається, становлення власних способів діяльності, в розвитку уміння концентруватися на процесі.

Ця сукупність принципів у доповненні до загальнодидактичних принципів (наочність, доступність, науковість, систематичність, практико-орієнтованість тощо) складає методологічну базу технології організації самостійної роботи студентів загалом і проектування структури і змісту електронного навчально-практичного комплексу з нарисної геометрії зокрема.

Висновки до першого розділу

У розділі проаналізовано навчально-методичну, психолого-педагогічну, спеціальну і нормативну літературу з питань геометрографічної підготовки; схарактеризовано напрями модернізації навчання геометрографічних дисциплін в умовах інформатизації освіти; визначено роль геометрографічної підготовки майбутніх інженерів залізничного транспорту в процесі фахової підготовки.

Проведено процесуально-історичний аналіз геометрографічної освіти, яка визначається як цілісна система професійної підготовки сучасного фахівця, ядром якої є нарисна геометрія, що складає теоретичні основи інженерної та комп'ютерної графіки. Складовим елементом геометрографічної освіти є геометрографічна підготовка, яка ґрунтується на вивченні геометрографічних дисциплін.

Геометрографічна підготовка – це вивчення дисциплін “Нарисна геометрія”, “Інженерна графіка” і “Комп'ютерна графіка”, спрямованих на

засвоєння Державних стандартів, оволодіння вміннями і навичками застосування їх на практиці.

Зокрема, *нарисна геометрія* вивчає методи зображення просторових об'єктів на площині, *інженерна графіка* розглядає правила створення і оформлення конструкторської документації і базується на теоретичних засадах нарисної геометрії, а на заняттях з *комп'ютерної графіки* вивчаються можливості тієї чи іншої комп'ютерної графічної програми. Однак, маємо констатувати, що в навчальному процесі ці дисципліни тісно переплітаються, доповнюючи і збагачуючи одна одну (і лише в навчальних планах вони представлені як окремі курси).

Для ефективної геометрографічної підготовки сучасних фахівців у новій освітній системі велике значення має пошук, створення та впровадження сучасних освітніх технологій – інформаційних, комп'ютерних, телекомунікаційних, – інновацій, застосування яких вимагає радикальних змін у методах і засобах навчання, формах організації освітнього процесу, теорії та методики навчання.

Готовність оперувати просторовими об'єктами – інтегративна якість особистості студента технічного вузу, що дає змогу трансформувати створений образ, адаптувати його до певних зовнішніх умов, представляти двомірне зображення створеного образу на основі трьохмірної моделі або за двовимірним зображенням створювати тривимірну модель.

Геометрографічні дисципліни є базовими загальноінженерними дисциплінами, що розвивають наочно-образне мислення і геометрографічну *компетентність* майбутніх інженерів-залізничників, без чого неможливе подальше навчання фахівця в технічній галузі.

Геометрографічна компетентність розглядається як рівень усвідомленого застосування геометрографічних знань, умінь і навичок з опорою на розуміння функціонального призначення та конструктивних особливостей виробів, міжпредметну інтеграцію і візуальну культуру, а також

вільне володіння графічними інформаційними технологіями та системами при проектуванні технічних об'єктів.

Інтеграція в змісті навчання геометрографічних дисциплін полягає не в об'єднанні предметних галузей (хоча інколи це необхідно), а у взаємопроникненні, поширенні фундаментальних структур, інтуїції, мислення і діяльності.

Роль вивчення геометрографічних дисциплін полягає в інженерному осмисленні геометричних знань і вирішенні прикладних завдань графоаналітичними методами; вони вивчають способи відображення на площину геометричних властивостей простору і предмета, розміщеного в ній. Формування при цьому просторових уявлень складається на основі безпосереднього спостереження, пізнання або пригадування раніше отриманих уявлень про просторові форми, а також у процесі читання ескізів, в основі яких лежить цілісна система розумових дій, спрямованих на перетворення даних сприйняття і уявне відтворення форми предмета.

Геометрографічні дисципліни покликані навчити створення зображення, пізнання його смислового змісту в переходах від знаку образотворчого об'ємного до знаку образотворчого площинного, умовно-графічного і словесного, а також співвідношення зображення предмета і самого предмета або його речової моделі, оперування зображенням.

Отже, дисципліни геометрографічного циклу слугують потужним засобом інтелектуального розвитку студентів, оскільки геометрична інтерпретація явищ пронизує практично всю систему навчальних дисциплін як загальноінженерного циклу, так і спеціальних циклів технічної освіти.

РОЗДІЛ 2

НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРОГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ

2.1. Електронний навчально-методичний комплекс як дидактичний засіб активізації навчально-пізнавальної діяльності майбутніх інженерів

При проектуванні технології навчання геометрографічних дисциплін в процесі фахової підготовки виникає питання про те, які використовувати дидактичні засоби і прийоми, методи і форми навчання для формування стійких практичних умінь при вивченні геометрографічних дисциплін у вузі. Якщо врахувати, що час, відведений на аудиторні заняття, мінімальний, а процес формування умінь і навичок вимагає певного часу, то актуальною стає проблема інтенсифікації процесу навчання за рахунок впровадження інноваційних форм навчання без втрати якості.

Відповідно до традиційного підходу, що сформувався в педагогіці, технологія навчання розглядається як сукупність п'яти взаємозв'язаних компонентів: цілей, змісту, методів, організаційних форм і засобів навчання [261; 196]. Одним із елементів спроектованої технології виступає навчально-методичний комплекс (ЕНМК), що містить систему спеціально відібраних і структурованих за блоково-модульним принципом завдань, комплекс різнорівневих індивідуальних завдань, спрямованих на формування умінь самостійного вирішення професійно спрямованих завдань і контроль знань.

На сучасному етапі розвитку інформаційно-комунікаційних технологій

основу дидактичного забезпечення освітнього процесу почали складати навчально-методичні комплекси (НМК). Їхнє використання, на думку деяких дослідників [1, с. 124; 108 та ін.], забезпечує особистісно і практично орієнтований характер процесу навчання, його фундаментальність, доступність і диференційованість залежно від первинного рівня підготовленості та індивідуальних пізнавальних стилів студентів.

Навчальні комплекси – це сукупність засобів навчання, що використовуються на різних етапах навчально-пізнавального процесу і забезпечують єдність педагогічної дії [34; 55; 142; 240 та ін.]. На сьогодні в практиці педагогічної освіти набули поширення такі типи навчальних комплексів:

– навчальні комплекси 1-го рівня, представлені сукупністю видань на паперових носіях (друкарськими комплектами з конкретної дисципліни або освітньої галузі): навчальні плани і програми дисциплін, різноманітні навчально-методичні видання (підручники, навчально-методичні посібники, тексти і конспекти лекцій), навчально-практичні видання (практикуми, збірки завдань і вправ, лабораторних робіт, планів семінарських занять, збірки тестів і контрольних завдань) [195, с. 8-25];

– навчальні комплекси 2-го рівня, що включають у свою структуру друкарські комплекти та їх оригінал-макети на електронних носіях;

– навчальні комплекси 3-го рівня, що містять сукупність електронних освітніх ресурсів. Навчальні комплекси цього рівня отримали назву електронних навчально-методичних комплексів (ЕНМК).

Існує декілька визначень ЕНМК, зокрема Н. Ф. Міхеєва визначає його як множину різноманітних елементів (електронних інформаційних продуктів), що наділена структурою і організацією [76, с. 79]. Л. Є. Солянкін вбачає в них систему педагогічних засобів, інтегруючих традиційні методики навчання з інноваційними технологіями [217, с. 60]. Г. В. Кравченко тлумачить ЕНМК як цілісну систему логічно пов'язаних

структурних дидактичних одиниць, заснованих на використанні нових інформаційних технологій і засобів Інтернет, що містять всі компоненти навчального процесу [116, с. 72].

У низці джерел підкреслюється, що ЕНМК – це електронна навчальна система комплексного призначення [63; 186; 218 та ін.]. На підставі аналізу цих джерел визначимо ЕНМК як електронну навчальну систему комплексного призначення, яка охоплює сукупність взаємопов'язаних елементів (електронних інформаційних продуктів), наділена структурою, організацією і відносно стійким способом зв'язку елементів, забезпечує безперервність і повноту процесу навчання і дає можливість в діалоговому режимі, як правило, самостійно освоїти навчальний курс або його розділ за допомогою комп'ютера.

До структури ЕНМК належать (див. рис. 2.1):

- електронні навчально-тематичні плани і програми дисциплін і курсів;
- мультимедійні електронні підручники і навчальні посібники;
- лекції-візуалізації;
- комп'ютерні практикуми;
- електронні карти інструкцій;
- вебінари або навчальні Web-сайти;
- електронні системи тестування;
- банки оцифрованої графіки;
- електронні довідники і словники;
- засоби навігації з комплексу;
- добір цифрових ресурсів за темами навчальних дисциплін і курсів;
- інтернет-ресурси з дисципліни (спецпрактикуму);
- допоміжні програмні засоби тощо.

Таким чином, до структури ЕНМК входять електронні освітні ресурси, а також інтернет-ресурси.



методи. Л. Ф. Соловійова вказує, що “тільки сумісне використання двох систем – паперової та електронної – забезпечить найбільш ефективне сукупне використання матеріалу” [216, с. 146].

Незважаючи на те, що створення і застосування електронних освітніх ресурсів є важливим творчим процесом, необхідно дотримуватися певних вимог, які сформульовані в науковій літературі. Ці вимоги можна розділити на дві групи:

Змістові вимоги: а) повнота викладу навчального матеріалу, що забезпечує можливість використання ЕНМК у самоосвіті [72]; б) структуризація матеріалу передбачає взаємозв'язок нових знань з раніше вивченими, забезпечуючи системність і повноту інформаційно-технологічного мислення [240].

Організаційні вимоги: а) забезпечення вивчення представленого в ЕНМК матеріалу в послідовності, що відповідає логіці формування

наукового знання; б) варіативність вивчення представленого матеріалу, його диференційованість; в) наявність інструкцій з використання електронних засобів навчання; г) можливість використання ЕНМК у різних формах навчально-пізнавальної діяльності як у межах навчального процесу, так і поза ним; д) наявність вправ, тестових завдань після вивчення кожного розділу [55; 119; 139; 214; 239].

Експлуатаційні вимоги: а) відповідність вимогам, що висуваються до програмного забезпечення навчального призначення [119]; б) використання методично обґрунтованого екранного дизайну і зручного інтерфейсу [139], враховуючи індивідуальні пізнавальні стилі [55; 239]; в) інтерактивний, діалоговий режим роботи [139; 214]; г) доступність користувачеві з будь-яким рівнем інформаційно-технологічної підготовки [239].

Проектування ЕНМК повинно підпорядковуватися певній логіці. Так, А. С. Волох [34], В. В. Гура [55], В. Б. Мойсеєвий [142], Л. В. Сидорова [206], А. В. Хуторський [240] вважають, що цей процес повинен здійснюватися в такій послідовності: зміст – методика – технологія. За такого підходу відбувається інтеграція структурних елементів ЕНМК в єдину комплексну систему.

При цьому В. В. Гура [55, с. 23-25] вказує на необхідність проектування ЕНМК як багат шарової структури, кожен рівень якої утворений самостійною частиною – модулем, який є завершеним інформаційним продуктом та об'єднує сукупність електронних сторінок і медіа-ресурсів.

Відповідно до цих теоретичних положень нами розроблено ЕНМК “Геометрографічна підготовка майбутніх інженерів”, призначений для набуття теоретичного і практичного досвіду та комплексного застосування комп’ютерних засобів у навчальному процесі (рис. 2.2).

Електронний навчально-методичний комплекс є гіпертекстовою багаторівневою структурою, навігація в якій здійснюється за допомогою спеціальних меню і системи гіперпосилань.

Структура і зміст електронного навчально-методичного комплексу запропонована нами, призначена для забезпечення ефективної роботи студентів на всіх етапах вивчення дисципліни геометрографічного циклу, починаючи з отримання теоретичної інформації і закінчуючи організацією самостійної роботи над конкретними практичними завданнями. Мета впровадження ЕНМК – формування у студентів когнітивних навичок і умінь застосовувати їх на практиці, що є основою геометрографічної компетентності інженера.

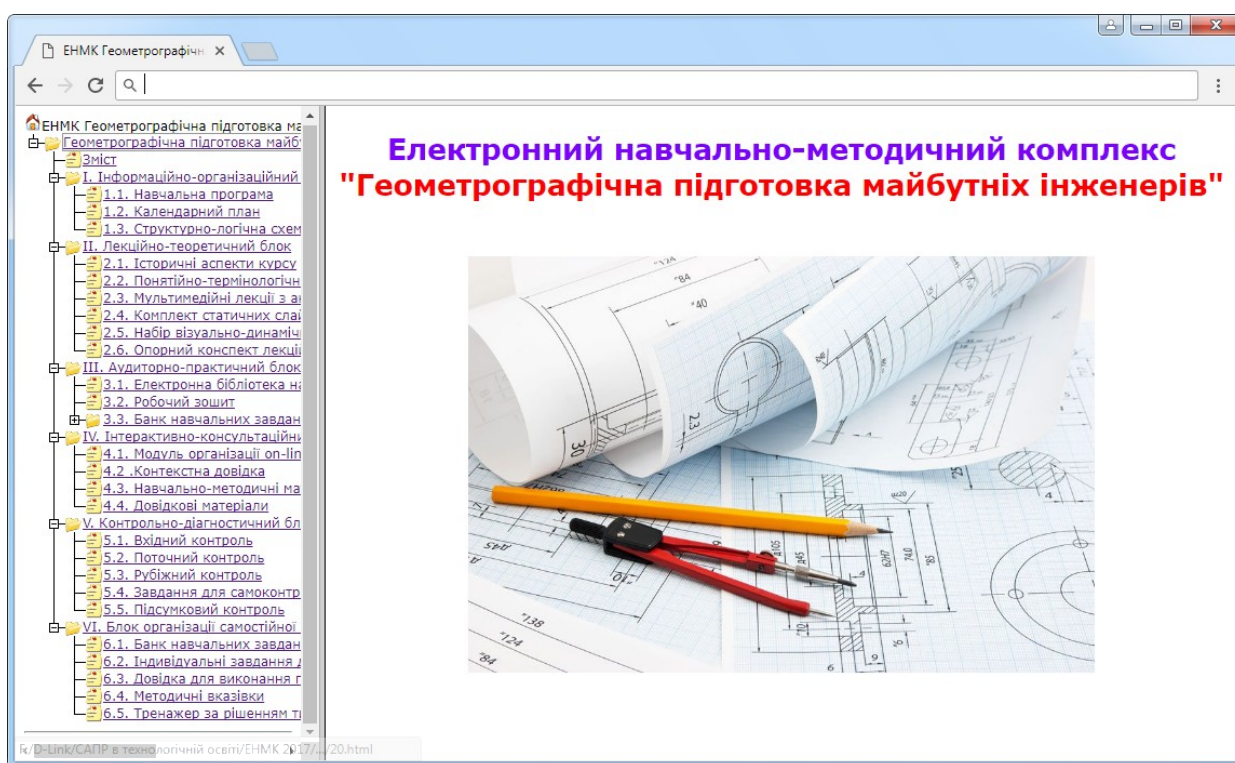


Рис. 2.2. Структура ЕНМК

«Геометрографічна підготовка майбутніх інженерів»

Комплекс покликаний надати викладачеві:

- можливість гнучкої організації занять;
- велику базу різнорівневих завдань і графічних завдань, навчально-методичних і довідкових матеріалів;
- засіб навчання, як інструмент формалізації знань предметної галузі, що вивчається;

- засіб контролю, як інструмент оперативної перевірки знань студента і коректування його пізнавальної діяльності;

- засіб комунікації, тобто інструмент передачі інформації з цього курсу за допомогою мережі Інтернет, а також оперативний спосіб взаємодії викладача і студента;

- засіб автоматизації процесу пізнання, підготовки, обробки і представлення навчального матеріалу.

Отже, реалізуючи наведені можливості, ЕНМК дозволить здійснювати процес навчання і виховання студентів в умовах глобальної інформатизації освіти, використовуючи як нові, так і традиційні прийоми, методи і засоби навчання геометрографічних дисциплін.

Комплекс покликаний надати студентові:

- можливість планування власної діяльності і вибору індивідуальної траєкторії навчання;

- базу завдань і графічних завдань, навчально-методичних і довідкових матеріалів, що супроводжуються методичними рекомендаціями щодо роботи з ними;

- інструмент вивчення предметної галузі, її закономірностей, способів представлення графічної інформації, методів вирішення завдань;

- засіб самоконтролю, як інструмент оперативної самоперевірки знань і коректування своєї навчальної діяльності;

- засіб комунікації, інструмент оперативного отримання консультацій викладача.

Електронний навчально-методичний комплекс “Геометрографічна підготовка майбутніх інженерів” має блоково-модульну побудову.

Інформаційно-організаційний блок включає:

- навчальну програму курсу;

- календарний план;

- структурно-логічну схему курсу.

Лекційно-теоретичний блок має:

- історичні аспекти курсу;
- понятійно-термінологічний словник;
- мультимедійні лекції з анімацією;
- комплект інформаційних статичних слайдів;
- набір візуально-динамічних алгоритмів вирішення типових завдань курсу;
- опорний конспект лекцій (призначений для роздрукування).

Аудиторно-практичний блок містить:

- електронну бібліотеку навчальних роликів (анімованих) за рішенням типових завдань курсу;
- робочий зошит;
- банк завдань і навчальних завдань.

Інтерактивно-консультаційний блок містить:

- модуль організації on-line консультацій;
- контекстну довідку;
- навчально-методичні матеріали;
- довідкові матеріали.

Контрольно-діагностичний блок охоплює:

- завдання вхідного контролю;
- завдання поточного контролю;
- завдання рубіжного контролю;
- завдання для самоконтролю;
- завдання підсумкового контролю.

Блок організації самостійної роботи має:

- банк завдань і навчальних завдань;
- індивідуальні завдання до графічних робіт;
- допоміжні вказівки для виконання практичних графічних робіт;
- методичні вказівки;

– тренажер для розв'язку типових задач.

Інформаційно-організаційний блок містить наступні розділи: *навчальна програма курсу*, яка дає уявлення студентам про: форми навчальної діяльності, яка їх чекає; кількість годин, відведених на різні види занять; розподіл навчального навантаження з тематичного змісту; форми майбутньої семестрової звітності та іншої необхідної інформації для організації самостійної роботи. У *календарному плані* представлена інформація про послідовність виконання індивідуальних графічних завдань, теми контрольних і тестових робіт, терміни їх проведення.

Розглянемо детальніше призначення *структурно-логічної схеми* курсу. Сучасна система вищої технічної освіти пов'язана з безліччю навчальних дисциплін загальноосвітнього, загальнотехнічного і спеціального напрямку. Ці дисципліни деколи змістовно і методично погано узгоджені між собою і представляють автономію єдиної освітньої системи. Самостійність і незалежність навчальних предметів, їх слабкий зв'язок один з одним породжують серйозні труднощі в професійному становленні майбутнього інженера, розвитку професійно важливих якостей і властивостей його особистості. Особливо це стосується дисциплін геометрографічного профілю: *нарисної геометрії, інженерної графіки і технічного креслення*, під час вивчення яких у студентів виникають певні труднощі, а відірваність від подальшого освітнього процесу формує думку про їх даремність.

Аналіз структури вивчення геометрографічних дисциплін у вузі, представлений в статті [70], показує, що основи геометрографічної підготовки студентів закладаються на першому курсі, і теоретична база графічної освіти великим відрізком часу віддалена від практичного застосування отриманих знань. Всі основні групи дисциплін в технічному вузі повинні мати логічні міжпредметні зв'язки. Тільки в цьому випадку у студента не виникне питання про необхідність тієї або іншої дисципліни для підготовки його як фахівця.

За результатами дослідження Т. В. Андрюшиної і О. Б. Болбат, представлених в статті [10], міжпредметні зв'язки у формуванні просторового мислення є конкретним виразом інтефакційних процесів, що відбуваються в науці, і приводять до утворення потреб, мотивів, здібностей.

Структурно-логічна схема курсу – це схематичний опис логічної побудови навчальних заходів, за допомогою яких навчальна інформація перетвориться в знання, уміння і навички студента, а також зв'язок з іншими курсами навчального плану або виробничою діяльністю.

Структурно-логічною схемою курсу “Нарисна геометрія” визначається місце лекційного курсу, аудиторних практичних занять, самостійної роботи студентів. Окреслюється кількість і трудомісткість контрольних домашніх завдань, перелік контрольних робіт з курсу і теми, після проходження яких вони будуть проведені, а також кількість тих, що підлягають виконанню контрольних домашніх завдань з кожної теми. Причому структурно-логічна схема містить дані не тільки про послідовність викладу навчального матеріалу, форми навчальної роботи тощо, але і дані про час, необхідний для реалізації навчальної програми, з розподілом його за окремими видами робіт.

За основу ми взяли структурно-логічну схему, розроблену Ю. Р. Козловським [105], але доповнили роботою з комп'ютерними тренажерами (повинні включати анімовані алгоритми, методичні вказівки, тести, графічні завдання, довідкові матеріали тощо), а також перерозподіл навчального часу, що відводиться різні форми навчальної роботи (див дод.).

Структурно-логічна модель представляє такі типи міжпредметних зв'язків:

- *змістовні* (теорії, поняття, закони, наукові методи);
- *операційні* (психічні процеси, здібності, навички, уміння);
- *методичні* (педагогічні методи і прийоми);
- *організаційні* (форми і способи організації навчального процесу);
- *хронологічні* (послідовність здійснення: наступні, синхронні,

перспективні);

– *хронометричні* (тривалість взаємодії).

Змістовні, операційні, методичні, організаційні міжпредметні зв'язки показують, що використовується з інших навчальних дисциплін при вивченні конкретної теми; хронологічні – які знання, отримані з інших дисциплін, вже є у студентів, а який матеріал ще належить засвоїти; хронометричні – яка тема в процесі здійснення міжпредметних зв'язків є початковою для вивчення.

Використання конструктивних системно-діяльнісних уявлень дає змогу на єдиній підставі зв'язати декілька напрямів діяльності, складових основи процесу навчання: наочну діяльність, діяльність засвоєння, діяльність управління і комунікативну діяльність. У структурно-логічній схемі наочно відбиті внутрішньокурсів зв'язки між темами нарисної геометрії і інженерної графіки, та між темами кожного з предметів під час розвитку образного мислення. Відзначимо, що у внутрішньокурсів і внутрішньопредметних зв'язках переважають наступні і перспективні види зв'язків, а синхронні майже відсутні.

Ця модель і її зв'язок з моделями представлення знань і відносин використовується при розробці змісту геометрографічної підготовки, виділення з цього змісту питань і модулів, що виносяться на самостійне опрацювання студентами, а також при організації управління навчальним процесом, при відборі методичного забезпечення дисципліни.

Оскільки нарисна геометрія – інтеграційний навчальний предмет, то навчальні теми нарисної геометрії можна розглядати як окремі навчальні ситуації, що перебувають між собою в певному зв'язку, і провести структурно-логічний аналіз змісту навчальної дисципліни: внутрішній (зміст теми, що вивчається) і зовнішній (зміст інших дисциплін) з метою визначення ступеня “перетину” їх змісту. Цей аналіз необхідний, щоб науково і всебічно розкрити для студентів провідні положення теми, що

вивчається.

Застосування лекційно-теоретичного блоку ЕНМК в практиці проведення лекційних занять

Лекції відносяться до найбільш важливого і відповідального виду навчальних занять. Структура навчального процесу така, що на лекційний матеріал відводиться 50% аудиторних занять. За цей час потрібно видати достатньо великий обсяг теоретичного матеріалу, насиченого новою термінологією і графічними образами. Традиційними методами навчання важко досягти високої стійкості концентрації уваги студентів. У зв'язку з цим доцільне проведення лекцій з нарисної геометрії із застосуванням комп'ютерних технологій в технічно оснащених аудиторіях, де викладач крім дошки, крейди і лінійки використовує електронні освітні ресурси .

Технології мультимедіа, за визначенням І. М. Семенової, поданим у статті [198], є особливим видом комп'ютерних технологій, які об'єднують в собі як традиційну статичну візуальну інформацію (текст, графіку), так і динамічну (мову, музику, відеофрагменти, анімацію), сполучаючи можливість одночасної дії на зорові і слухові органи чуття студента, що дає змогу створювати динамічні образи в різних інформаційних уявленнях (аудіальному, візуальному).

Лекції, побудовані за допомогою електронних освітніх ресурсів, повинні стати інструментом для роботи, а не тільки барвистим фільмом для перегляду. Щоб запобігти цьому явищу, в ЕНМК передбачено введення спеціально розробленого роздаткового матеріалу, представленого у вигляді *опорного конспекту*, який супроводжує мультимедійну лекцію і зобов'язаний вести студента в ході кожної лекції.

Створення опорного конспекту в процесі організації мультимедійних лекцій. Наведемо визначення цього ефективного засобу навчання. *Опорний конспект* – це схема, в якій закодований основний зміст підмета вивченню навчального матеріалу. Сутність опорного конспекту – система ключових

слів, фраз, графіків, формул, умовних знаків, малюнків, креслень і інших способів кодування, що дає змогу компактно представити основний зміст навчального матеріалу.

Щоб полегшити створення опорного конспекту, в структуру ЕНМК включені *шаблони опорних конспектів*, орієнтовані на студента-першокурсника, які він завжди може роздрукувати, готуючись до чергового лекційного заняття. Вони мають:

- докладний план проведення лекційного заняття;
- стисло викладені теоретичні положення матеріалу теми лекції, що вивчається;
- алгоритм і принципи побудови креслень (епюр);
- графічний матеріал, представлений у вигляді заготовок майбутніх креслень (епюр), що мають в своєму розпорядженні тільки початкові умови для їх повної побудови, здійснюваної в процесі читання лекції під керівництвом лектора з його поясненнями і коментарями;
- методичні вказівки і рекомендації для самостійної роботи над тематикою прочитаних лекцій, список додаткових джерел інформації з теми, питання для самоконтролю.

Ця технологія організації лекційного курсу сприяє досягненню максимального педагогічного ефекту, оскільки при веденні опорного конспекту студентами в сприйнятті навчального матеріалу бере участь велика кількість сенсорних входів (словесно-логічний, зорово-образний, моторна пам'ять).

Застосування аудиторно-практичного блоку ЕНМК в організації практичних занять, зокрема *бібліотеки відеороликів*. Спостерігаючи перетворення просторової фігури в два-три плоскі взаємозв'язані зображення, студенту легко представити трансформацію просторового образу в систему ортогональних проєкцій, що у свою чергу полегшує розумове навантаження при образному сприйнятті якоїсь абстрактності

навчального матеріалу курсу нарисної геометрії.

Використання навчальних відеороликів в ЕНМК із залученням одночасно трьох видів інформації – вербальної, аудіальної, візуальної (текст, звук, зображення), – полегшить засвоєння матеріалу курсу нарисної геометрії, дозволить наочно показати вирішення задачі в об'ємі з усіх боків, продемонструвати динаміку побудови креслення (епюра) з одночасним лаконічним коментарем викладача з реалізації графічного алгоритму рішення задачі.

Банк завдань і навчальних завдань.

Основним і найбільш поширеним інструментом розкриття змісту освіти з курсу геометрографічних дисциплін є вирішення навчальних завдань і виконання практичних завдань.

Навчальні завдання в навчанні нарисної геометрії традиційно представлені завданнями для аудиторно-практичних, самостійних занять і індивідуальними графічними завданнями, які використовуються для самостійної позааудиторної роботи. При цьому кожен студент має свій варіант завдань, проте при різних початкових даних їхній зміст однаковий для всіх і розрахований на середній рівень як за складністю, так і за обсягом.

Добір навчальних завдань, що враховують індивідуальні можливості і особливості студентів, – робота, що вимагає великих затрат часу. Методичних розробок, здатних надати реальну допомогу викладачеві у вирішенні цієї проблеми, дуже мало. Саме тому багато викладачів змушені вирішувати її, керуючись власним досвідом або інтуїцією. Крім того, продуктивність навчання залежить від системи чіткої і логічно збудованої послідовності подачі різних типів завдань.

Банк завдань і навчальних завдань, наведений в структурі ЕНМК, будучи зручним інструментальним засобом викладача, зніме рутину пошуку і підбору різнотипних завдань, тим самим, сприятиме збільшенню ліміту методичного часу викладача.

Застосування банку завдань і навчальних завдань на практичних заняттях при фронтальній або індивідуальній роботі допомагає досягненню наступних цілей: поглибленню і закріпленню програмного матеріалу, формуванню у студентів умінь і навичок практичного додатку теорії до вирішення завдань, а також розширює їхній світогляд, навчає логічному мисленню, розвиває просторове мислення.

Інтерактивно-консультаційний блок

Інтерактивно-консультаційний блок слугує для забезпечення студентів необхідною довідковою інформацією і можливістю звернення до викладача з питань, які не виходить вирішити самому. Довідкова інформація представлена у вигляді контекстної довідки і довідкових матеріалів з типових алгоритмів вирішення завдань. Навчально-методичні матеріали, використовувані на аудиторних заняттях, доступні студентіві під час самостійного опрацювання матеріалу.

Розглянемо його детальніше.

Робота на лекціях, практичних заняттях частіше організовується фронтально. Можливість індивідуального спілкування з викладачем, надається студентіві більшою мірою на консультаціях.

Консультації – це така форма навчальної роботи, коли викладач надає допомогу в засвоєнні навчального матеріалу окремому студентіві або порівняно невеликій групі [105, с. 150].

ЕНМК є раціональним засобом, що дає змогу за короткий проміжок часу роз'яснити кожному індивідуально неясний фрагмент або цілу тему. ЕНМК як програма, що використовується студентом в його індивідуальній діяльності, частково замінює викладача, бо там закладений алгоритм передбачуваних дій викладача для управління діяльністю студента. За допомогою ЕНМК студент має можливість самостійно повторити лекційний матеріал, скористатися довідковими і навчально-методичними матеріалами, що слугують для детального розбору і кращого засвоєння програмного

матеріалу, опрацювати практичну складову теми, що вивчається, потренуватися у вирішенні завдань.

Включення наочної допомоги в структуру ЕНМК значною мірою полегшує роботу викладачеві, який звільняється від необхідності виконувати складне креслення на дошці та багаторазового повторення незрозумілого моменту. Все це дає відчутну економію часу, а студентам послідовно розкривається сутність того або іншого теоретичного положення, що важливі для формування у них міцних і логічно осмислених знань.

Переваги ЕНМК полягають в довговічності, зручності при зберіганні наочної допомоги, можливості заміни елементів, простоті в пошуку необхідної інформації тощо. До того ж для кожної моделі зроблені необхідні роз'яснення, що дозволяє полегшити роботу викладача, а студентів дає можливість повернутися до незрозумілого матеріалу потрібну кількість разів.

ЕНМК призначений не тільки для набуття, закріплення і систематизації знань, але і для розвитку самостійного, творчого мислення студентів. Він підводить студентів до розуміння і засвоєння нових знань, спираючись на вже наявні знання і практичний досвід, чим досягається свідоме і активне засвоєння навчального матеріалу.

Позитивний мотиваційний вплив використання електронного навчально-методичного комплексу заснований на формуванні комфортних умов навчання і на набутті навичок роботи з комп'ютером одночасно з вивченням предмету. При роботі з електронним навчально-методичним комплексом у студента з'являється можливість вибрати ступінь докладності викладу інформації.

Проведений лонгітюдний психолого-педагогічний моніторинг [122] підтвердив, що використання ЕНМК при навчанні студентів геометрографічних дисциплін дає змогу підвищити якість навчання студентів.

Контрольно-діагностичний блок

Діагностика і контроль знань, умінь, навичок студентів складає важливу частину навчального процесу. Результативність перевірки багато в чому залежить від поєднання методів, засобів і видів перевірки, від її змісту, правильної організації і систематичності контрольних заходів.

Існує чотири рівні навчальної діяльності студентів: оволодіння теорією, оволодіння практикою вирішення стандартних завдань, вирішення нестандартних завдань, створення передумов і умов для інженерно-технічної творчості.

На думку педагогів-дослідників Т. С. Москальової, Е. Ю. Ковальова, І. А. Масленцева, В. Є. Шебашева, традиційні методи контролю та оцінювання знань студентів не позбавлені суб'єктивізму, оскільки, незважаючи на загальні критерії оцінки, що рекомендуються, рівень вимог різних викладачів абсолютно індивідуальний. На оцінювання викладача деякою мірою впливає і його колишній досвід спілкування зі студентом, і набуте студентом вміння чітко висловлювати свої думки та інші чинники (емоційна складова). Але головний недолік традиційної системи вузівського контролю з геометрографічних дисциплін полягає в тому, що вона ніяк не сприяє активній і ритмічній самостійній роботі студентів – основному чиннику формування технічного і творчого мислення та інших важливих професійних і особистісних якостей фахівця [144].

Контрольно-діагностичний блок, включений до структури ЕНМК, призначений для застосування в умовах скорочення навчально-аудиторного часу і збільшення частки самостійної роботи студентів і слугує для реалізації таких контрольних функцій:

– інформаційне забезпечення всіх елементів графічної підготовленості студентів – фактичні знання, спеціальні вміння, навички навчальної праці і пізнавальної діяльності;

– представлення повного обсягу інформації для об'єктивного висновку про рівень підготовки студента;

- забезпечення валідності інформації, що дається кожним засобом контролю;
- корегуюча та організаційні функції для подальшого проектування індивідуальної траєкторії навчання;
- автоматизація контролю протягом всього періоду навчання.

Пропонована система діагностики і контролю припускає використання усного, письмового опитування, само- і взаємоконтролю роботи в статичних і динамічних парах, комп'ютерне тестування.

Для того, щоб ефективно керувати навчальною діяльністю студента, необхідно здійснити вхідний контроль, завданням якого є виявлення мотивів його вступу на певний факультет і вибору відповідної спеціальності, рівень умінь самостійної роботи, самоорганізації. Для з'ясування цих питань застосовуються найбільш ефективні засоби експрес-діагностики: метод бесід, анкетування і педагогічне тестування.

Початковий рівень знань і умінь перевіряється на першому практичному занятті за наслідками перевіркової роботи, що дозволяє визначити залишкові знання з геометрії, креслення, а також рівень розвитку просторового мислення і стан графічної акрибії. За результатом вхідного контролю студентів даються рекомендації з формування освітньої стратегії і побудови індивідуальної траєкторії освоєння нового навчального матеріалу для слабких або найбільш сильних студентів, в умовах розвитку тенденції відмови від традиційної орієнтації на гіпотетичного середнього учня.

У процесі навчання для викладача найбільший інтерес становлять дані про динаміку засвоєння кожним студентом нового навчального матеріалу, ступеня раціональності його розумових процесів або алгоритмів виконання завдань, оскільки при правильно організованому навчальному процесі викладач повинен контролювати не тільки зміст виконуваних студентом дій, але і їх властивості. Отримання докладної інформації можливе лише при виявленні причин складнощів і помилок, які аналізуються в ситуаціях, коли у

вигляді інструменту педагога виступає *поточний контроль*, що має виражений діагностичний характер [79].

Для контролю поточної успішності студентів і рівня засвоєння теоретичного матеріалу з вивчених тем нарисної геометрії, контрольно-діагностичний блок ЕНМК передбачає застосування тестового опитування індивідуально кожного студента. Перевірка проводиться на практичних заняттях в кожній навчальній підгрупі, використовуючи 25-30-варіантів тестових батарей карток з контрольних тем курсу (варіанти тестів і контрольної роботи з теми “Точка, пряма, площина”). Важливо, що заздалегідь при самостійній роботі студент має можливість попрацювати з цими тестами, оцінити рівень своїх знань і при необхідності опрацювати теорію ще раз.

Батареї тестів, введені в пам'ять комп'ютера разом з “ключем”, враховують ігровий, навчальний і контролюючий чинники, які значно впливають на ступінь засвоєння матеріалу з предмету, що вивчається. Завдання в тестах можуть вимагати від студента застосування багаторівневих розумових операцій.

В процесі тестування весь потік студентів поступово розтягується в своєрідний “пелетон”, де в кожній групі є свій лідер, основна група і ті, що відстають. До наступного етапу допускаються студенти, що успішно справилися з попереднім. Тестування проводиться тільки з одного етапу на окремому практичному занятті. Вважається, що студент здав, якщо він відповів на 70% тестів, заданих в тестовій батареї.

Протягом семестру оголошується рейтинг кожного студента контрольованого потоку. Узагальнений, підсумковий етап тестового контролю включає тести за всім попереднім теоретичним матеріалом, включаючи теми, розглянуті на практичних заняттях.

Комп'ютерний контроль дозволяє бачити тільки результат виконання завдання, а хід виконання завдань, мотиви вибору відповіді залишаються

невідомими. Тому крім автоматизованого тестового контролю, оцінка навчальної діяльності протягом семестру здійснюється і в процесі прийому-здачі з подальшим обов'язковим захистом індивідуальних розрахунково-графічних робіт, а також пред'явлення на перевірку робочого зошита.

Контроль знань, умінь і практичних навичок в обґрунтуванні вибору раціонального способу вирішення геометрографічних завдань, проводиться як за допомогою індивідуальної співбесіди із студентом, так і шляхом відповідей або вирішення у присутності викладача типових різнорівневих тестів-завдань, що входять до складу банку завдань і навчальних завдань ПК.

Поточний контроль дозволяє студентові оцінити рівень своїх знань і умінь з предмету і в умовах рейтингової оцінки активізує самостійну роботу, а викладачеві – здійснювати корекцію викладання і своєчасно впливати на навчальну діяльність студента.

Під *самоконтролем* розуміються дії студентів, які спрямовані на здійснення контролю за результатами власної діяльності і її корекції, що виявляються в навичках у процесі виконання навчальних завдань [57, 182].

Самоконтроль дозволяє студентові самостійно й індивідуально оцінити ступінь досягнення проміжних цілей навчання, а за наявності відхилення рівня засвоєння від встановленого проміжними цілями, провести корекцію процесу навчання. Корекція здійснюється у вигляді самостійної роботи студентів на тренажерах ЕНМК з подальшим контролем з боку викладача, розбору типових помилок на заняттях, групових або індивідуальних консультаціях, проведенні додаткових занять, що зазвичай приймають форму. Самоконтроль *стимулює* роботу студентів над навчальним матеріалом, а регулярне звернення до навчальної літератури і систематичні вправи на комп'ютерних тренажерах ЕНМК сприяють найбільш глибокому розумінню навчального матеріалу, широті і міцності знань, помітному зростанню якості графічних умінь, підвищенню інтересу студентів, розвитку їх просторової уяви і творчих здібностей.

Рубіжний контроль призначений для проміжної оцінки навчальних досягнень після завершення певного етапу навчання, проходження тематично зв'язаних розділів курсу нарисної геометрії. *Рубіжний контроль* знань студентів пов'язаний із структурним розбиттям курсу нарисної геометрії на чотири частини:

- точка, пряма, площина;
- позиційні і метричні завдання;
- способи перетворення креслення;
- перетин поверхонь.

Отже, студенти проходять чотири рубежі. На кожному виконується письмова контрольна робота, яка дає змогу об'єктивно, швидко й одночасно перевірити знання і навички з окремих розділів курсу у студентів всієї навчальної групи одночасно, що робить її важливим і економним засобом контролю.

Банк завдань і навчальних завдань, представлений в структурі ЕНМК, може бути використаний у формуванні завдань для контрольної роботи. Виконані завдання студент зберігає, а викладач, маючи “ключі,” може оперативно перевірити правильність виконання завдання. Різноманіття вправ з банку завдань дає можливість розробити окремий варіант контрольної роботи для кожного студента, що виключає спробу списування і дозволяє проводити повну перевірку знань.

Порівняльний і прогностичний аналіз результатів контролю рубежу дає викладачеві важливу інформацію, необхідну для поліпшення своєї методичної роботи в майбутньому. Дані аналізу дають змогу виявити систематичні проблеми в підготовці студентів і здійснити управлінські дії з корекції процесу навчання, якщо його результати не узгоджуються з поставленими цілями.

Підсумковим контролем знань студентів є атестаційний іспит або диференційований залік залежно від навчальної програми курсу відповідної

спеціальності. Підсумковий контроль відповідає на основне питання мети навчання, а саме, як студент, вивчивши нарисну геометрію, розвинув просторове інженерне мислення, на якому ступені оволодіння необхідною базою знань, умінь і практичних навичок для вирішення поставлених інженерно-технічних завдань. Питання і завдання екзаменаційних білетів, розміщені в ЕНМК в режимі доступу викладача, не носять репродуктивний характер, а складені так, щоб їх розв'язок був комбінацією типових завдань курсу нарисної геометрії.

Головним позитивним моментом впровадженої системи контролю можна вважати підвищення рівня організації навчального процесу. Це відбилося як на роботі викладачів, так і на навчанні студентів.

При регулярному самоконтролі і контролі знань студентів протягом семестру підвищується їх успішність. Студент, перебуваючи під постійним контролем, вже не має можливості прогулювати лекції, бути бездіяльним на практичних заняттях. Він активний, у нього з'явилася сильна мотивація навчання – займати лідерські позиції в регулярних рейтингових списках групи чи потоку, або хоча б бути у середині.

Позитив такого контролю в тому, що:

- а) студент активно навчається;
- б) викладач може з великим ступенем об'єктивності говорити про успішність кожного студента;
- в) підвищується відповідальність викладача за методичну підготовку до кожного заняття, удосконалюється його кваліфікація.

Отже, можна відзначити, що кожна фаза контролю знань, умінь і навичок студентів об'єктивно охоплена і носить диференційований характер, що враховує індивідуальні можливості і здібності студентів.

Найважливішою проблемою під час розробки програмних засобів є добір змісту навчального матеріалу до складу електронного навчально-методичного комплексу відповідно до програм, планів, специфіки інженерної

освіти у технічному вузі. При цьому зміст навчально-методичного комплексу повинен бути підібраний з урахуванням і дотриманням навчальних принципів систематичності, доступності, предметності тощо.

2.3. Структурування змісту навчального матеріалу геометрографічних дисциплін за допомогою 3D-технологій

Останнім часом все більше стверджується оригінальний підхід до автоматизації конструкторської діяльності, в основі якого – створення тривимірних геометричних представлень графічних моделей виробів. Сучасний рівень розвитку комп'ютерних технологій дає змогу створювати просторові моделі об'єктів з практично необмеженими можливостями, забезпечуючи більшу достовірність розв'язання геометричних та інших завдань для просторової моделі, щоб перейти на якісно новий рівень розробки.

Основні ідеї концепції системи освіти такі: формування нової якості освіти, що відповідає вимогам міжнародних стандартів якості; задоволення запитів всіх споживачів освітніх послуг – особистості, суспільства, держави; динамічна зміна ситуації в загальноосвітній і вищій школі. Однією з провідних тенденцій розвитку освіти є посилення уваги до проблеми підготовки кадрів якісно нового рівня, здатних до професійного саморозвитку, самореалізації.

Підвищенню рівня підготовки студентів на навчальних заняттях сприяє чітка, цілеспрямована і методично продумана система викладу знань. У навчальний процес необхідно впроваджувати нові, найбільш досконалі методи викладання та навчання, застосовувати засоби інформаційно-комунікаційних технологій, оскільки підвищення ефективності навчання технології багато в чому залежить від широкого використання комп'ютерних технологій.

Впровадження засобів інформаційно-комунікаційних технологій у підготовці майбутніх інженерів залізничного транспорту вимагає від викладача величезної попередньої роботи, займає тривалий час, але всі витрати компенсуються результатами – ефективністю навчання, створенням мотивації навчання, сприяють підвищенню у студентів пізнавального інтересу, розкриттю творчого потенціалу та активізації самостійної навчальної діяльності.

Під геометрографічною компетентністю майбутніх інженерів-залізничників розуміється цілісна властивість особистості, що характеризує єдність її знань, умінь, здібностей і навичок до творчого використання інформаційно-комунікаційних технологій в майбутній професійній діяльності, що знаходить відображення в інтелектуальній, мотиваційній та предметно-практичній сферах особистості.

Отже, використання інформаційно-комунікаційних технологій під час вивчення геометрографічних дисциплін сприяє формуванню у них геометрографічної компетентності.

Для майбутніх інженерів також важливо мати належну графічну підготовку, яка є базою для їх практичної діяльності та вдосконалення фахового рівня. Крім того, графічна підготовка сприяє розвитку творчого потенціалу та просторового мислення людини, що неодноразово висвітлювалося в працях Д. О. Тхоржевського [229], В. К. Сидоренка [202] та інших учених.

Акумулявання знань, створення, обробка і збереження графічних даних стали можливими внаслідок загальної комп'ютеризації і технічного розвитку. Нині актуальним є викладання у вузах дисциплін, пов'язаних з комп'ютерною графікою. Вибір залежить насамперед від того, наскільки необхідні і затребувані ці знання для фахової діяльності майбутніх випускників різних спеціальностей.

З погляду методичної підготовки спектр застосування комп'ютерної

графіки настільки широкий, що стосується сьогодні практично кожного фахівця, який працює з комп'ютерною технікою. Багатий потенціал комп'ютерної графіки визначається ґрунтовною математичною базою, носіями якої є конкретні фахівці, тому її подальший розвиток і поширення значною мірою залежить від рівня освіти.

Комп'ютерна графіка останнім часом стає все більш помітним напрямом в освіті. Інтерес фахівців викликаний потребою сучасної науки у розвитку нової технології взаємодії людини і комп'ютера. Комп'ютерна графіка – це сукупність методів і прийомів для перетворення за допомогою ПК даних у графічне представлення або навпаки. Тобто машинна графіка є комплексом апаратно-програмних засобів для створення, зберігання, обробки та наочного подання графічної інформації за допомогою ПК [115].

Спектр використання комп'ютерної графіки досить великий. Перерахуємо найбільш відомі та розповсюджені галузі застосування комп'ютерної графіки:

Науково-дослідні роботи – комп'ютерна графіка застосовується під час моделювання (імітації) складних процесів, важко передбачуваних ситуацій, підготовці на електронних тренажерах водіїв різних транспортних засобів, під час дослідження багатфакторних процесів у різних галузях науки і техніки. Комп'ютерна графіка наочно представляє результати розрахункових процесів, допомагає будувати графіки, діаграми тощо.

Проектно-конструкторські роботи – проектування, конструювання і модернізація існуючих конструкцій, приладів, механізмів тощо.

Виробничо-оформлювальні та дизайнерські роботи – створення крою одягу; проектування малих і монументальних форм дизайну (будівлі, інтер'єри). Наприклад, інженер-залізничник, переглядаючи на екрані монітора задуману композицію в різних ракурсах, може багаторазово змінювати її, порівнювати десятки варіантів на різних етапах творчого процесу.

Комп'ютерний живопис, комп'ютерні ігри та анімація – створення, проектування та моделювання промислових виробів, персонажів. Наприклад, комп'ютерна графіка дає змогу художнику-мультиплікатору малювати тільки ключові кадри епізоду, а всі проміжні картинки створює комп'ютерна техніка [40].

Залежно від галузі застосування комп'ютерна графіка поділяється на:

– інженерну (призначена для створення графічного зображення проєктованого об'єкта);

– наукову (візуалізація математичних моделей, процесів);

– ділову (формування і виведення графіків, діаграм);

– ілюстративну (призначена для створення красивих, ефектних віртуальних об'єктів, за допомогою яких створюють або редагують зображення на екрані монітора);

– педагогічну (має за мету ілюструвати оптимальні візуальні моделі досліджуваних об'єктів – предметів, явищ, процесів тощо) [40].

Зручним засобом, що дає змогу швидко та ефективно здійснювати графічні роботи, є пакети прикладних програм – найпростіші графічні редактори.

Пакет прикладних програм – це набір програм, призначених для вирішення яких-небудь завдань. Всі сучасні графічні пакети залежно від завдань, що вони вирішують, можна розділити на дві групи: спеціалізовані та універсальні [107].

Спеціалізовані пакети прикладних програм призначені для вирішення якого-небудь одного завдання. Можуть використовуватися як автономно, так і входити до складу універсальних систем. Наприклад, пакети програми для проєктувальника (САПР), серед яких розрізняють такі види:

– пакети 2D-графіки, призначені для автоматизації процесу креслення під час проєктування (вони бувають певного ступеня складності і можуть бути використані на комп'ютерах різної потужності);

– пакети 3D-графіки, призначені для геометричного моделювання (розв’язання метричних і позиційних задач, створення 2D-креслення);

– пакети, що забезпечують інженерний аналіз (CAE) (дають змогу проектувальнику оцінити міцність, теплові та інші характеристики проєктованих виробів);

– різноманітні програми для нескладних розрахунків: розподілу напруження, знаходження центру ваги і моменту інерції, обчислення допустимих навантажень тощо.

Універсальні системи призначені для комплексної автоматизації процесів проєктування, аналізу та виробництва продукції машинобудування. Вони можуть містити одну або кілька спеціалізованих систем (CAD/CAM/CAE/PDM/PLM), які можна поділити на такі три рівні: верхній, середній, нижній (рис. 2.3).

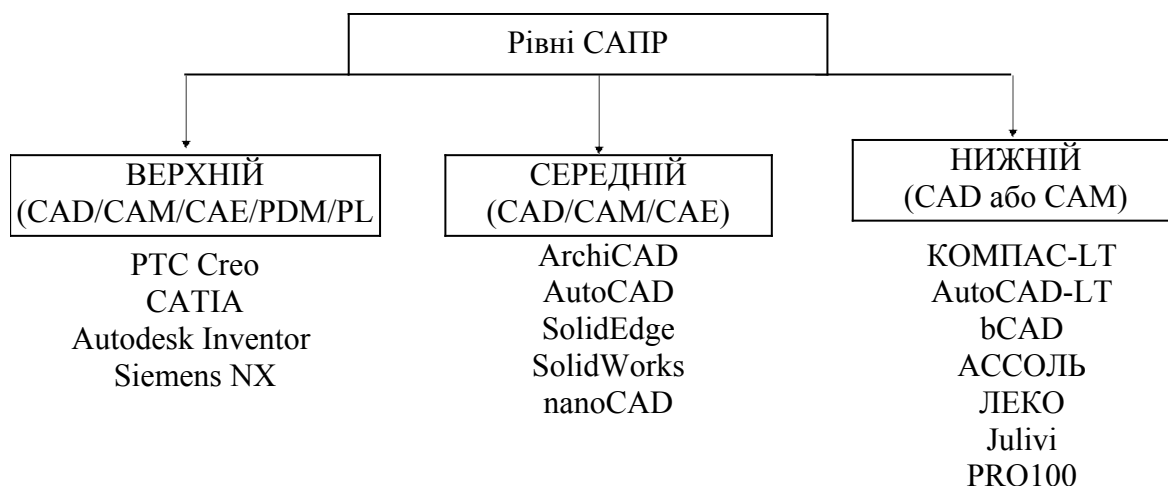


Рис. 2.3. Рівні систем автоматизованого проєктування

Варто зазначити, що вже втратили популярність програми і системи, які автоматизували лише окремі ланки технологічного процесу. Сьогодні проектувальник, інженер-конструктор вимагає від розробників прикладних програмних продуктів завершені рішення, що забезпечують наскрізну технологію в рамках єдиної інтегрованої системи автоматизованого

проектування. Такий підхід дає змогу моделювати виріб на комп'ютері і віддавати у виробництво готові оптимальні розв'язки шляхом перебору великої кількості варіантів на етапі проектування, що у кілька разів скорочує час випуску готової продукції [107].

Більшість пакетів систем автоматизованого проектування організовані за єдиним принципом – виконання тих чи інших дій зводиться до відпрацювання окремих команд, до яких належать:

- креслення графічних примітивів;
- редагування графічних примітивів (копіювання, переміщення, стирання, масштабування тощо);
- установка шаблонів ліній;
- управління екраном монітора (збільшення і зменшення зображення, переміщення в межах робочої області);
- введення і виведення інформації (збереження у файлах, завантаження файлу, виведення на друк) [40].

Для зручності використання команд у комп'ютерних програмах їх зазвичай об'єднують у спеціалізовані меню, які часто мають вигляд панелей інструментів, на яких розміщені кнопки основних команд у вигляді піктограм.

Кількість таких пакетів прикладних програм досить велика, але спрямованість і завдання, які вони виконують, різні. Пакети AutoCAD, SolidWorks, КОМПАС, які відповідають сформульованим вимогам, ми назвали оптимальними. Тому при аналізі і відборі потрібного для навчання пакета, ми взяли саме їх. Крім того, ми розширили перелік вимог, що висуваються до пакетів програм САПР, які враховують специфіку педагогічного вузу. До них належать популярність, легкість в освоєнні, сумісність стандартів, наявність навчального контенту, доступність.

Розглянемо їх детальніше

3D-технологія на базі сучасної комп'ютерної техніки та програмного

забезпечення активно входить в практику проектування. Ринок програмних продуктів наповнений пакетами САПР, що реалізують 3D-технологію. Це PTC Creo, Simens NX, AutoCAD, Inventor, ArhiCAD, Solidworks, КОМПАС та інші. Безсумнівно, для фахівців, що володіють новими методами роботи з 3D-технологіями, метод моделювання та проектування стане переважаючим.

3D-модель отримують після виконання проектування, тобто на завершальній стадії. Переважно в автоматичному режимі система автоматизованого проектування сама будує необхідні види, розрізи, проставляє розміри, у такий спосіб розвантажуючи користувача, якому залишається лише завдання визначити оптимальний вміст креслення.

Для створення комп'ютерних моделей і вирішення завдань навчального характеру на лабораторних заняттях найбільше підходить система тривимірного твердотільного моделювання КОМПАС-3D [27].

Практичний досвід експлуатації систем КОМПАС показав, що вона легко освоюється користувачами, при цьому значно прискорюється процес випуску креслярської документації і помітно підвищується її якість [160].

На початковому етапі навчання студенти засвоюють основні операції побудови 2D-креслень із використанням САПР КОМПАС. Ця програма дає змогу не тільки автоматизувати створення конструкторських документів, але й забезпечує виконання їх відповідно до державних стандартів і ЄСКД [86].

Основний недолік 2D-проективання полягає в тому, що площинні креслення не дають повного візуального уявлення про спроектовані деталі або механізми, а вивчити їх в реальних умовах не завжди можливо. Складність полягає ще у відсутності наочних посібників (макетів) різних деталей і механізмів. Тому в процесі навчання достатню увагу необхідно приділяти побудові тривимірних моделей деталей. Вирішити це завдання можна за допомогою програми КОМПАС-3D.

Тривимірний редактор, що входить до пакету КОМПАС, – не тільки потужний інструмент геометричного моделювання та підготовки

конструкторських документів, а й унікальний засіб для розвитку образного мислення. КОМПАС-3D дає можливість розглянути і вивчити різні технічні деталі та механізми загалом, миттєво зробити необхідні розрізи, а також у різних проекціях побачити деталі та механізми у тривимірному зображенні.

Використання КОМПАС-3D піднімає навчальний процес на якісно новий рівень. На думку студентів, до проєктованого виробу, який виконаний за допомогою КОМПАС-3D, простіше вносити зміни, виправляти помилки і неточності у готовому кресленні. Під час вивчення КОМПАС-3D студенти мають можливість розширити свої уявлення про конструкторську діяльність, повторити й узагальнити весь курс креслення. На нашу думку, КОМПАС-3D дає змогу активізувати роботу студентів, розширити їхній світогляд, а також підвищити їхній освітній рівень і самооцінку, вдосконалити навички самостійної роботи [257; 258].

У процесі навчальної діяльності при демонстрації готових об'єктів в інтерактивному режимі, коли розглядаються різні проекції з вибором необхідного відображення, формуються елементарні вміння перетворювати форму предметів, змінювати їх положення і орієнтацію в просторі, розвивається просторова уява і мислення [257].

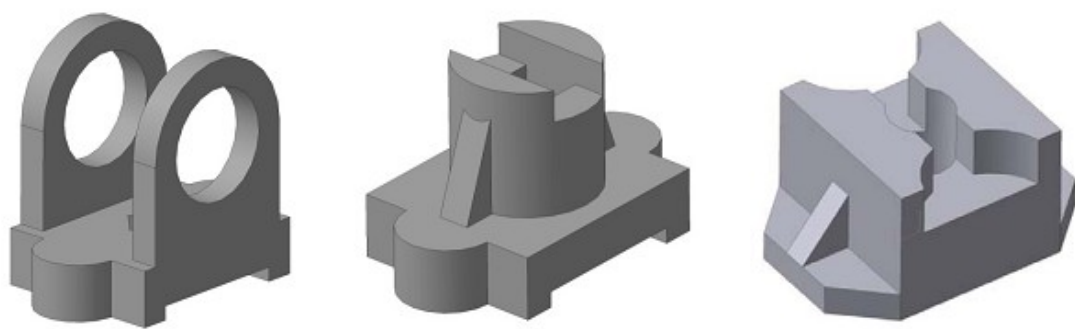


Рис. 2.4. Створення 3D-моделей

Основні завдання використання програми КОМПАС-3D:

- сформувати у студентів цілісну систему понять, пов'язаних зі створенням тривимірних і площинних моделей об'єктів;
- показати основні прийоми ефективного використання систем

автоматизованого проектування, сформувати міжпредметні зв'язки з іншими дисциплінами системи вищої педагогічної освіти;

– дати майбутнім інженерам-залізничникам знання основ методу прямокутних проекцій і побудови аксонометричних зображень за допомогою програми КОМПАС-3D;

– ознайомити з найважливішими правилами виконання креслень, умовними зображеннями і позначеннями, встановленими державними стандартами, бібліотеками КОМПАС-3D;

– навчити аналізувати форму і конструкцію предметів і їх графічні зображення, розуміти умовності креслення, читати і виконувати ескізи і креслення деталей;

– ознайомити з методами і способами зберігання графічних побудов зображень за допомогою комп'ютера, дати поняття графічних примітивів, алгоритму побудови геометричних об'єктів;

– навчити самостійно працювати з навчальними і довідковими посібниками.

– вивчити порядок використання ДСТУ і правила оформлення графічної (креслення) і текстової (специфікації) документації.

У процесі виконання лабораторних робіт студенти зустрічають незнайому технічну термінологію, яка уповільнює їх роботу. Тому перш за все необхідно звернути увагу студентів на ті терміни, які мають відмінні від первинних і звичних у традиційному курсі графіки значення. Технічні терміни, які використовуються в системі автоматизованого проектування КОМПАС, включено до електронного навчально-методичного комплексу. Отримані знання, уміння і навички роботи в AutoCAD-2D стають основою для подальшого поглибленого вивчення можливостей тривимірного проектування таких систем автоматизованого проектування, як AutoCAD-3D і SolidWorks-3D. Вони передбачають побудову тривимірних моделей деталей, редагування 3D-моделей, роботу з бібліотеками, створення збірок, підготовку

моделей до 3D-друку тощо. Вивчення прийомів роботи з САПР не є самоціллю, а має прикладний характер. Починаючи з III курсу, студенти активно застосовують набуті навички в галузі автоматизованого проектування при виконанні графічних робіт, курсових проектів з навчальних дисциплін професійно орієнтованого та фундаментального циклів.

Основне завдання, яке вирішується за допомогою будь-якої САПР, – створення і випуск різноманітної графічної документації. Швидкість вирішення цього завдання, а значить, і ефективність роботи з системою переважно визначається тим, наскільки зручні засоби введення і редагування об'єктів вона надає користувачеві [14].

Кожен викладач знає, що наявність наочної моделі істотно полегшує побудову її креслення, наприклад, побудова динамічної об'ємної моделі, яку можна обертати на екрані і розглядати з усіх боків. З практики відомо, що формування у студентів вміння будувати 3D-моделі здійснюється за два-три заняття і вдосконалюється у процесі виконання складніших завдань.

Сутність 3D-проективання полягає в тому, що конструктор відразу будує реалістичну, наочну, віртуальну модель деталі, вузла або будівлі, збираючи її з об'ємних примітивів (призма, циліндр, конус тощо, а також примітивів на основі обертання або переміщення плоского контуру), не вдаючись до побудови креслення. Модель формується на екрані, її можна продивитися з усіх боків, розрізати, отримати довільний перетин, відредагувати форму. За допомогою додаткових програмних засобів модель можна навантажити і виконати розрахунок на міцність, а для архітектурних об'єктів – побудувати перспективу, фотореалістичне зображення тощо. Цей природний для людини варіант проектування став реально можливим останніми десятиріччями завдяки комп'ютерній графіці, що надає можливість досить просто створювати тривимірні віртуальні моделі об'єктів і наочно відобразити їх на екрані.

Особливе місце серед програмних продуктів, які мають можливості 3D-проектування, займає AutoCAD. На основі пакета AutoCAD легко освоїти нові методи проектування і побудови креслення.

Система AutoCAD дає змогу виконувати не тільки креслярські роботи з 2D-креслення, але й здійснювати 3D-моделювання. Відповідно розрізняють 2D-(двовірну) і 3D-(тривимірну) технології проектування та побудови креслення (D – від англ. dimension – розмірність).

Система AutoCAD дає можливість працювати одночасно з декількома кресленнями, має потужні засоби візуалізації тривимірних об'єктів і розширені можливості адаптації системи до вимог користувача, забезпечує зв'язок графічних об'єктів із зовнішніми базами даних; дає змогу переглядати і копіювати компоненти креслення без відкриття файлу, редагувати зовнішні посилання і блоки, що знаходяться в зовнішніх файлах. Швидкість і легкість, з якими створюються тривимірні моделі спроектованих виробів, широкі можливості їх перетворення і редагування, різні способи отримання площинних зображень цих виробів, асоціативно пов'язаних з моделями, – усе це забезпечує значне заощадження часу порівняно з “ручним” кресленням.

Створення тривимірних моделей – більш трудомісткий процес, ніж побудова їх проекцій на площині, але при цьому тривимірне моделювання має низку переваг, серед яких:

- автоматична генерація основних і додаткових видів на площині;
- перегляд моделі з будь-якої точки;
- виконання інженерного аналізу;
- побудова перетинів на площині;
- перевірка взаємодій параметрів характеристик, необхідних для виробництва;
- реалістичне тонування;
- експорт моделі до анімаційних програм.

Система AutoCAD дає змогу створювати як найпростіші примітиви, так і складні поверхні, твердотільні об'єкти. Базові типи просторових моделей, що використовуються в САПР, можна умовно розділити на три групи: каркасні, поверхневі та твердотільні. Ці типи тривимірних моделей мають певні переваги і недоліки. Для моделей кожного типу існує своя технологія створення та редагування [13].

Оскільки ці типи моделювання використовують власні методи створення просторових моделей і способи редагування, не рекомендується змішувати кілька типів в одному проекті.

Каркасна модель – це сукупність двомірних примітивів у тривимірному просторі, що визначають ребра фігури. Каркасна модель повністю описує розміри об'єкта у всіх трьох вимірах. Вона не має граней і складається лише з точок, відрізків і кривих, що описують ребра об'єкта. Система AutoCAD надає можливість створювати каркасні моделі шляхом розміщення 2D-об'єктів у будь-якому місці тривимірного простору.

Поверхнева модель – це сукупність поверхонь, що обмежують і визначають тривимірний об'єкт у просторі. В AutoCAD поверхня будується шляхом визначення її ребер. Основою для створення поверхні часто є каркасна модель. Система AutoCAD будує поверхні на основі багатокутних мереж. Оскільки межі мережі плоскі, уявлення криволінійних поверхонь проводиться шляхом їх апроксимації.

Для розрізнення двох згаданих типів поверхонь, складених з 2D-фрагментів, рекомендується називати їх терміном “мережі”. Мережа – це модель поверхні об'єкта, що складається з граней, побудованих на площині.

Твердотільне моделювання – це основний вид тривимірного проектування виробів машинобудування. В системі AutoCAD за допомогою цього типу моделювання створюють тривимірні об'єкти на основі базових просторових форм: паралелепіпедів, конусів, циліндрів, сфер, клинів і торів (кілець). З цих форм шляхом їх об'єднання, віднімання і перетину будуються

більш складні тривимірні об'єкти. Використовуючи цей тип моделювання, можна будувати 3D-об'єкти методом обертання навколо осі.

Твердотільне моделювання дає змогу не тільки ефективно вирішувати компоновальні завдання, а й визначати інерційно-масові характеристики, одержувати необхідні види, розрізи і перетини просторового об'єкта для оформлення робочої документації.

Твердотільний об'єкт – це зображення об'єкта, що зберігає інформацію про його об'ємні властивості. Отже, з усіх типів тривимірних моделей тіла якнайповніше відображають модельовані об'єкти. Крім того, незважаючи на складність твердотільних об'єктів, їх легше будувати і редагувати, ніж каркасні моделі та мережі. Модифікація тіл здійснюється шляхом сполучення їх граней і зняття фасок.

У AutoCAD є також команди, за допомогою яких тіло можна розрізати на дві частини або отримати його двовимірний перетин. На відміну від усіх інших моделей, твердотільне моделювання дає змогу аналізувати масові властивості: обсяг, момент інерції, центр мас тощо. Інформація про 3D-об'єкти цього типу моделювання можна експортувати в обслуговуючі програми для станків з числовим програмним управлінням (ЧПУ) або здійснити аналіз методом кінцевих елементів. Також твердотільні моделі можуть бути перетворені у простіші типи моделей – мережі і каркасні моделі.

Наведемо деякі поняття та визначення, що використовуються в тривимірному твердотільному моделюванні в програмі AutoCAD:

- грань – обмежена частина поверхні;
- ребро – елемент, що обмежує грань;
- півпростір – частина тривимірного простору, що лежить з однієї сторони поверхні;
- тіло – частина простору, обмежена замкнутою поверхнею і має певний обсяг;
- тіло (примітив) – найпростіший (основний, базовий) твердотільний

об'єкт, який можна створити і будувати з нього більш складні твердотільні моделі;

- область – частина поверхні, обмежена однією або декількома планарними гранями, які називаються межами;

- область (примітив) – замкнута 2D-область, яка будується шляхом перетворення існуючих двовимірних примітивів, що мають нульову висоту, і описана як тіло без висоти;

- складова область – єдина область, що будується шляхом виконання логічних операцій об'єднання, віднімання або перетину декількох областей;

- об'єкт – загальне найменування області або тіл, причому тип об'єкта не має значення: це може бути область, тіло або складальна модель (група об'єктів, пов'язаних в єдине ціле);

- порожній об'єкт – складене тіло, яке не має об'єму, або складова область, яка не має площі.

Панель 3D-моделювання в системі AutoCAD для побудови твердотільних об'єктів має такі команди (рис. 2.5):

- “политело” (polysolid) перетворює наявну лінію, двовимірну полілінію, дугу або окружність у тіло з прямокутним профілем;

- “ящик” (box) будує паралелепіпед (ящик, куб);

- “клин” (wedge) створює клин, основа якого завжди паралельна площині XY поточної використовуваної системи координат;

- “конус” (cone) будує прямий круговий або еліптичний конус;

- “сфера” (sphere) слугує для створення сфери;

- “циліндр” (cylinder) будує циліндр;

- “тор” (torus) створює твердотільний тор;

- “піраміда” (pyramid) будує твердотільну піраміду.

Крім того 3D-моделювання в системі AutoCAD виконується за допомогою основних операцій (рис. 2.5):



Рис. 2.5. Панель “Моделювання” в системі AutoCAD

“выдавить” (extrude) дає змогу створювати твердотільні об’єкти методом видавлювання двовимірних об’єктів у заданому напрямку і на задану відстань;

“вытягивание” (revolve) формує твердотілі об’єкти шляхом обертання існуючих об’єктів;

“сдвиг” (sweep) формує новий твердотілий об’єкт шляхом зрушення розімкнутої або замкнутої плоскої кривої (контуру) уздовж розімкнутої або замкнутої двовимірної або тривимірної траєкторії;

“вращать” (rotate) формує об’єкт шляхом обертання одного або декількох ескізних контурів навколо осі;

“по сечениям” (loft) формує новий об’єкт з поверхнею, перехідною між декількома контурами, розташованими на різних робочих площинах.

Команди, призначені для редагування об’єктів в AutoCAD:

- віднімання об’єктів;
- перетин об’єктів;
- редагування тривимірних об’єктів;
- поворот навколо осі;
- вирівнювання об’єктів;
- дзеркальне відображення відносно площини;
- обрізування і подовження тривимірних об’єктів;
- побудова перетинів;
- отримання розрізів.

Відповідно до освітньої програми компанії Autodesk всі бажаючі, студенти і викладачі, після реєстрації отримують доступ до матеріалів, що допомагають освоїти і ефективно використовувати програмне забезпечення Autodesk, і головне – можуть безкоштовно завантажувати і використовувати

на домашніх ПК студентські версії всіх продуктів Autodesk.

Студентські версії програмних продуктів Autodesk можна встановлювати тільки на особистих (домашніх) комп'ютерах. Але незважаючи на обмеження стосовно використання в корпоративному секторі, ці версії програм є повнофункціональними, що дає змогу повністю оволодіти всіма можливостями необхідних програм.

Для безкоштовного завантаження доступні такі програмні продукти: AutoCAD, Inventor Professional, AutoCAD Architecture, AutoCAD Mechanical, Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya та інші [277].

Іншою, досить популярною в галузі автоматизованого проектування є система SolidWorks, яка призначена для створення твердотільних параметричних моделей деталей, збірок виконання їхніх робочих і складальних креслень, що містять всі необхідні типи зображень.

SolidWorks – система автоматизованого проектування, інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів будь-якої складності і призначення. Вона є інструментальним середовищем, призначеним для автоматизації проектування складних виробів у машинобудуванні та інших галузях промисловості.

Система SolidWorks є системою гібридного (твердотільного і поверхневого) параметричного моделювання і призначена для проектування деталей і збірок у тривимірному просторі (3D-проектування), а також для оформлення конструкторської документації. Ця програма підтримує поверхневе моделювання, проектування деталей, виготовлених литтям із листового матеріалу. Перевагою системи є підтримка ЄСКД, що вигідно відрізняє SolidWorks від інших зарубіжних САПР. У системі SolidWorks підтримуються всі основні стандарти представлення та обміну даними. До складу базового пакета SolidWorks входить більше 20 трансляторів для експорту та імпорту.

Пакет SolidWorks складається з трьох основних модулів: твердотільне

моделювання деталей, виготовлення збірок і створення креслень. Процес побудови 3D-моделі ґрунтується на створенні елементарних геометричних примітивів і виконанні різних операцій між ними. 3D-модель несе в собі найповніший опис геометричних і фізичних властивостей об'єкта (об'єм, маса, моменти інерції). Твердотільна деталь є основою геометричної моделі будь-якого проекту. Існує можливість зберігати в бібліотеці елементи, що найчастіше використовуються. Також до пакету SolidWorks включена панель бібліотечних елементів, яка містить стандартні деталі машин та виробів. Готові деталі складаються в збірку за допомогою відповідних інструментів. Складання компонентів може здійснюватися як “згори-вниз”, так і “знизу-вгору”. На основі створених деталей і збірок складається технічна документація у вигляді креслярських видів. Асоціативний зв'язок між деталями, збірками та кресленням гарантує, що зміни, зроблені в одному виді, автоматично виконуються у всіх інших видах. Всі виконані операції з об'єктом документуються і відображаються в дереві конструювання, в якому записаний весь процес проектування деталі.

Для SolidWorks розроблено декілька доповнень, наприклад, CosmosWorks – перевірка міцності деталей методом кінцевих елементів, CosmosMotion – розрахунок кінематики і динаміки механізму тощо. При розробці функцій і інтерфейсу SolidWorks враховувалися прийоми роботи, властиві машинобудівному проектуванню. Систему розроблено спеціально для операційного середовища MS Windows і повною мірою використано всі її можливості для створення користувачу максимального комфорту і зручності в роботі [13].

Вибір оптимального пакету здійснювався поміж систем AutoCAD, КОМПАС та SolidWorks за такими критеріями (таб. 2.1):

- доступність для вивчення (наявність безкоштовних навчальних версій);
- наявність навчального контенту (методичні посібники, відеоуроки,

онлайн-курси тощо);

– доступність в освоєнні САПР (зручний і зрозумілий інтерфейс програми);

– сумісність стандартів системи з іншими САПР і периферійними пристроями;

– популярність конкретної САПР у різноманітних галузях діяльності.

Таблиця 2.1

**Оцінювання систем автоматизованого проектування
за певними категоріями**

Категорії оцінювання	AutoCAD		КОМПАС-3D		SolidWorks	
	к-ть	%	к-ть	%	к-ть	%
Доступність для вивчення	47	37%	46	36,2%	34	26,8%
Наявність навчального контенту	46	36,2%	49	38,6%	32	25,2%
Доступність в освоєнні	38	29,9%	41	32,3%	48	37,8%
Сумісність стандартів	48	37,8%	42	33,1%	37	29,1%
Популярність	53	41,7%	41	32,3%	33	26%

Серед систем автоматизованого проектування найбільш популярною виявилася прикладна програма AutoCAD (41,7%), а найбільш доступною в освоєнні студенти назвали систему SolidWorks (37,8%). За доступністю для вивчення перше місце розділили САПР AutoCAD (37%) і КОМПАС-3D (36,2%). Серед систем із високою сумісністю стандартів студенти виділили AutoCAD (37,8%) і КОМПАС-3D (33,1%). За різноманітністю навчального контенту перше місце зайняла система КОМПАС-3D (38,6%), а в загальному рейтингу популярності перше місце посіла система AutoCAD (37%), що підтверджує міжнародний рейтинг серед систем автоматизованого

проектування (рис. 2.6).

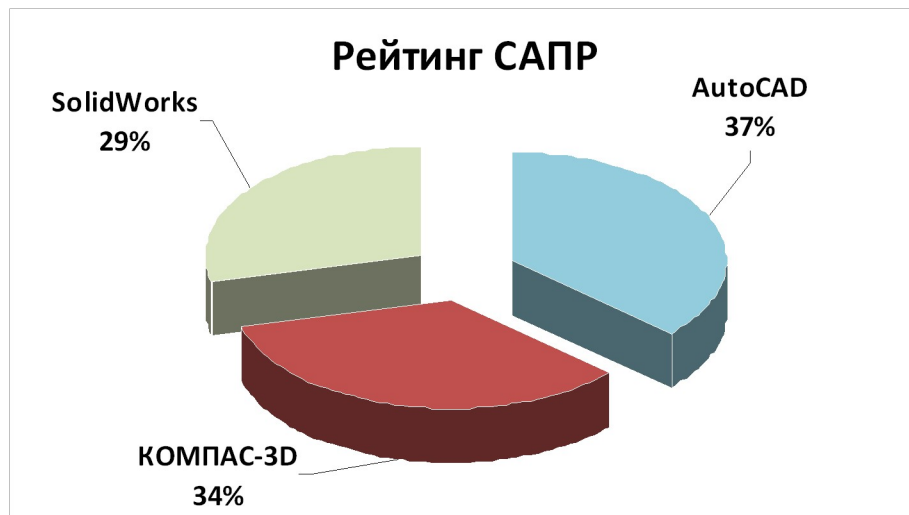


Рис. 2.6. Результати анкетування щодо популярності САПР

Отже для вибору оптимальних пакетів системами автоматизованого проектування майбутні інженери-залізничники повинні враховувати не лише зручність і популярність цих систем, але й знати:

- що таке системи AutoCAD, КОМПАС, SolidWork, їхнє призначення;
- основні принципи організації інтерфейсу і роботи в цих програмах;
- основні типи помилок при роботі з КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD;
- графічні можливості КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD;
- геометричні примітиви: точка, лінія, відрізок, пряма, багатокутник,

коло, дуга тощо;

- прості геометричні об'єкти;

повинні вміти:

- виконувати основні операції маніпулювання з фрагментами: копіювання, видалення, вставка;

– зберігати робочий документ на диск у системах КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD, відкривати та читати його;

– будувати прості геометричні об'єкти, що складаються з геометричних примітивів: точка, лінія, відрізок, пряма, багатокутник, коло, дуга в системах КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD;

- використовувати штрихування і простановку лінійних, радіальних і кутових розмірів;

- використовуючи системи тривимірного твердотільного моделювання – КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD, – будувати 3D-об’єкти за допомогою команд “видавлювання”, “обертання”, “кінематична операція” тощо;

- редагувати 3D-об’єкти, використовуючи системи КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD;

- застосовувати КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD для виготовлення збірок і отримання креслярської документації;

- оформлювати складальні креслення у системі КОМПАС-3D.

Особливостями взаємодії студентів і викладача в умовах використання в процесі навчання розробленого електронного навчально-методичного комплексу є:

- комплексне вирішення завдань формування знань і практичних умінь у процесі роботи з системами автоматизованого проектування КОМПАС, SolidWorks, AutoCAD;

- самостійний характер діяльності студентів стосовно виконання завдань і пошуку необхідної навчальної інформації;

- зменшення шаблонних операцій у діяльності студентів шляхом використання в ЕНМК візуального представлення завдань для систем КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD;

- консультаційний характер викладацької діяльності;

- диференційований підхід до студентів залежно від їх знань і здібностей;

- непряма допомога викладача під час виконання студентами завдань проектування.

Для більш ефективної роботи з системами автоматизованого проектування детальніше розглянемо популярні технології 3D-друку, які забезпечують професійну мобільність і конкурентноспроможність майбутніх

фахівців.

Технології 3D-друку

Зміни у сфері виробничих технологій зумовлюють необхідність формування у майбутніх інженерів особливих знань, умінь і навичок, якостей і здібностей, що забезпечують їх професійну мобільність і конкурентоспроможність. Для розвитку перерахованих якостей, необхідний високий рівень сформованості геометрографічної компетентності, що досить важко зробити без використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій.

Засоби інформаційно-комунікаційні технології радикально змінюють форму, через це змінюється і зміст подання наукового знання. Новизна освітнього середовища вже визначається не стільки характеристиками її мультимедійності, скільки якісною зміною її структури та принципів існування. Отже, практична реалізація нової освітньої парадигми перебуває в прямій залежності від якості технологічного забезпечення. Однак у цьому ключі необхідно знати і пам'ятати, що розвиток техніки в сучасному світі усе більш гостро виявляє бінарний характер її досягнень. Нова технологічна, інформаційна і комунікаційна революція в освіті відбувається на наших очах, ми є її суб'єктами і об'єктами. Інформаційні, комунікаційні, аудіовізуальні, інтерактивні, мобільні, 3D-технології вже створили новий світ – світ Hi-Tech. Нині вони формують нові види медіа-комунікацій [120].

Провідні позиції в розробці та впровадженні нових освітніх проектів повинна зайняти інфраструктура, що забезпечує підготовку викладацьких кадрів. Якщо установи, які готують майбутніх інженерів-залізничників, хочуть не відставати від процесів швидких технологічних перетворень, то повинні виступити з ініціативою реорганізації навчання. Необхідна розробка нових педагогічних моделей і нового інструментарію для забезпечення навчального процесу, щоб працівники освіти змогли повною мірою скористатися перевагами впровадження інформаційно-комунікаційних

технологій. Крім того, готувати до цього необхідно як студентів вузів, так і викладачів [85].

Бурхливий розвиток техніки і технологій останніми десятиліттями вимагає від сучасної людини знань з багатьох галузей наук, використання технічних засобів і технологічних систем, систем зв'язку та обробки інформації. Перед молодими фахівцями ставляться не тільки вузькі професійні завдання. З метою встановлення взаємозв'язків для практики перетворюючої діяльності вони потребують знань із суміжних галузей наук.

Будь-який викладач повинен крокувати в ногу з часом, відстежувати технологічні новинки і знайомити з ними своїх студентів, які теж мають бути в курсі поточних новинок виробництва. Маючи високу технологічну підготовку, майбутні інженери залізничного транспорту зможуть не тільки користуватися новими технологіями, які застосовуються на виробництві, але й навчити студентів з ними працювати. Однією з таких технологій є 3D-друк, який дає змогу створити за короткий період часу не лише прототип необхідної деталі, але й саму деталь або кілька деталей, що надасть можливість показати майбутньому інженеру-залізничнику весь процес від проектування до виготовлення виробу.

Загальновизнано, що існує значна прогалина між знаннями і навичками, які більшість студентів отримують у технічному вищому навчальному закладі і які їм дійсно необхідні для роботи в інформаційному суспільстві.

Саме тому у процес підготовки майбутніх інженерів-залізничників необхідно впроваджувати технології 3D-друку, оскільки немає кращого способу допомогти студентам зрозуміти основи якісного дизайну, ніж створення об'ємного прототипу їх власного виробу або деталі, для оцінки його форми, збирання та функціональної придатності. Розглядаючи віртуальні креслення САПР на папері та комп'ютерні 3D-моделі на екрані монітора, практично неможливо виявити неминучі помилки в конструкції.

Технології 3D-друку дають змогу студентам безпосередньо взаємодіяти з реальними 3D-моделями й отримувати сильну мотивацію до подальшого вдосконалення [256].

Розглянемо історію розвитку технологій 3D-друку детальніше.

Технологія 3D-друку увійшла в технологічний світ у 1984 році. Чарльз Холл (Charles Hull) розробив технологію друку фізичних 3D-об'єктів з цифрових даних, а в 1986 році він назвав цю технологію стереолітографією і отримав патент. Найбільш поширена технологія 3D-друку, яка називається “моделювання методом наплавлення” (FDM), була розроблена і запатентована Скоттом Крапом (S. Scott Crump) у 1989 році. В 1993 році Массачусетський Технологічний Інститут (MIT – Massachusetts Institute of Technology) патентує “технологію-3D друку”, схожу з технологією звичайних струменевих принтерів. У 1995 році компанія Z Corporation отримала ліцензію від MIT для використання технології 3D-принтерів на основі технології ZDP. І тільки в 2005 році Z Corporation випускає Spectrum Z510. Це був перший на ринку кольоровий 3D-принтер з високою роздільною здатністю. У 2006 році відбувся запуск проекту з відкритим доступом RepRap, який був спрямований на розвиток самовідтворюваних 3D-принтерів, які можна розповсюджувати та/або змінювати відповідно до ліцензії GNU (General Public Licence).

3D-принтер, винайдений Чарльзом Холлом в 1984 році, є однією з форм адитивного виробництва, де 3D-об'єкт створюється шляхом накладання послідовних шарів різнотипних матеріалів. 3D-принтери є найбільш швидкою та доступною формою адитивного виробництва на сьогодні. За допомогою 3D-принтера розробники мають можливість друкувати деталі і механізми з декількох матеріалів з різними механічними і фізичними властивостями за один процес накладання. Друк відбувається за попередньо спроектованою САД-моделлю. Хоча тривимірний друк часто називають магичною технологією, насправді цей процес вимагає величезної кількості

завчасної підготовки і подальшої обробки, необхідної для якісного друку.

З середини 1980-х було винайдено кілька різних способів 3D-друку, але спочатку принтери були великими, дорогими і вельми обмеженими в можливостях. Найбільш поширеною технологією 3D-друку було моделювання методом наплавлення (FDM). У 1990-му вона була поставлена на промислову основу компанією Stratasys, в якій Крамп був співзасновником [271]. У 2012 році об'єдналася з іншим лідером ринку, компанією Objet – найбільшим виробником 3D-принтерів і матеріалів для 3D-друку.

Історія персонального 3D-принтера здається схожою на історію персонального комп'ютера (ПК). Обидва спочатку продавалися за високою ціною, були “тільки для професіоналів” і незручні у використанні (для їх експлуатації часто були потрібні спеціально навчені працівники). Лише кілька десятиліть тому вони почали бути доступними і простими у використанні. Коли ПК дійсно став персональним та широко використовуваним (бо масове виробництво все більше і більше знижувало його вартість), ми отримали дешеві настільні комп'ютери, через кілька років промисловість створила неймовірно тонкі і потужні ноутбуки, а нещодавно ми отримали смартфони і планшети [59].

На сучасному ринку доступна велика кількість конкуруючих технологій для друку 3D-моделі. Їхні основні відмінності стосуються етапу нашарування при створенні виробу. Деякі технології використовують плавлення або розм'якшення робочого матеріалу для виробництва шарів, інші – рідкі матеріали, які застигають за різними технологіями. Двома основними технологіями є лазерна та струменева.

Лазерна технологія:

– лазерний друк – ультрафіолетовий лазер попільсьельно засвічує рідкі фотополімери, при цьому вони тверднуть і перетворюються на досить міцний пластик;

- лазерне спікання – у цьому випадку лазер пошарово випалює в порошку з легкосплавного пластику контур майбутньої деталі;

- ламінування – деталь створюється з великої кількості шарів матеріалу, які поступово накладаються один на одного, склеюючись між собою.

Струменева технологія:

- застигання матеріалу при охолодженні – друкуюча головка 3D-принтера видавлює із сопел на охолоджувальну платформу краплі розігрітого термопластику або іншого робочого матеріалу. Краплі моментально застигають, формуючи при цьому шари майбутнього об'єкта;

- полімеризація фотополімерного пластику під дією ультрафіолетового випромінювання – спосіб, схожий на попередній, але у цьому випадку пластик твердне під дією ультрафіолетової лампи;

- склеювання або спікання порошкоподібного матеріалу – те саме, що і лазерне спікання, але порошок склеюється клеєм, який надходить із сопел 3D-принтера. У цьому випадку можна відтворити забарвлення деталі, використовуючи сполучні речовини різних кольорів.

Технологія 3D-друку досить нова, але розвивається дійсно дуже швидко. Нещодавно швидке прототипування було обмежене в школах, коледжах, університетах через високу вартість обладнання, витратних матеріалів. Але з'явилася технологія пошарового нарощування, яку ефективно використовують дизайнери для швидкого прототипування і дрібносерійного виробництва.

Системи 3D-друку надають можливість вдосконалити процес навчання багатьох дисциплін, у тому числі машинобудування, промислового дизайну і архітектури, хімії і географії, археології і біології, медичного моделювання та образотворчого мистецтва. Системи об'ємного друку вдосконалюють процес навчання і сприяють поглибленому вивченню студентами дисциплін технологічного циклу.

Отже, розвиток технології 3D-друку [59] набирає стрімких обертів і, скоріш за все, 3D-принтер стане однією з невід'ємних частин майбутнього суспільства, охоплюючи при цьому все нові галузі.

Методичні рекомендації із запуску 3D-принтера.

3D-принтер дає змогу студентам розробляти дизайн предметів, які неможливо зробити навіть за допомогою 4-осьових фрезерних верстатів. У минулому студенти були обмежені в моделюванні та виробництві речей, оскільки з інструментів виробництва вони володіли тільки руками і простими обробними машинами. Зараз же ці обмеження практично подолані. Майже все, що можна накреслити на комп'ютері в 3D-програмі, може бути втілене в життя. Студенти здатні розробляти 3D-деталі, друкувати, тестувати й оцінювати їх. Застосування 3D-технологій неминуче веде до збільшення частки інновацій у студентських проектах.

Створивши свою модель у CAD-програмі і надрукувавши її на 3D-принтері, студенти зможуть побачити результати своєї праці. Краще один раз потримати в руках справжню модель, ніж сто разів побачити її на екрані комп'ютера.

Втілення ідеї в різнокольоровому пластиковому об'єкті, створеному за допомогою 3D-принтера, – досить тривалий і копіткий процес. Він складається з багатьох різних етапів, які повинні взаємодіяти і бути злагодженими:

Перший крок – це створення комп'ютерної 3D-моделі нашої ідеї, цифрового двійника об'єкта, який ми хочемо надрукувати (етап цифрового моделювання).

Другий крок – створення файлу потрібного формату (зазвичай “STL”), що містить всю геометричну інформацію, необхідну для відображення нашої цифрової моделі (етап експортування).

Якщо модель була спроектована не досить ретельно, в ній можуть бути дефекти. Тому можна спробувати виправити їх за допомогою спеціальної

програми (етап відновлення полігональної сітки).

Третій крок – перетворення цифрової моделі в список команд, які 3D-принтер може зрозуміти і виконати, які називаються G-код (етап нарізки).

Четвертий крок – дати принтеру список інструкцій, наприклад, через USB-з'єднання з ПК або скопіювати файл на карту пам'яті, яка буде прочитана принтером самостійно (етап з'єднання).

П'ятий крок – запустити 3D-принтер і почати друкувати.

Шостий крок – зняти щойно створений об'єкт з робочої платформи, видалити допоміжні частини (тобто підтримуючі опори і/або підкладку), очистити його поверхню (етап кінцевої обробки).

Є ще декілька моментів, які теж потрібно врахувати, щоб результат був успішним: вибір 3D-принтера, його калібрування і установка, тип і якість пластикової нитки, тип поверхні друкованої платформи. Всі ці аспекти будуть розглянуті більш детально далі.

3D-моделювання. Перший крок до друку реального об'єкта – це створення віртуальної цифрової 3D-моделі за допомогою програми, яка досить часто називається САПР (система автоматизованого проектування, CAD). Є багато подібних програм для найпоширеніших платформ (Windows, Mac OS X, Linux), деякі з них безкоштовні або навіть мають відкритий програмний код.

Приклади безкоштовних програм для технічного 3D-моделювання, які можна використати у процесі навчання та в майбутній професійній діяльності:

Google SketchUp [283] – це програма, проста у користуванні, оптимальна для створення простих моделей. Для побудови моделей у SketchUp є можливість малювати ребра і грані, використовуючи декілька простих інструментів, якими можна опанувати протягом короткого часу і які здатні видавлювати будь-яку плоску поверхню в 3D-форматі. Крім того, вона працює разом з Google Earth, з якого можна імпортувати масштабні

аерофотознімки.

Autodesk TM Inventor Fusion [272] – професійна САПР програма для Win/Mac, безкоштовна для некомерційного використання.

FreeCAD [279] – програма з відкритим вихідним кодом для Win/Mac/Linux з можливістю двомірного і тривимірного параметричного моделювання, досить складна для вивчення, але з хорошою документацією.

3Dtin – найпростіше 3D-програмне забезпечення, за допомогою якого моделювання можна виконувати безпосередньо в браузері.

Blender [278] – це потужне програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом для Win/Mac/Linux, оптимізоване для складної анімації і рендерингу 3D-об'єктів і персонажів. Це потужна програма містить функції, які характерні для високоякісного 3D-програмного забезпечення з можливістю експортування в STL та інструментом для створення 3D-скульптур.

OpenSCAD [280] – це безкоштовне програмне забезпечення для створення 3D-твердотілих об'єктів, доступне для Linux/UNIX, MS Windows і Mac OS X.

Tinkercad – це новий і досить швидкий спосіб виготовлення конструкцій для 3D-принтера. Користуючись лише трьома основними інструментами, можна створити широкий спектр корисних речей. Як тільки проект буде готовий, достатньо завантажити файл STL і розпочинати процес 3D-друку.

Комерційне програмне забезпечення САПР, таке як AutoCAD, Pro Engineer, SolidWorks, програмні пакети Rhino, Maya, також підходять для проектування 3D-моделей.

Отримання 3D-моделей з Інтернету. Перш ніж почати створювати свої власні 3D-моделі і починати працювати з більш-менш складними програмами, необхідно звернути увагу на вже готові моделі, зроблені іншими користувачами і розміщені в Інтернеті для безкоштовного завантажування.

Приклади веб-ресурсів 3D-моделей:

Thingiverse [284] – ресурс використовується більшістю ентузіастів дешевого 3D-друку як джерело готових моделей і для обміну своїми моделями.

Autodesk 123D [275] – сайт з великою кількістю об'єктів, які можна безкоштовно завантажити після реєстрації. Файли вже у форматі STL.

Shapeways [282] – веб-сайт, що пропонує безліч чудових проєктів, завантажених користувачами, але на ньому майже нічого немає у вільному доступі.

3D warehouse [274] – електронне сховище SketchUp з сотнями моделей найрізноманітніших типів об'єктів.

3D via [276] – невелике сховище 3D-моделей, які можна безкоштовно завантажити після реєстрації.

На більшості цих сайтів доступні для скачування файли пропонуються в декількох форматах, що дає можливість легко змінити моделі і підігнати їх під свої вимоги. Вони також можуть слугувати джерелом вправ для вивчення можливостей сучасних програм для 3D-проекування. Але навіть якщо на сайті є тільки файли STL, після скачування їх можна імпортувати в програму 3D-дизайну (іноді для цього потрібні спеціальні плагіни) і таким чином отримати можливість змінити їх перед 3D-друком. Також є змога роздрукувати змодельований 3D-об'єкт у друкарні. Наприклад, компанія Smartprint в Україні надає послуги 3D-друку, попередньо завантаживши необхідну модель на сайт [269]. Ціна буде залежати від кількості витратних матеріалів 3D-об'єкта.

Методичні рекомендації щодо виправлення полігональної сітки [59]. Файл STL, який використовує деякі програмні засоби моделювання, може бути ще не готовий до друку, незалежно від того, наскільки ретельним був процес створення. Навіть під час використання кращих безкоштовних програм для 3D-проекування неможливо уникнути деяких помилок, таких

дефектів, як отвори або вивернута поверхня. Це типові проблеми, які майже неминучі під час створення складних моделей, що мають впадини, перетини поверхонь або просто вигнуті поверхні.

Ідеальна 3D-модель, придатна для друку, повинна бути герметичною і монолітною, не порожньою. Ми, звичайно, можемо проектувати такі об'єкти, як вази або порожні об'єкти, але вони фактично завжди мають внутрішню частину, яка тверда і цілісна (навіть якщо це просто тонка стінка). Через це завжди краще перевіряти 3D-моделі на подібні проблеми перед нарізкою, наприклад за допомогою безкоштовної програми netfabb Studio Basic [273], яка доступна для Windows, Mac і Linux.

Етап нарізки для 3D-принтера. Цей крок, можливо, найцікавіший у тривалому процесі руху від ідеї до реального тривимірного об'єкта, оскільки детально розкриває роботу 3D-принтера з перетворення твердої пластикової нитки в готовий виріб.

Перед друком 3D-модель (збережену або експортовану в STL-файл) слід перетворити в набір інструкцій для принтера (стандартний формат – G-код): це завдання називається нарізкою (бо модель “нарізається” на безліч тонких горизонтальних шарів, які будуть послідовно надруковані) і виконується за допомогою комплексу програм, які називаються слайсерами.

На цьому етапі 3D-модель “нарізається” на безліч горизонтальних шарів, перетворюючись у стопку тонких деталей, кожна з яких обробляється окремо. Щоб розрахувати кращий шлях сопла при укладанні розплавленої пластмаси в потрібних місцях; повторюючи цей маршрут, друкуюча головка практично проробляє таку ж роботу (тобто шар за шаром).

Вибір пластикових витратних матеріалів (нитка/пруток). Нині існують два види пластика, які широко використовуються в недорогих, менш поширених 3D-принтерах [59].

Пластикову нитку виробляють у двох стандартах: діаметром 1.75 мм і 3.0 мм. Трьохміліметрова нитка – більш старий стандарт, він поступово

витісняється 1.75-мм, який легше видавлюється і краще управляється.

Полілактид (PLA). Найбільш поширена пластмасова нитка, зроблена з полімолочної кислоти (або полілактиду (PolyLactide Acid) – скорочено PLA). Це біорозкладний і екологічний пластик, отриманий з крохмалю. Температура плавлення в межах 180-230°C. Під час друку він не має неприємного запаху, його пари безпечні, тому немає потреби у застосуванні спеціальних заходів безпеки або примусової вентиляції. Предмети, надруковані за допомогою PLA, міцні, але не можуть експлуатуватися за високих температур.

АБС (ABS). Другий, найбільш поширений матеріал для друку, виготовлений з акрилонітрил бутадієн стиролу (Acrylonitrile Butadiene Styrene), або АБС-пластик. Цей пластик виготовляється з нафтопродуктів і використовується для різних цілей. Його пари мають неприємний запах і навіть вважаються небезпечними для здоров'я, тому рекомендується використовувати примусову вентиляцію для відводу продуктів горіння пластику, коли друк АБС-пластику здійснюється протягом тривалого часу. Температура плавлення ABS 210-260°C.

Перевага ABS порівняно з PLA полягає в тому, що отримувані об'єкти більш міцні і менш крихкі, можуть витримувати високі температури. Нитка ABS зазвичай доступна в багатьох кольорах, включаючи золотий, срібний і навіть колір, який змінюється під впливом температури.

Нейлон (Nylon). Цей пластик має кілька цікавих особливостей, серед них гнучкість, легкість і стійкість до хімічного впливу. Він повинен видавлюватися за більш високої температури порівняно з PLA або ABS (приблизно 245°C), але під час розплавлення не має шкідливих парів або запахів. Використовується для друку механічних деталей, яким необхідна висока стійкість до пошкоджень і дуже низьке поверхнєве тертя. Вартість нейлонової нитки в два рази більша, ніж вартість PLA або ABS. Єдиний доступний колір – білий.

Полікарбонат (Polycarbonate – PC). Це дуже міцний і довговічний пластик з високою оптичною прозорістю і високою температурою плавлення (приблизно 270 – 300°C). Незважаючи на це, використовується в багатьох промислових виробництвах (наприклад, CD та DVD-диски зроблені з полікарбонату). Перші тести з дешевими 3D-принтерами почалися тільки в 2012 році і поки є лише кілька виробників PC нитки, що продають її досить дорого (приблизно 90\$ за кілограм).

Запуск 3D-принтера. Принтер повинен бути ретельно підібраний і готовий до запуску; нитка відповідного діаметру, типу і кольору для цього принтера; файл g-коду, створений програмою-слайсером, належним чином сформований згідно з властивостями, які ми хотіли б отримати для нашого об'єкта. Увімкнувши принтер, з'єднаємо його з комп'ютером і почнемо процедуру калібрування:

– перша проблема, яку треба вирішити, – це визначення правильних параметрів з'єднання: більшість принтерів, незважаючи на підключення через USB, всередині використовують чип «USB-to-serial» для забезпечення послідовного потоку даних (у стилі RS-232) до центрального процесора, і це означає, що швидкість послідовного каналу, кількість біт старт/стоп і процедура підтвердження зв'язку повинні відповідати правильним значенням;

– коли зв'язок встановлено, ми можемо почати посилати команди g-коду принтера, щоб перевірити, чи працює все належним чином. Процедура калібрування передбачає перевірку всіх кінцевих датчиків, датчиків температури (термісторів) і крокових двигунів;

– коли всі ці перевірки пройдені, можемо зробити вирівнювання підставки для друку. В ідеалі – це платформа, яка є максимально плоскою і паралельна осям, що рухаються у всіх напрямках друкуючої головки. Щоб домогтися цього, користувач повинен рухати головку в усіх напрямках, порівнюючи її вертикальне положення з платформою і правильним рівнем

останньої;

– після вирівнювання платформа повинна бути ретельно очищена і покрита необхідним видом поверхні: це може бути один або кілька шарів синьої стрічки (для PLA) або каптонової стрічки (для ABS), або відповідним матеріалом для інших видів пластмаси;

– використовуючи нитку ABS, необхідно попередньо нагріти підставку для друку (платформу друку);

– наступний крок вимагає завантаження нитки: для цього треба нагріти друкуючу головку (тобто сопла) і запустити механізм екструдера (або вручну, або шляхом активації крокового двигуна екструдера). Після видавлювання невеликої кількості пластмаси ми будемо впевнені, що сопло заповнене пластмасою і готове до друку;

– тепер необхідно завантажити g-код для об'єкта, який ми хочемо надрукувати на принтері;

– безпосередньо сам процес друку на 3D-принтері.

Друк невеликого порожнього об'єкта шириною кілька сантиметрів може тривати приблизно 10-20 хвилин, тоді як для об'єкта розміром з яблуко час друку може збільшитись до однієї години і навіть більше (це залежить від роздільної здатності, заповнення та швидкості принтера). Друк великих об'єктів може зайняти 10 годин, а якщо вони досить складні або із суцільним заповненням, то процес може тривати 20 і більше годин.

Після того, як принтер надрукував об'єкт, необхідно дати йому кілька хвилин, щоб всі його частини охололи, а у випадку з ABS буде набагато легше відокремити об'єкт від основи. Потім за допомогою гострого ножа або леза різачка, необхідно видалити підкладку і/або підтримуючі опори.

Доступний тривимірний настільний друк, незважаючи на те, що перебуває на початковій стадії розвитку, швидко формується, мабуть, з безмежним потенціалом. Ми сподіваємося, що ця ультрасучасна 3D-технологія відкриє нові виміри для науки і освіти, і справить помітний вплив

на технологічний і суспільний процес.

3D-друк є відмінною альтернативою традиційним способам виготовлення прототипів, що істотно економить час і кошти в дослідно-конструкторських розробках. Можливості технології 3D-друку повсюдно використовують у професійному середовищі розробники, а тепер все частіше застосовуються в освітніх і науково-дослідних програмах технічних навчальних закладах. Знайомство студентів з технологією об'ємного друку сприятиме зміцненню їхнього інтересу до майбутньої професії і надасть можливість вже сьогодні доторкнутися до технологій майбутнього [281].

За технологіями 3D-прототипування велике майбутнє. Не так давно люди бажали мати комп'ютери у власних будинках, і це здійснилося. Потім люди мріяли про мобільний зв'язок "на ходу". Мобільні телефони з обчислювальною потужністю, як у настільних комп'ютерів, з'явилися кілька років тому. Що ж до 3D-принтерів? У найближчому майбутньому вони стануть технікою для дому. 3D-друк стає все більш доступним. З його допомогою можна друкувати запасні частини для зламаної техніки, замовляти компоненти, об'єкти власного дизайну. Зараз активно розширюється цифрова база даних 3D-моделей. За допомогою 3D-принтерів можна робити складні конструкції у віддалених районах (навіть у космічному просторі) або в економічно менш розвинених країнах [270].

3D-друк – це явище вже не стільки технологічне, скільки економічне і соціальне. Так само, як декілька десятиліть тому, поява персонального комп'ютера підштовхнула суспільство до переходу від колективного створення та споживання інформаційного продукту до індивідуального, 3D-друк стає найважливішим елементом нової індустріальної революції, що полягає в індивідуалізації виробництва.

Як стверджують С. Подолянчук, Р. Гуревич [165], в умовах інформатизації освіти змінюються напрями педагогічної науки, коригується структура і зміст освіти. Сучасні методи навчання, які ґрунтуються на

самостійних формах навчання і роботи з інформацією, поволі витісняють демонстраційні та ілюстративно-пояснювальні методи, які широко використовуються традиційною методикою навчання. Паралельно цьому відбувається впровадження в навчальний процес засобів інформаційно-комунікаційних технологій, що дає змогу значно підвищити його якість і зробити більш гнучким, стимулювати студентів до самостійної роботи .

2.3. Технологія навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту

Появі у педагогіці терміну “технологія” сприяв розвиток науково-технічного прогресу у різних галузях теоретичної та практичної діяльності людини, а також бажання педагогів отримувати у своїй професійній діяльності гарантовані результати.

Як показали дослідження Г. К. Селевка [197], до 1980-х років вважалося, що термін “технологія навчання” з’явився на сторінках педагогічних видань на початку 1960-х років. У США, Англії, Франції, Італії, Японії під такою назвою стали виходити спеціальні журнали. До кінця 1960-х – початку 1970-х років у багатьох країнах починають функціонувати різні установи з розробки технологій навчання.

У середині 1960-х років поняття “педагогічна технологія” піддалося широкому обговоренню на міжнародних конференціях. Позначилися напрямки “технічні засоби в навчанні” (“Technology in Education”), “технології навчання” (“Technology of Education”).

До структури технології навчання входить система педагогічних методів, прийомів і способів цілеутворення, планування, організації і здійснення контролю, корекції та оцінювання навчально-пізнавальної діяльності. Функції технології навчання полягають в її орієнтації на отримання інтегративного результату навчання, що характеризується високою якістю і максимальною кількістю засвоєння навчальної інформації, динамікою, напруженістю, варіативністю навчання, а також універсалізацією знань, умінь і способів діяльності.

Технологія навчання – сукупність засобів і методів відтворення теоретично обґрунтованих процесів навчання і виховання, що дозволяють успішно реалізовувати поставлені освітні цілі. Технологія навчання передбачає відповідне наукове проектування, при якому ці цілі задаються

однозначно і зберігається можливість об'єктивних поетапних вимірів і підсумкової оцінки досягнутих результатів.

Технологія навчання (з грец. мистецтво слова, навчання) – за означенням ЮНЕСКО, це в загальному розумінні системний метод створення, застосування й визначення всього процесу навчання, засвоєння знань з урахуванням технічних і людських ресурсів та їх взаємодії, який ставить своїм завданням оптимізацію освіти. Технологію навчання також часто трактують як галузь застосування системи наукових принципів до програмування процесу навчання й використання їх у навчальній практиці з орієнтацією на детальні цілі навчання, які допускають їх оцінювання. Ця галузь орієнтована більшою мірою на студента, а не на предмет вивчення, на перевірку виробленої практики (методів і техніки навчання) в ході емпіричного аналізу й широкого використання аудіовізуальних засобів у навчанні, визначає практику в тісному зв'язку з теорією навчання [285].

Існують різні трактування змісту цього поняття, хоча в сучасній науці воно є сталим. У педагогічному словнику-довіднику [99] наведені такі визначення:

Педагогічна технологія визначається як проект і реалізація системи послідовного розгортання педагогічної діяльності, направленої на досягнення цілей освіти і розвитку особистості учнів.

Педагогічна технологія – це сфера дослідження теорії і практики (в рамках системи освіти), що має зв'язки з усіма сторонами організації педагогічної системи для досягнення специфічних і потенційно відтворних педагогічних результатів.

Педагогічна технологія – систематичний метод планування, застосування і оцінювання всього процесу навчання і засвоєння знань шляхом урахування людських і технічних ресурсів і взаємодії між ними для досягнення ефективнішої форми освіти.

Педагогічна технологія – це проект певної педагогічної системи, що реалізовується на практиці, тобто уявний аналог реальності.

Сутність всіх цих формулювань зводиться до ідей про те, що педагогічна технологія є плануванням і застосуванням в рамках освіти системи засобів для отримання необхідного результату.

Відмінності між методикою і технологією полягають в тому, що методика в більшості випадків – це сукупність рекомендацій по організації і

проведенню навчального процесу, то педагогічну технологію відрізняє два принципові моменти:

- технологія – це гарантованість кінцевого результату;
- технологія – це проект майбутнього навчального процесу.

Сучасне розуміння освітніх технологій пов'язано з пошуком способів максимального підвищення результатів навчального процесу через аналіз, відбір, конструювання і контроль всіх складників освіти. До загальних технологічних характеристик освіти в педагогічному університеті відносяться:

- наявність мети та чітких, діагностично перевірених, завдань;
- відбір змісту навчання в вигляді системи особистісно-професійних завдань освіти, орієнтовної основи і способів їх вирішення;
- наявність чіткої послідовності, логіки, певних еталонів засвоєння змісту освіти;
- розробка способів взаємодії учасників навчального процесу на кожному етапі пізнання;
- досягнення гарантованих результатів.

Ми підтримуємо точку зору Г. К. Селевка, який вважає, що поняття “освітня” та “педагогічна” технологія значною мірою перекриваються. З одного боку, поняття “освітня технологія” ширше, адже освіта включає, окрім педагогічних, різноманітні соціальні, соціально-політичні, культурологічні, економічні та інші аспекти. З другого боку, педагогіка традиційно охоплює і навчання, і виховання, і розвиток – тому педагогічну технологію можна розглядати як “систему функціонування всіх компонентів педагогічного процесу, що побудована на науковій основі, запрограмована в просторі і часі та приводить до запланованих результатів” [197, с. 4].

Наразі термін “педагогічна технологія” у науково-педагогічній літературі розглядається з таких позицій:

- як процес комунікації або спосіб вирішення навчальної задачі, що включає системний аналіз для вдосконалення процесу навчання (В. П. Беспалько, В. А. Кушнір, В. М. Монахов, В. О. Сластьонін, Б. Скіннер);
- як розробку та застосування засобів, інструментарію, апарату, ПК, навчального обладнання, ІКТ (Б. Т. Ліхачов, С. А. Смірнов, Р. де Кіффер);
- як галузь знання, яка, спираючись на досягнення природничих та соціальних наук, займається проектуванням та конструюванням оптимальних освітніх систем (В. В. Гузеєв, П. І. Підкасистий, Т. І. Шамова, Р. Кауфман, С. Ведемейер);
- як багатоаспектний підхід, що розглядає одночасно декілька значень педагогічної технології (В. В. Давидов, М. В. Кларін, Г. К. Селевко, П. Мітчел, Р. Томас).

Ю. Г. Фокін визначає педагогічні технології, як „системний, концептуальний, нормативний, об’єктивований, інваріантний опис діяльності вчителя та учня, спрямований на досягнення освітньої мети” [234].

Педагогічна технологія, на нашу думку, є системотвірним компонентом освіти. Отже, у сфері освіти формуються тенденції докорінної перебудови, пов’язаної з технологізацією системи.

Ми дотримуємось визначення педагогічної технології як способу системної організації спільної діяльності викладача та студентів на основі дидактичних засобів і умов навчання, як єдину функціональну систему педагогічної взаємодії викладача з студентами в освітньому процесі, як спосіб структурування в цьому процесі навчального матеріалу, діяльності викладача і навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Отже, в найбільш загальному сенсі технологія навчання студентів геометрографічних дисциплін – це ієрархізована і впорядкована система процедур, виконання яких гарантує досягнення певного планованого результату (в рамках нашої теми – рівень сформованості графічної компетенції).

Методика навчання геометрографічних дисциплін – один з етапів технології, в ході якого реалізуються певні форми, методи і засоби в конкретних умовах навчального процесу. У “технологічному” сенсі методику можна розглядати як сукупність цілеспрямовано відібраних форм, методів, прийомів і засобів навчання, а також технічне оснащення цього процесу. Перш ніж розробляти і упроваджувати методику, спочатку повинна бути спроектована і обґрунтована технологія.

У дослідженні С. Г. Шаповаленка технологія навчання трактується як організація навчально-виховного процесу з широким використанням, поряд з традиційними, нових технічних і аудіовізуальних засобів навчання в тісному взаємозв’язку останніх з методами і формами навчання (наводиться за М. В. Кларіним) [96, с. 32].

В. П. Беспалько вважає, що педагогічна технологія – це проект певної педагогічної системи, що практично реалізується [18]. І. Я. Лернер пов’язує педагогічну технологію з формуванням цілей через результати навчання [127, с. 17]. Зокрема А. М. Нісімчук, О. С. Падалка і О. Г. Шпак, визначають технологію навчання як наукову основу застосування різноманітних методів навчання [168].

Технологія навчання визначається М. В. Кларіним як реалізація цілісної системи навчання, в якій виділяються такі складники: мета, зміст, взаємодія викладача і студента, методика (форма, метод, засіб), діяльність викладача, діяльність студента, результат, форма контролю, корекція [96].

Технологія навчання посідає проміжне місце між теорією та практикою. З одного боку, технологія навчання є проекцією теорії на діяльність педагога і студентів, виконуючи роль інструментарію, з іншого – через технологію навчання відбувається усвідомлення практичного досвіду крізь призму теорії.

Оскільки в технології навчання геометрографічних дисциплін важливу роль відіграють ІКТ, то ми враховували ще визначення Е. І. Трофімової, що інформаційна освітня технологія професійної підготовки – це законодавча педагогічна діяльність, спроектована з урахуванням вимог інформаційного суспільства до фахівця, що максимально реалізує досягнення інформаційних технологій при розробці кожного структурного елементу педагогічної системи [224].

Під час обґрунтування розробки технології навчання геометрографічних дисциплін з'явилися такі загальнонаукові положення педагогічної технології:

- педагогічна технологія розробляється під конкретний педагогічний задум, в основі її лежать певні методологічні положення;
- технологічний ланцюжок педагогічних дій, операцій, комунікацій строго відповідає цільовим установкам, що мають конкретний результат;
- функціонування технології передбачає взаємозв'язану діяльність педагога і студента з урахуванням принципів індивідуалізації і диференціації, оптимальну реалізацію людських і технічних можливостей;
- поетапне планування і послідовне втілення елементів педагогічної технології повинні бути відтворні і гарантувати досягнення планованих результатів такими, що всіма навчаються;
- органічною частиною педагогічної технології є діагностичні процедури, зміст, критерії, показники і інструментарій вимірювання результатів діяльності [169].

На нашу думку, технологія навчання геометрографічних дисциплін являє собою:

- 1) визначений спосіб здійснення геометрографічної діяльності з досягнення навчальних і виховних завдань;
- 2) раціональний поділ діяльності на процедури й етапи з їх наступною координацією, синхронізацією та інтеграцією базисних умінь, що припускають єдність етичного, естетичного, трудового, фізичного виховання.

Існують різні підходи до проектування і визначення основних етапів педагогічної технології. Вони детально розглянуті в роботі О. Б. Ломакіної [129].

Так, на думку М. В. Кларіна [97], логіка технологічного проектування полягає у:

- підготовці цілей і їх максимальному уточненні, формулюванні з орієнтацією на досягнення результатів;
- підготовці матеріалу та засобів, організації процесу навчання відповідно до мети;
- оцінюванні поточних результатів, корекції навчання;
- аналізові і підсумковому оцінюванні результатів.

М. О. Алексєєв пропонує схему педагогічного проектування в рамках особистісно орієнтованого підходу [6]:

- визначення мети проектування (цілепокладання);
- з'ясування системи педагогічних чинників і умов, що впливають на досягнення мети (орієнтування);
- опис педагогічної дійсності, що підлягає проектуванню (діагностика початкового стану);
- фіксація (вибір) рівня і оперативних одиниць педагогічного мислення для ухвалення рішень зі створення проекту (рефлексія);
- висунення гіпотез щодо варіантів досягнення мети і оцінка вірогідності їх досягнення в конкретних умовах (прогнозування);
- побудова конкретної моделі (проекту) педагогічного об'єкта (моделювання);
- побудова методики вимірювання параметрів педагогічного об'єкта (екстраполюючий контроль);
- реалізація проекту (впровадження);
- оцінювання результатів здійснення проекту і порівняння їх з теоретичними очікуваннями (оцінювання);
- побудова оптимізованого варіанту конкретного педагогічного об'єкта (корекція).

Нам близька позиція Л. П. Качалової [92] за визначенням основних кроків проектування і реалізації педагогічної технології. Стосовно теми нашого дослідження, послідовність і зміст кроків такі:

Перший крок – початково-діагностичний – полягає у виявленні рівня сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів, визначенні труднощів, з якими він стикається. Для реалізації даного кроку потрібний підбір критерійно-діагностичного інструментарію і визначення пропедевтичного рівня сформованості геометрографічної компетентності.

Другий крок – планово-прогностичний – передбачає розробку програми поетапного формування геометрографічної компетентності майбутніх інженерів у прогнозуванні результату цього процесу, добір комплексу засобів і методів, прийомів формування просторового мислення.

Третій крок – процесуально-змістовий – визначення і створення умов, які сприяли б ефективності процесу формування геометрографічної компетентності майбутнього інженера.

Четвертий крок – проміжково-діагностичний – має на меті виявлення основних труднощів, що виникають у студентів в процесі використанням ЕНМК. Передбачається побудова індивідуальної траєкторії просування студента в оволодінні знаннями, уміннями і досвідом практичної діяльності.

П'ятий крок – корективно-творчий – складання індивідуальної карти рефлексії і індивідуальної траєкторії розвитку “бракуючої” ланки в компонентному складі риторичної компетентності.

Шостий крок – завершально-діагностичний – визначає результативність цієї технології, створює можливість внесення змін в технологію і що забезпечують її дидактичні засоби.

При цьому перший і другий кроки складають підготовчий етап діяльності педагога; третій крок – етап його організаційної діяльності; четвертий і п'ятий кроки – етап реалізації технології навчання; шостий крок – етап контролю результатів діяльності як студентів, так і самого педагога.

Узагальнивши різні підходи і адаптувавши їх до проблеми формування геометрографічної компетентності, ми пропонуємо таку технологію навчання геометрографічних дисциплін (рис. 10).

На *підготовчому етапі* викладачем, перш за все, проводиться аналіз педагогічної ситуації і виявляються основні проблеми в навчанні геометрографічних дисциплін у конкретному вузі для предметно визначених технічних спеціальностей. Важлива роль відводиться вибору методології організації навчальної діяльності, зокрема встановленню сукупності дидактичних принципів і вимог, що впливають з необхідності переходу на компетентнісну модель професійної підготовки. Оскільки основним дидактичним засобом виступає ЕНМК, то далі здійснюється проектування і розробка його основних модулів.

Закінчується підготовчий етап після розробки контрольно-вимірювальних матеріалів, призначених для оцінювання рівня сформованої геометрографічної компетентності.

Організаційний етап включає діяльність викладача з пропедевтичного тестування студентів. На підставі результатів цього тестування видаються індивідуальні методичні рекомендації з питань, на які потрібно звернути особливу увагу, але основна діяльність пов'язана з видачею методичних рекомендацій з організації навчальної роботи і з використання електронного навчально-методичного комплексу, програм-тестів та інших модулів ЕНМК.

Етап реалізації – це безпосередньо навчання студентів геометрографічних дисциплін. Діяльність викладача пов'язана, перш за все, із забезпеченням інформаційними ресурсами навчальної діяльності на аудиторних заняттях і позааудиторної самостійної роботи, видачею завдань рубіжного контролю і здійсненням поточного контролю результатів діяльності студентів. Особлива увага приділяється консультуванню щодо особливостей виконання залікових робіт і ефективного використання ЕНМК.

Етап контролю результатів діяльності – традиційний етап будь-якої педагогічної технології. Він включає поточний контроль із застосуванням ЕНМК (тести з теорії і тренажери з побудови епюрів); самоконтроль студентів з використанням ЕНМК; рубіжний контроль рівня сформованості рівня геометрографічної компетентності, що проводяться у формі захисту індивідуальних розрахунково-графічних робіт. Формування комплексної оцінки рівня сформованості геометрографічної компетентності кожного студента під час вивчення курсу залежить від: слідкування за роботою студента, думки викладачів стосовно його роботи, спостереження за процесом обґрунтування студентом вирішення типових і евристичних

завдань. Аналіз цих оцінок є основою для визначення ефективності технології шляхів її корекції.

Аналіз позицій різних авторів показує, що провідним чинником успішної реалізації педагогічної технології навчання студентів геометрографічних дисциплін є спеціально створені організаційно-педагогічні умови.

У філософському енциклопедичному словнику поняття “умова” трактується таким чином: 1) як середовище, в якому перебувають і без якого не можуть існувати; 2) ситуація, в якій що-небудь відбувається [233].

У педагогіці “умови” найчастіше розуміють як чинники, обставини, сукупність дій, від яких залежить ефективність функціонування педагогічної системи. А. С. Белкін, Е. В. Коротаєва, Н. М. Яковлева та інші розглядають педагогічні умови як те, що сприяє успішному протіканню чого-небудь, як педагогічно комфортне середовище, яке сприяє успішності процесу підготовки майбутнього фахівця (наприклад, [16]).

Були визначені основні організаційно-педагогічні умови технології навчання геометрографічних дисциплін, а саме:

- методологічною базою технології навчання геометрографічних дисциплін є компетентнісний підхід у професійній підготовці і концепція інтеграції ІКТ в процес навчання;
- структура змісту геометрографічних дисциплін переглядається з метою уточнення кола питань, що виносяться на самостійне вивчення; методи навчання доповнюються інтерактивними методами навчально-пізнавальної діяльності і методом інформаційного ресурсу;
- основним дидактичним засобом навчання геометрографічних дисциплін є ЕНМК, в якому реалізується когнітивно-візуальний підхід, враховуються психолого-педагогічні особливості сприйняття розуміння і запам’ятовування графічної інформації;
- представлення інформації в процесі використання електронного навчально-методичного комплексу здійснюється у формі ітераційного перегляду анімованих інтерактивних слайдів, що акцентують увагу на перетвореннях ортогональних двомірних проєкцій;
- представлена сукупність базових і розширених завдань для самотестування і атестаційного тестування, а також передбачена можливість безперервного самоконтролю студентів.

Важливим компонентом проектування педагогічної технології є добір доцільних методів навчання, що складають методичну основу реалізації технології в умовах конкретного навчального процесу.

На думку Ц. Ц. Доржієва [64], у практиці застосування систем автоматизованого проектування спостерігається тенденція переходу від методу програмованої навчальної діяльності до вільного навчання, а також до методу моделювання навчального середовища. При цьому обсяг програмованої навчальної діяльності не зменшується, але ширше починають використовуватися продуктивні методи.

На основі інформаційних технологій можна істотно розширити арсенал дидактичних методів [2], до яких в сучасній педагогіці належать: метод інформаційного ресурсу, асоціативний метод навчання, метод інформаційного ресурсу, методи штучного інтелекту, комп'ютерного моделювання тощо.

Сутність перших двох [194] розглянемо більш детально:

В основі асоціативного методу навчання лежить розробка інформаційно-освітнього середовища, що надає можливість вивчати матеріал не в якомусь зумовленому порядку, а вільно, керуючись своїми асоціативними або якими-небудь особистісними перевагами. Цей метод дуже ефективний при вивченні дисциплін, що мають міждисциплінарний характер, коли предмет вивчення припускає безліч ракурсів, аспектів, позицій освоєння матеріалу. Відповідно до цього методу, викладач розробляє структуроване та спеціально організоване інформаційно-освітнє середовище, а шляхи послідовності роботи в ньому визначаються самим студентом.

Метод інформаційного ресурсу припускає доцільно організовану роботу студента з великим обсягом текстової, графічної та відеоінформації з різними зв'язками між різними фрагментами даних.

Робота студентів з книгою, підручником, довідковою, науково-популярною і навчальною літературою в дидактиці вважається одним з найважливіших методів навчання. Нині до цих джерел додаються електронні освітні ресурси.

Головна перевага цього методу – можливість багаторазово обробляти навчальну інформацію в доступному для студента темпі і в зручний час. Навчальна література і електронні освітні ресурси успішно виконують всі дидактичні функції: навчальну, розвивальну, виховну, спонукаючу, контрольну-коректувальну тощо. Ще одним важливим чинником виступає те, що сучасні технології гіпермедіа дають змогу зв'язувати між собою розрізнену інформацію, що знаходиться в різних блоках, проводити її структурування. Завдання педагога при використанні методу інформаційного ресурсу – обрати потрібні засоби, представити їх в електронному (а також в друкарському) вигляді і зорієнтувати в них студентів.

Основні відмінності цього методу від стандартних методів програмованого навчання і методу роботи з літературою полягають у:

- використанні електронних ресурсів, що знаходяться в різних блоках ЕНМК, на різних серверах в мережі Інтернет;
- кількість ресурсів і зв'язків між ними може бути необмеженою;
- система подачі інформації за допомогою гіпертексту і слайд-лекцій дає змогу студенту знаходити власну траєкторію проходження навчального матеріалу, заглиблювати і розширювати знання за бажаннями і можливостями;
- можливості вбудовувати в навчальний матеріал ілюстрації, анімацію, відеоролики, зробити озвучування тощо.

Основна мета використання методу інформаційного ресурсу – закріплення і розширення теоретичних знань і практичних умінь шляхом орієнтації в навчальній інформації, яка необхідна і задовольняє пізнавальні потреби студента.

В процесі навчання нами значна увага приділялася інтерактивним методам навчання (інтерактивний (“inter” – взаємний, “act” – діяти) – означає взаємодіяти, знаходиться в режимі дії і/або діалогу з ким-небудь).

Аналізуючи тенденції розвитку сучасних форм навчання, вченими (А. М. Новікова) доведено, що інтерактивні методи дають змогу різко збільшити відсоток оволодіння матеріалом. Зокрема дослідження показують, що найменший відсоток засвоєння мають пасивні методики (лекція – 5%, читання – 10%), а найбільший – інтерактивні (дискусійні групи – 50%, практика через дію – 75%, навчання інших, або негайне застосування – 90%) [73]. У нашому випадку це, перш за все, методичні прийоми “практика через дію”, “негайне застосування” і “навчання інших”, засновані на широкому використанні інформаційних ресурсів, закладених в ЕНМК.

При інтерактивному навчанні навчальний процес організований таким чином, що майже всі студенти виявляються залученими в процес пізнання, вони мають можливість розуміти і рефлексувати з приводу того, що вони знають і думають. Це дозволяє не тільки отримувати нове знання, але й розвиває саму пізнавальну діяльність і навички взаємодії з інформаційними ресурсами. В процесі інтерактивного навчання студенти вчаться критично мислити, вирішувати складні проблеми на основі аналізу умов і відповідної інформації, зважувати альтернативні думки, ухвалювати продумані рішення.

Інтерактивні методи “ламають” традиційні стереотипи навчальної діяльності: вона стає не просто набором операцій, а особливим простором, наділеним специфічним сенсом і змістом; їхнє застосування підвищує готовність студентів до взаємодії і комунікації в полі професійно-орієнтованої діяльності.

Застосування інтерактивних методів у процесі навчання студентів геометрографічних дисциплін полягає в:

- спеціальній організації призначеного для користувача інтерфейсу комп’ютерних навчальних програм і чіткі методичні рекомендації з їх застосування;
- роботі з конкретним модулем ЕНМК студент має можливість швидкого переходу до будь-якого іншого модуля (довідковому матеріалу, методичним рекомендаціям, розбору аналогічних ситуацій тощо);
- можливості отримання консультації викладача в online або offline режимах, наприклад, за допомогою електронної пошти або чату;
- у стимулюванні студентів обмінюватися досвідом розв’язаних задач і набутими знаннями через організацію взаємного консультування за допомогою інтернет-ресурсів.

Педагог при цьому відмовляється від ролі своєрідного фільтру і виконує функцію помічника в роботі, одного з джерел інформації. Він не стільки дає готові знання, скільки спонукає студентів до самостійного пошуку. Основним завданням педагога стає створення умов для прояву ініціативи студентів.

Саме ці методи (інтерактивний, асоціацій, інформаційного ресурсу) складають основу технології навчання студентів геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту в процесі фахової підготовки.

На думку Е. М. Короткова, технологія навчання, з одного боку, – це системне, цілісне знання про способи проектування й організації всього процесу навчання на основі розгорнутої послідовності точно визначених дидактичних цілей; з другого – технологія навчання – це науково організований, розгорнутий в часі процес навчання, де проектується і реалізується вся система взаємозв'язків між завданнями, змістом, методами, засобами, формами навчання. Система контролю, оцінювання і корекції навчальної та викладацької діяльності (наводиться за Н. В. Масловою) [137, с. 178].

Розширене визначення поняття дає Н. В. Маслової, яка трактує технологію як систему, що містить в собі концепцію освіти, мету освіти, методіку, педагога, студента, адміністрацію, будинки, підручники і навчальні посібники, програми, технічні засоби навчання, фінансування [137].

Технологічний підхід характеризує спрямованість педагогічних досліджень на вдосконалення діяльності навчання, підвищення її результативності, інструментальності, інтенсивності. Технологія педагогічної діяльності враховує об'єктивні дидактичні закономірності і, таким чином, забезпечує в конкретних умовах відповідність результату діяльності попередньо поставленим завданням. Особливістю освітніх технологій є те, що сфера педагогічної діяльності не може бути охарактеризована чітким предметним полем, однозначністю функцій, відокремленістю професійних дій від особистісно-суб'єктивних параметрів. Крім цього, відділеність і варіативність результату навчальної діяльності не можуть забезпечити його чітке прогнозування і моделювання.

Висновки до другого розділу

У розділі приділено увагу розробці інноваційного змісту геометрографічних дисциплін, його актуалізації в умовах сучасних 3D-технологій. Виконано огляд сучасних можливостей графічних систем автоматизованого проектування та аналіз сучасних вимог до

геометрографічної підготовки майбутніх інженерів; виявлено психолого-педагогічні особливості викладання геометрографічних дисциплін; охарактеризовано роль електронного навчально-методичного комплексу “Геометрографічна підготовка майбутніх інженерів” як дидактичного засобу активізації навчальної діяльності та особливостей його застосування.

Аналіз досліджень вітчизняних та зарубіжних учених, присвячених стану підготовки студентів з геометрографічних дисциплін у технічних вузах, аналіз реалізації навчального процесу і змісту навчальних планів з геометрографічних дисциплін, дали змогу систематизувати чинники, що впливають на якість її підготовки і формування геометрографічної компетентності.

Геометрографічна підготовка вимагає особливого врахування психолого-фізіологічних особливостей сприйняття, розуміння і запам'ятовування навчальної інформації, адже при вивченні геометрографічних дисциплін виникають певні труднощі, обумовлені властивими тільки цим дисциплінам психологічними особливостями візуалізації інформації, сприйняття простору, реакції на одночасні навчальні стимули різної модальності, особливостями запам'ятовування візуальних зображень.

Як відомо, при проектуванні педагогічної технології (М. О. Алексєєв, М. В. Кларін, Н. В. Молоткова, В. М. Монахов та ін.) необхідно визначити мету з орієнтацією на кінцевий результат; виявити принципи, чинники і організаційно-педагогічні умови, що впливають на досягнення мети; визначити методи, форми та організацію процесу навчання; вибрати або розробити методика вимірювання результатів. Вказані компоненти справедливі і для проектування технології навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту.

Впровадження спроектованої технології у навчальний процес здійснювалося з урахуванням таких педагогічних принципів, як особистісне

цілепокладання студента; індивідуалізація у виборі освітньої траєкторії; поліпредметний навчальний процес; оптимальність і продуктивність навчання; ситуативність; рефлексивність у навчанні тощо.

У процесі дослідження нами були визначені основні *організаційно-педагогічні умови* технології навчання геометрографічних дисциплін, а саме:

– методологічною базою організації ефективного навчального процесу геометрографічних дисциплін була концепція інтеграції пакетів прикладних програм – систем автоматизованого проектування – у процес навчання;

– методи навчання доповнювалися інтерактивними методами навчально-пізнавальної діяльності із застосування електронних освітніх ресурсів;

– основним дидактичним засобом організації технології навчання є електронний навчально-методичний комплекс, в якому реалізується когнітивно-візуальний підхід, враховуються психолого-педагогічні особливості сприйняття, розуміння і запам'ятовування графічної інформації;

– змістова структура геометрографічних дисципліну переглядалася з метою уточнення кола питань, що виносяться на самостійне вивчення, оскільки самостійна робота є сукупністю базових і розширених завдань для самотестування і атестаційного тестування, а також передбачено можливість безперервного самоконтролю студентів.

Одним із головних дидактичних засобів інтенсифікації процесу формування геометрографічної компетентності був електронний навчально-методичний комплекс “Геометрографічна підготовка майбутнього інженера”, який розроблявся з урахуванням визначених педагогічних принципів і організаційно-педагогічних умов. В його *структурі* – інформаційно-організаційний, лекційно-теоретичний, аудиторно-практичний, інтерактивно-консультаційний, контрольний-діагностичний блоки, зокрема він містить: 1) навчальну програму, лекційний курс, лабораторний практикум, тестові завдання, орієнтовані на самостійну, активно-пізнавальну діяльність;

2) методику діагностування рівня сформованості геометрографічної компетентності майбутнього інженера-залізничника; 3) методичні рекомендації щодо проведення занять спецпрактикуму та добору оптимальних пакетів прикладних програм (AutoCAD-3D і SolidWorks-3D); 4) критерії оцінювання рівнів сформованості геометрографічної компетентності, зумовлених міжпредметними зв'язками.

Виклад навчального матеріалу в ЕНМК організований “ефектом відкритої залежності”, що сприяє ефективності запам'ятовування матеріалу залежно від міри завершеності дії. Сутність феномену полягає в тому, що людина краще запам'ятовує дію, яка залишилася незавершеною. Кожен із слайдів є лише однією з алгоритмічних операцій і не призводить до розв'язання геометричної задачі, тобто не є логічно завершеною дією. Завершене геометричне зображення рішення створюється тільки після закінчення перегляду останнього слайду теми. Досвід застосування ЕНМК у навчальному процесі продемонстрував, що систематична робота з ним сприяє формуванню у студентів знань, умінь і навичок (досвіду діяльності), що входять до складу геометрографічної компетентності майбутнього інженера-залізничника.

Все це дало змогу інтенсифікувати процес формування геометрографічної компетентності майбутніх інженерів залізничного транспорту самостійно, свідомо, а також раціонально організовувати індивідуальну творчу роботу.

Педагогічний експеримент з перевірки ефективності впровадження авторської технології навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту дав можливість визначити дидактичний інструментарій методичного забезпечення процесу фахової підготовки майбутніх інженерів.

Важливим аспектом навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів у процесі фахової підготовки є впровадження *технології* навчання

з метою забезпечення високого рівня сформованості геометрографічної компетентності як засобу успішної і ефективної геометрографічної діяльності, визначальними ознаками якої є особистісний та професійний розвиток учасників навчального процесу; очікуваним результатом – позитивна динаміка рівнів сформованості геометрографічної компетентності. Ця технологія дає можливість індивідуалізувати процес навчання, забезпечує перехід на суб'єкт–суб'єктну взаємодію між викладачем і студентами, діалог між якими будується на стосунках рівноправних партнерів. Викладач стає організатором навчально-пізнавальної діяльності студентів, помічником в організації їхньої самоосвіти, саморозвитку.

Розглядаючи освітню технологію як систему, можна виділити такі види технологій в освітньому середовищі: технологія освітнього процесу, педагогічна технологія (або технологія навчання), технологія проектування методичних засобів, технологія контролю.

Спроекована технологія навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту в процесі фахової підготовки передбачала – *мотиваційно-цільовий*, *змістово-процесуальний* та *діагностично-рефлексивний* блоки.

Ключові характеристики технології навчання геометрографічних дисциплін:

– дидактична функція – формування геометрографічної компетентності;

– форма організації навчальної діяльності – переважно змішане навчання; залежно від форми занять (аудиторної або дистанційної) – фронтальна, направлено-диференційована та індивідуальна у форматах on-line консультацій, веб-чатів, вебінарів тощо;

– наявність зворотного зв'язку у вигляді звіту або маршрутних карт, що дають змогу формувати пакет корегувально-рефлексивних заходів тощо.

Операційна характеристика технології навчання геометрографічних

дисциплін полягала в конкретизації етапів досягнення кінцевого результату. Для кожного етапу визначались провідні завдання та методи з урахуванням освітніх потреб учасників навчального процесу.

РОЗДІЛ 3

ОРГАНІЗАЦІЯ І РЕЗУЛЬТАТИ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

3.1. Хід дослідно-експериментальної роботи

Виходячи з цілей і завдань дослідження, була проведена експериментальна робота, що включає *констатувальний і формувальний* експерименти. Дослідженню піддавалися всі форми навчальної роботи: лекційний курс, аудиторні практичні заняття, самостійна робота студентів, консультації тощо.

Проведення експерименту підпорядковувалося взаємозв'язку між теоретично обґрунтованими положеннями з проблеми та експериментально отриманими даними для перевірки правильності гіпотези дослідження. Для цього була розроблена програма дослідження, яка дала можливість об'єктивно оцінити запропоновану технологію навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту в процесі фахової підготовки.

Дослідно-експериментальною базою було обрано Державний економіко-технологічний університет транспорту, Державний університет телекомунікацій, Українську інженерно-педагогічну академію, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка.

Всього в експерименті брали участь 255 студентів ступеня “бакалавр” технічних закладів освіти. Педагогічний експеримент здійснювався впродовж 2010-2016 рр. та охоплював три етапи науково-педагогічного пошуку.

Спроектowana технологія навчання геометрографічних дисциплін розроблена для майбутніх інженерів залізничного транспорту, має загальнотеоретичний і прогностичний характер, а її реалізація – прикладний. У зв'язку з цим виникає проблема експериментальної перевірки здобутого результату і впровадження в практику навчального процесу та оцінювання її ефективності.

На основі аналізу наукової літератури, розгляду специфіки геометрографічної підготовки майбутніх інженерів залізничного транспорту були визначені рівні, які характеризують рівень сформованості геометрографічної компетентності, залежно від ступеня вираженості показників для кожного критерію: високий, достатній, середній, низький.

Високий рівень характеризується наявністю у студентів переконання в необхідності геометричних знань і графічних умінь для професійної діяльності, розуміння геометрії формоутворення; використанням засобів візуалізації об'єкта в навчальному та професійному проектуванні; вмінням удосконалювати, поглиблювати і використовувати набуті знання в практичній діяльності; проявом інтересу до всіх розділів геометрографічних дисциплін і розумінням їхнього взаємозв'язку з геометрографічною підготовкою; володінням глибокими систематизованими знаннями з проблеми, достатньою ознайомленістю із досягненнями науки і техніки. Основні вміння використовувати засоби інформаційно-комунікаційних технологій у геометрографічній діяльності сформовані, їхнє застосування має творчий характер. У своїй діяльності студент керується визначеною метою, виявляє нестандартний підхід до вирішення завдань, здатний самостійно приймати обґрунтовані рішення і швидко переходити до їхнього виконання, має добре розвинені організаторські здібності в досягненні поставленої мети. Добре сформовані вміння аналізу і самоаналізу власної діяльності.

Достатній – характеризується наявністю геометричних знань і

графічних умінь для професійної діяльності; застосуванням репродуктивних знань при вирішенні загальнотехнічних завдань; використанням засобів візуалізації об'єкта в навчальному та професійному проектуванні; умінням поглиблювати і використовувати набуті знання в геометрографічній діяльності. Особистий інтерес виявляється в поєднанні із зовнішніми стимулами. Основні вміння використовувати електронні освітні ресурси у геометрографічній діяльності сформовані, їхнє застосування відбувається періодично і має продуктивний характер. У своїй діяльності студент керується визначеною метою, здійснює самоконтроль у професійній ситуації, виявляє ініціативу і рішучість. Достатньо розвинені вміння аналізу і самоаналізу геометрографічної діяльності.

Середній – характеризується наявністю розуміння необхідності опанування геометрографічних знань як академічної дисципліни; вимушеним застосуванням репродуктивних знань при вирішенні загальнотехнічних завдань, обмежених програмними питаннями; недостатнім обсягом знань методів вирішення завдань, пов'язаних з проектуванням. У мотиваційній сфері переважають мотиви обов'язковості, майбутній інженер-залізничник виявляє нестійкий інтерес до оволодіння вміннями використання електронних освітніх ресурсів у майбутній професійній діяльності. Їм притаманне поверхове формулювання мети та знань у геометрографічній діяльності. Використовуються елементи існуючих методичних розробок та схем. Самоконтроль та ініціативність у професійній ситуації виражені недостатньо. Уміння аналізу і самоаналізу власної геометрографічної діяльності сформовані на низькому рівні.

Низький – характеризується поверхневим умінням виконувати креслення, відсутністю інтересу до професійного зростання і розширення геометрографічних знань, відсутністю самоідентифікації як інженера-залізничника, фрагментарним освоєнням теорії зображень, обмеженням знань понятійним апаратом. Вміння використання засобів інформаційно-

комунікаційних технологій не сформовані та перебувають на низькому рівні. Практичні завдання виконуються на інтуїтивному рівні. Самоконтроль та ініціативність у вирішенні професійних ситуацій відсутні. Вміння аналізу і самоаналізу власної геометрографічної діяльності не сформовані.

Виявлення рівнів сформованості геометрографічної компетентності співвіднесені з відповідними показниками:

– розуміння ціннісних орієнтирів, одержаних у процесі навчання геометрографічних дисциплін; знань, умінь, навичок і особистісно-ділових якостей як основи геометрографічної компетентності; прояв вираженої мотивації, потреб та інтересу до використання електронних освітніх ресурсів; ціннісне відношення до процесів самовдосконалення та самовизначення як майбутнього інженера; вміння оцінювати результат своєї праці (рефлексія);

– ступінь оволодіння теоретичними і практичними знаннями з дисциплін геометрографічного циклу та прийоми їхнього використання; прагнення до вдосконалення цих знань; оволодіння методами і прийомами візуалізації об'єкта;

– потреба в набутті і розширенні геометрографічних знань і умінь; орієнтація на самовдосконалення в проектуванні через графічну візуалізацію задуму; прагнення до вдосконалення свого досвіду і розширення його меж.

На кожному етапі експериментальної роботи визначалися її цілі, завдання, зміст; здійснювався аналіз отриманих дослідницьких результатів. Параметричні заміри в експериментальних і контрольних групах на всіх етапах проводилися за єдиними критеріями.

На першому етапі – констатувальному – проводився паралельний експеримент – навчання в контрольних і експериментальних групах здійснювалося за традиційною підготовкою. Мета констатувального етапу –

виявити пропедевтичний рівень геометрографічної компетентності після вивчення блоку геометрографічних дисциплін.

Для отримання інформації про вхідний рівень сформованості геометрографічної компетентності ми провели тестування. Дослідження показало, що пропедевтичний рівень сформованості геометрографічної компетентності студентів контрольних і експериментальних груп достатньо низький і приблизно однаковий. У більшості студентів в експериментальних і контрольних групах погано розвинене логічне і алгоритмічне мислення, що може негативно вплинути на навчальний процес, наприклад, при вирішенні завдань проектування.

Під пропедевтичною графічною підготовкою першокурсника ми розуміємо рівень розвитку просторової уяви колишніх випускників шкіл і коледжів, а також стан рівнів сформованості геометрографічної компетентності.

У зміст цих понять виділені наступні компоненти:

- уміння аналізувати і синтезувати просторові ознаки, відносини і уявлення, встановлювати при цьому їх зв'язок з кількісними, об'ємними і іншими уявленнями при простому і складному полях проблемних ситуацій;
- рухливість, узагальненість, дієвість просторових уявлень;
- загальна графічна культура студентів, що відображає ступінь правильного використання мови при операції просторовими уявленнями;
- стан графічної акрибії, тобто точність і акуратність при роботі з графікою, виконанні креслень.

Для реалізації цього завдання був використаний пакет програм SunRay TestOfficePro, який містить такі модулі: tMaker (розробка тестів), tTester (виконання тестування), tAdmin (генерація результатів тестування). Студенти відповіли на 100 питань. У запропонованому тесті були представлені декілька типів запитань: одиночний вибір, множинний вибір, встановлення послідовності із запропонованих варіантів. Після завершення

тестування за допомогою пакету програм SunRav TestOfficePro здійснено обчислення набраних балів кожним студентом (модуль tTester) та за допомогою модуля tAdmin був згенерований результат у вигляді таблиці з набраними балами для всієї групи студентів. За кожну правильну відповідь нарахований 1 бал, за неправильну – 0. Максимальна кількість балів – 100.

Для виявлення пропедевтичного рівня геометрографічної компетентності була встановлена шкала залишкових знань і вмінь зі шкільного блоку геометрографічних дисциплін, високий – від 90 до 100 балів, достатній – від 70 до 89 балів, середній – від 60 до 69 балів, низький – від 59 балів і нижче (табл. 3.1).

Після завершення тестування нами проведено аналіз результатів тестування. За допомогою програми SunRav TestOfficePro (модуль tAdmin) ми отримали кількісну оцінку відповідей студентів.

Таблиця 3.1

Пропедевтичний рівень сформованості геометрографічної компетентності (початковий етап)

<i>Рівні сформованості</i>	<i>К-ть балів</i>	<i>КГ</i>		<i>ЕГ</i>	
		<i>кількість</i>	<i>%</i>	<i>кількість</i>	<i>%</i>
високий	від 90 до 100	4	3,13	5	3,94
достатній	від 70 до 89	24	18,75	26	20,47
середній	від 60 до 69	72	56,25	71	55,91
низький	менше 60	28	21,87	25	19,68

Проведений за допомогою комп'ютерної програми тестування SunRav TestOfficePro аналіз пропедевтичного рівня сформованості геометрографічної компетентності дав можливість зробити висновок, що у більшості студентів пропедевтичний рівень геометрографічної компетентності у контрольних і експериментальних групах відповідає середньому рівню (рис. 3.1); рівні сформованості геометрографічної

компетентності в контрольних групах: високий – 3,13%, достатній – 18,75%, середній – 56,25% (в сукупності – 78,13%), низький – 21,87%; в експериментальних групах: високий – 3,94%, достатній – 20,47%, середній – 55,91% (в сукупності – 80,32%), низький – 19,68%. Це пояснюється низкою суб’єктивних і об’єктивних причин.

Метою навчання на другому етапі на основі поєднання особистісно орієнтованого, рефлексивно-діяльнісного та індивідуально-творчого підходів у процесі навчання дисципліни геометрографічного циклу, було розпочато формування у студентів геометрографічної компетентності.



Рис. 3.1. Показники рівнів сформованості геометрографічної компетентності на початковому етапі

Контрольний зріз засвідчив, що рівень сформованості геометрографічної компетентності у студентів експериментальних і контрольних груп після другого етапу значно підвищився.

Оцінювання навчальних досягнень студентів у процесі

діагностичного зрізу на констатувальному і формувальному етапах дослідження здійснювалося за 100-бальною шкалою університету, яка відповідно переводиться в національну шкалу (“відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно”) та шкалу ECTS (табл. 3.2).

Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів відповідно до 100-бальної шкали університету:

Високий – 90-100 балів. Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання та вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили.

Достатній – 80-89 балів. Студент вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв’язує вправи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна; на високому рівні володіє узагальненими знаннями, аргументовано використовує їх у нестандартних ситуаціях; здатний самостійно оволодіти навчальним матеріалом, використовуючи різноманітні засоби; постійно здійснює самоконтроль навчальної роботи.

Достатній – 70-79 балів. Студент вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; загалом самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок; студент вільно володіє вивченим матеріалом, застосовує знання в дещо змінених ситуаціях, демонструє навички переносу знань; чітко тлумачить технічні поняття. Під час роботи постійно перевіряє свої дії, але не завжди приділяє увагу деталям.

Середній – 65-69 балів. Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти

помилки, серед яких є значна кількість суттєвих; розуміє основний навчальний матеріал, здатний з помилками і неточностями дати визначення понять, сформулювати принцип, правило; відповідь може бути правильною, але недостатньо осмисленою; самостійно відтворює більшу частину навчального матеріалу; нерегулярно перевіряє правильність виконання завдання.

Середній – 60-64 балів. Студент володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні; виявляє знання і розуміння більшої частини навчального матеріалу, робить певні узагальнення і висновки; відповідь правильна, але недостатньо осмислена; вміє використовувати знання для виконання завдань за зразком; за допомогою викладача аналізує, систематизує матеріал.

Низький – 35-59 балів. Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу; може розрізняти об'єкти вивчення, володіє навчальним матеріалом на рівні засвоєння окремих термінів, фактів без зв'язку між ними, відповідає на альтернативні питання, виконує не більше третини навчальних завдань. Студент недостатньо усвідомлює мету професійно-пізнавальної діяльності, фрагментарно відтворює незначну частину навчального матеріалу, робить спробу розповісти суть заданого.

Низький – 1-34 балів. Студент володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнання і відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів; відтворює лише менше половини навчального матеріалу, що підлягає засвоєнню, виявляє окремі властивості навчального об'єкта, з допомогою викладача виконує елементарні завдання, але не контролює власні навчальні дії.

Таблиця 3.2

**Переведення 100-бальної шкали оцінювання
в національну шкалу та шкалу ECTS**

Оцінка за 100-бальною шкалою університету	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ECTS
	Диференційована оцінка	Оцінка у формі заліку	
90-100 Високий	5 (відмінно)	Зараховано	A
80-89 Достатній	4 (дуже добре)		B
70-79 Достатній	4 (добре)		C
65-69 Середній	3 (задовільно)		D
60-64 Середній	3 (достатньо)		E
35-59 Низький	2 (незадовільно) (незадовільно з можливістю повторного складання семестрового контролю)	Не зараховано – з можливістю повторного складання заліку	FX
0-34 Низький	2 (незадовільно) (незадовільно з обов'язковим повторним вивченням залікового кредиту)	Не зараховано – з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F

Ми провели аналіз діяльності студентів після вивчення першої геометрографічної дисципліни “Нарисна геометрія” і зробили контрольний зріз щодо засвоєння теоретичного і практичного матеріалу за результатами заліку, зокрема рівень сформованості геометрографічної компетентності у контрольних групах: високий – 7,81%, достатній – 51,56%, середній – 40,63%, низький – 0%; в експериментальних групах: високий – 8,66%,

достатній – 55,12%, середній – 36,22%, низький – 0% (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Рівень сформованості геометрографічної компетентності
(базовий етап)**

Рівні сформованості	КГ		ЕГ	
	кількість	%	кількість	%
високий	10	7,81	11	8,66
достатній	66	51,56	70	55,12
середній	52	40,63	46	36,22
низький	-	-	-	-

Контрольний зріз показав, що рівень сформованості геометрографічної компетентності у студентів експериментальних і контрольних груп після другого етапу значно підвищився (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Показники рівнів сформованості геометрографічної компетентності на базовому етапі

Це пояснюється тим, що в процесі вивчення дисципліни “Нарисна геометрія” проводилося послідовне формування геометрографічної компетентності. Спочатку студенти підвищили свій теоретичний рівень на лекційних заняттях, а потім під керівництвом викладача закріпили свої знання і вміння на практиці (отримали практичні навички роботи в системі AutoCAD). Завершилося вивчення дисципліни “Нарисна геометрія” для майбутніх інженерів-залізничників заліком, що містить питання як теоретичного, так і практичного характеру.

Отже, загалом після другого етапу не було виявлено низького рівня сформованості геометрографічної компетентності і, як наслідок, спостерігалось її підвищення за майже однакових показників у експериментальних та контрольних груп (рис. 3.2).

Зіставлення результатів першого і другого діагностичних зрізів засвідчило позитивну динаміку підвищення рівня геометрографічної компетентності, що обумовлено насамперед особистісно-мотиваційним компонентом.

На третьому – формувальному – та четвертому – завершальному – етапах вдалися до послідовного експерименту, оскільки в експериментальних групах вводився якісно новий зміст навчання.

На третьому етапі у студентів вже виникли певні розбіжності у рівнях сформованості геометрографічної компетентності, що зумовлено впровадженням у навчальний процес спроектованої технології навчання геометрографічних дисциплін з використанням наскрізного електронного навчально-методичного комплексу “Геометрографічна підготовка майбутніх інженерів”. Ефективність спроектованої технології підтверджується змінами кількісних показників: по-перше, в експериментальних групах порівняно з другим етапом значно зросла кількість студентів з високим рівнем сформованості геометрографічної компетентності; по-друге, кількість студентів із середнім рівнем

зменшилася, а в контрольних – навпаки, підвищилася.

Рівні сформованості геометрографічної компетентності у контрольних групах на третьому етапі: високий – 9,38%, достатній – 50,78%, середній – 37,50%, низький – 2,34%; в експериментальних групах: високий – 18,11%, достатній – 71,65%, середній – 10,24%, низький – 0% (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Рівень сформованості геометрографічної компетентності
(третій етап)**

<i>Рівні сформованості</i>	<i>КГ</i>		<i>ЕГ</i>	
	кількість	%	кількість	%
високий	12	9,38	23	18,11
достатній	65	50,78	91	71,65
середній	48	37,50	13	10,24
низький	3	2,34	-	-

Контрольний зріз третього етапу показав, що рівень сформованості геометрографічної компетентності через продовження спроектованої технології навчання геометрографічних дисциплін у студентів експериментальних груп порівняно з контрольними групами підвищився (рис. 3.3). Це пов'язано з використанням наскрізного електронного навчально-методичного комплексу “Геометрографічна підготовка майбутніх інженерів”, який студенти експериментальних груп використовували під час вивчення наступних дисциплін геометрографічного циклу.



Рис. 3.3. Показники рівнів сформованості геометрографічної компетентності на третьому етапі

На четвертому – завершальному – етапі у студентів експериментальних груп спостерігалось значне підвищення рівня сформованості геометрографічної компетентності в експериментальних групах – в 3,9 рази порівняно з першим етапом (табл. 3.5).

Рівні сформованості геометрографічної компетентності у контрольних групах: високий – 4,69%, достатній – 38,28%, середній – 50,78%, низький – 6,25%; в експериментальних групах: високий – 28,35%, достатній – 66,93%, середній – 4,72%, низький – 0% (табл. 3.5).

Узагальнюючи вищевикладене, зазначимо, що на початку експерименту в контрольних групах високий і достатній рівні сформованості геометрографічної компетентності спостерігалися у 21,88% студентів, в експериментальних – у 24,41%; після завершення експерименту високий і достатній рівні в контрольних групах склали 42,97%, в експериментальних – 95,28% (тобто спостерігається зростання у 3,9 рази, тоді як у контрольних –

у 1,96 раза) (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Рівні сформованості геометрографічної компетентності
(перший і четвертий етапи)**

Рівні сформованості	Початок експерименту		Кінець експерименту	
	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
високий	3,13	3,94	4,69	28,35
достатній	18,75	20,47	38,28	66,93
середній	56,25	55,91	50,78	4,72
низький	21,88	19,69	6,25	-

Як бачимо, після завершального зрізу у контрольних групах рівень сформованості геометрографічної компетентності знижується, а в експериментальних, навпаки, – підвищується (рис. 3.4).

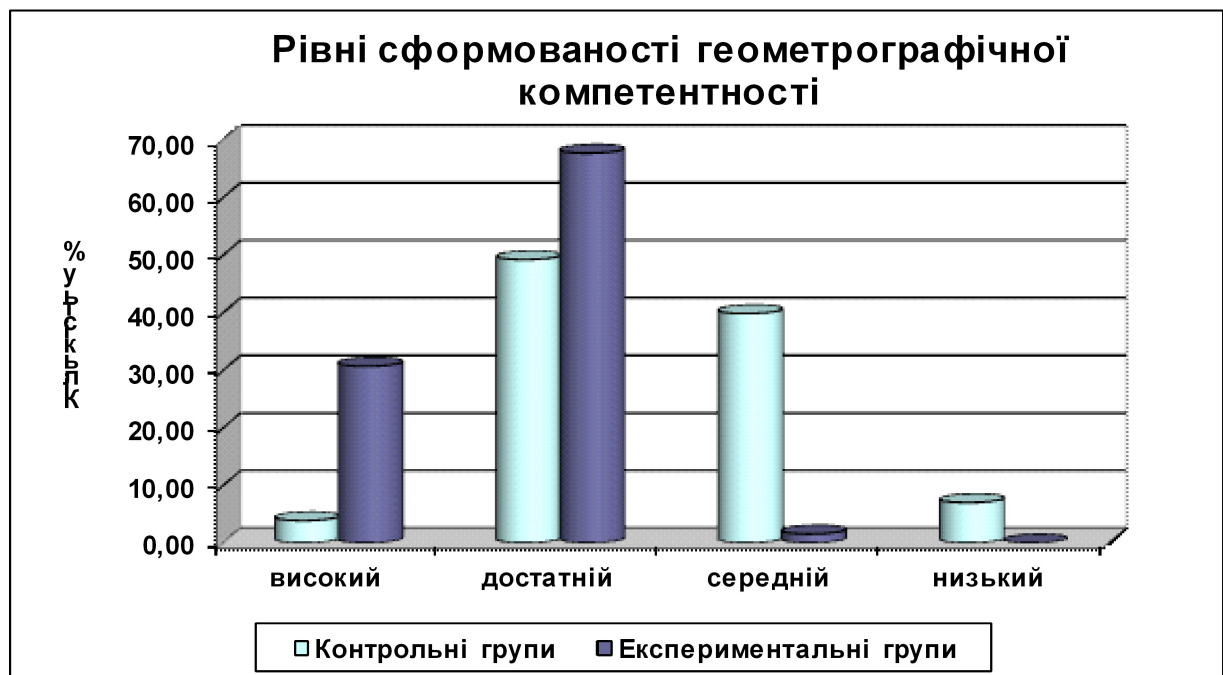


Рис. 3.4. Показники рівнів сформованості геометрографічної компетентності на контрольному етапі експерименту

Збільшенню показників рівня сформованості геометрографічної компетентності в експериментальних групах сприяло впровадження в навчальний процес електронного навчально-методичного комплексу “Геометрографічна підготовка майбутніх інженерів”, що став узагальнюючим компонентом спроектованої технології, інтегруючою основою якої є 3D-технології в процесі вивчення систем автоматизованого проектування AutoCAD і SolidWorks та спеціально створене інформаційно-освітнє середовище.

Навчання геометрографічних дисциплін розглядається нами як невід’ємний компонент фахової підготовки майбутніх інженерів-залізничників, що дає можливість сформуванню в них позитивну мотивацію до підвищення рівня геометрографічної компетентності.

Але тільки за умови комплексного підходу до формування геометрографічної компетентності вищезгаданого змісту будуть досягнуті високі результати підготовки майбутніх інженерів залізничного транспорту до навчання дисциплін геометрографічного циклу.

3.2. Динаміка рівнів сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів в процесі геометрографічної підготовки

Спроекована технологія навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту потребує експериментальної перевірки. Результативність пропонованого експерименту визначалася в процесі діагностичних зрізів.

Перший діагностичний зріз проводиться на початковому – етапі перед вивченням дисциплін геометрографічного циклу, що надало можливість виявити пропедевтичний рівень сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів після вивчення шкільних предметів

геометрографічного циклу (“образотворче мистецтво”, “креслення”, “геометрія”). Результати першого діагностичного зрізу вказують на досить низький рівень геометрографічної компетентності студентів. Обробка його результатів відбувалася за допомогою комп’ютерної програми SunRay TestOfficePro, що дало можливість автоматизувати процес проведення діагностичного зрізу.

Другий діагностичний зріз проводиться на другому констатувальному – етапі експерименту після вивчення дисципліни “Нарисна геометрія” з теоретичним курсом і лабораторними заняттями (форма контролю – залік), що дало можливість виявити рівні сформованості геометрографічної компетентності в процесі фахової підготовки. Рівень успішності студентів в експериментальних і контрольних групах майже не відрізнявся, але загалом підвищився порівняно з початковим етапом.

Третій діагностичний зріз проводиться на третьому – формувальному – етапі експерименту, коли в експериментальних групах навчання відбувалося за допомогою наскрізного електронного навчально-методичного комплексу “Геометрографічна підготовка майбутніх інженерів”, тоді як у контрольних групах – за традиційною методикою. На підставі діагностичного дослідження можемо зробити висновок: 18,11% студентів експериментальних груп засвоїли матеріал дисципліни “Комп’ютерна графіка” на високому рівні, 71,65% – на достатньому рівні, на середньому рівні – 10,24% і жодного студента на низькому.

Четвертий діагностичний зріз проводився на завершальному етапі. Загалом після четвертого етапу показники розташувалися таким чином: у контрольних групах – високий – 4,69%, достатній – 38,28%, середній – 50,78%, низький – 6,25%; в експериментальних – високий – 28,35%, достатній – 66,93%, середній – 4,72%, низький – 0%.

Можна зробити висновок, що в процесі реалізації спроектованої технології навчання геометрографічних дисциплін повною мірою

сформувалася геометрографічна компетентність інженерів залізничного транспорту.

На всіх етапах реалізації спроектованої технології навчання геометрографічних дисциплін поступово підвищився рівень сформованості геометрографічної компетентності як складової фахової підготовки майбутніх інженерів-залізничників. Результати рівневого дослідження знань, умінь і навичок, що забезпечують рівень сформованості геометрографічної компетентності, представлено у табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Результати дослідно-експериментальної роботи (%)

<i>Рівні сформованості</i>	<i>Констатувальний етап</i>				<i>Формувальний етап</i>			
	<i>на початку</i>		<i>наприкінці</i>		<i>на початку</i>		<i>наприкінці</i>	
	<i>КГ</i>	<i>ЕГ</i>	<i>КГ</i>	<i>ЕГ</i>	<i>КГ</i>	<i>ЕГ</i>	<i>КГ</i>	<i>ЕГ</i>
<i>високий</i>	3,13	3,94	7,81	8,66	9,38	18,11	4,69	28,35
<i>достатній</i>	18,7	20,4	51,5	55,1	50,78	71,65	38,28	66,93
<i>середній</i>	56,2	55,9	40,6	36,2	37,50	10,24	50,78	4,72
<i>низький</i>	21,8	19,6	-	-	2,34	-	6,25	-

За даними рівневого дослідження можна зробити висновок, що зростання показників рівнів сформованості геометрографічної компетентності в процесі вивчення дисциплін геометрографічного циклу свідчить про ефективність впровадження спроектованої технології навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту.

Для виявлення значимості розходжень рівня сформованості геометрографічної компетентності на різних етапах проведення експерименту було здійснене математичне опрацювання результатів за коефіцієнтом кореляції Пірсона, згідно з яким при виявленні розходжень рівнів сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів

залізничного транспорту маємо:

$$r_{xy} = \frac{n \cdot \sum (x_i \cdot y_i) - (\sum x_i \cdot \sum y_i)}{\sqrt{[n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2] \cdot [n \cdot \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}, \text{ де}$$

x – значення рівнів контрольних груп;

y – значення рівнів експериментальних груп;

n – кількість ознак.

Таблиця 3.7

Значення, що використовуються для визначення коефіцієнта кореляції на констатувальному етапі експерименту

x	y	xy	x_i^2	y_i^2
7,81	8,66	67,67	61,04	75,02
51,56	55,12	2842,03	2658,69	3038,01
40,63	36,22	1471,46	1650,39	1311,92
-	-	-	-	-
100,00	100,00	4381,15	4370,12	4424,95

$$r_{xy} = 0,98$$

Таблиця 3.8

Значення, що використовуються для визначення коефіцієнта кореляції на формуальному етапі

x	y	xy	x_i^2	y_i^2
9,38	18,11	169,78	87,89	327,98
50,78	71,65	3638,66	2578,74	5134,23
37,50	10,24	383,86	1406,25	104,78
2,34	-	-	5,49	-
100,00	100,00	4192,30	4078,37	5566,99

$$r_{xy} = 0,88$$

Таблиця 3.9

**Значення, що використовуються для визначення
коефіцієнта кореляції на заключному етапі**

x	y	xy	x_i^2	y_i^2
4,69	28,35	132,87	21,97	803,52
38,28	66,93	2562,13	1465,45	4479,51
50,78	4,72	239,91	2578,74	22,32
6,25	-	-	39,06	-
100,00	100,00	2934,92	4105,22	5305,35

$$r_{xy} = 0,63$$

Значимість розходження наявна, бо коефіцієнт зменшується. На констатувальному етапі коефіцієнт за критерієм Пірсона дорівнює 0,98, на формувальному – 0,88, а на завершальному – 0,63. (табл. 3.7-3.9).

Крім того, як показують дані експериментального дослідження, навчання дисциплін геометрографічного циклу і рівень сформованості геометрографічної компетентності впливає на розвиток особистісного потенціалу майбутніх інженерів-залізничників. Зокрема, майбутні інженери, що навчалися за спроектованою технологією, відзначають у себе підвищення організованості, відповідальності, допитливості, а також розвиток уваги, уяви і просторового мислення, – все це допомагає розвивати технічне і конструкторське мислення.

Більшість студентів зазначають, що проведення занять за спроектованою технологією навчання підвищує професійну спрямованість їхньої особистості. Це виражається, по-перше, у потребі виконувати креслення не в ручному режимі, а використовуючи 3D-моделювання побудованого в уяві виробу, а вже потім, на його основі, виконувати процес

виготовлення креслярської документації, використовуючи можливості систем автоматизованого проектування, а по-друге – у прагненні постійно вдосконалювати рівень власної геометрографічної компетентності.

Крім того, переважна більшість студентів відзначає, що електронні освітні ресурси, розміщені в Інтернет, є для них більш доступними і актуальними, ніж друковані видання. Постійне ознайомлення з професійно важливою інформацією, а також спілкування й обмін досвідом з іншими студентами засобами електронних комунікацій розширює їхній світогляд і впливає на рівень геометрографічної і професійної компетентності.

З метою узагальнення результатів дослідно-експериментальної роботи щодо визначення рівня сформованості геометрографічної компетентності (констатувального, формувального, завершального) нами було зроблено порівняльні зрізи у контрольних і експериментальних групах (рис. 3.6).

Отже, при проектування технології навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту ми спиралися на технологічне забезпечення оволодіння студентами геометрографічною компетентністю.

У результаті нашого експериментального дослідження маємо зазначити, що рівень сформованості геометрографічної компетентності значно підвищився після другого етапу порівняно із початковим.

А після четвертого зрізу ми взагалі спостерігаємо значне підвищення рівня сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів в експериментальних групах – в 3,9 раза порівняно з першим зрізом на початку експерименту.

Його показники є такими: в контрольних групах високий рівень складав 4,69%, достатній – 38,28%, середній – 50,78%, низький – 6,25%; в експериментальних групах: високий рівень – 28,35%, достатній – 66,93%, середній – 4,72%, низький – 0% (рис. 3.6).

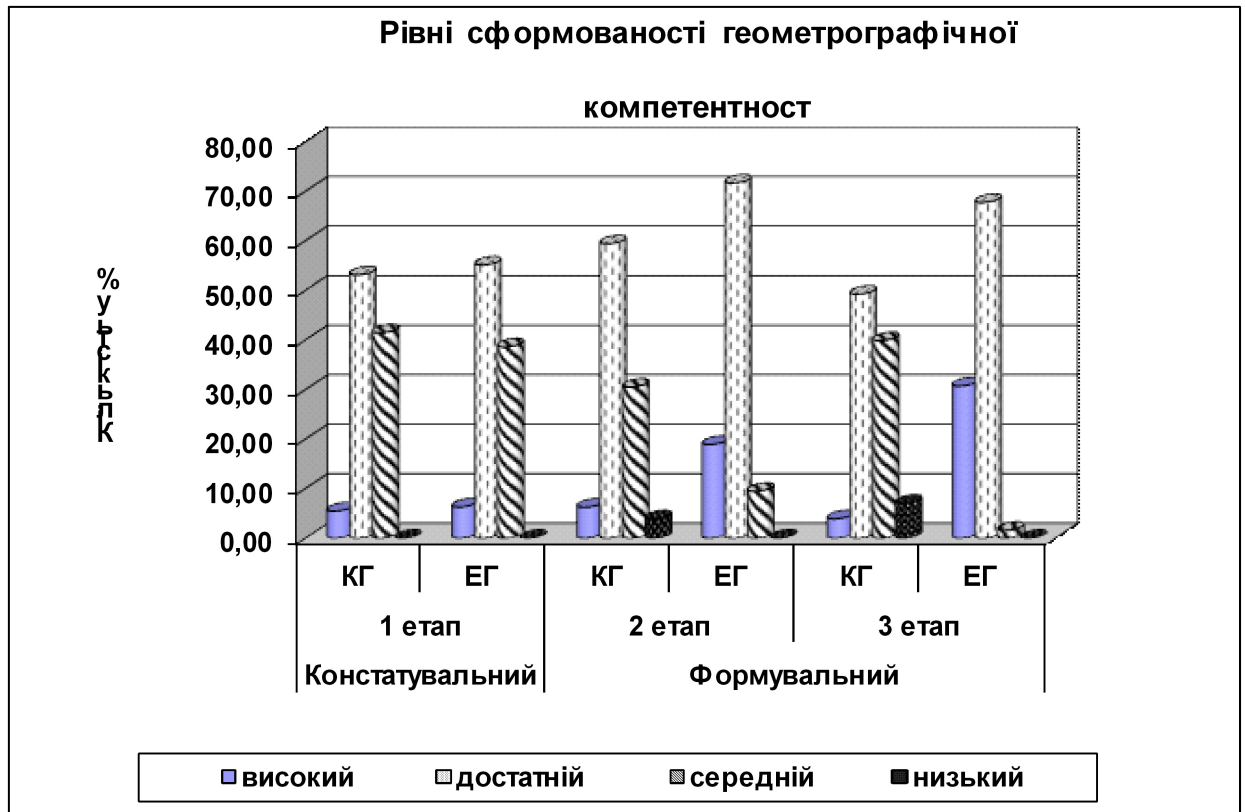


Рис. 3.5. Рівні сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів ЕГ та КГ груп (%)

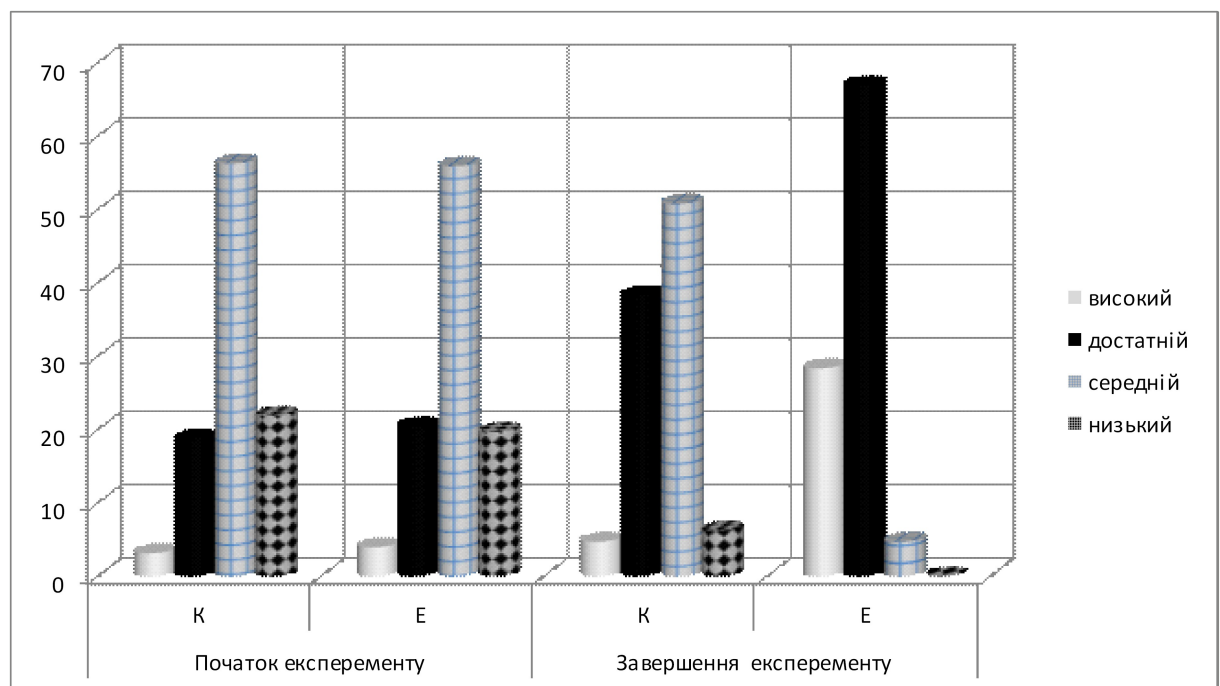


Рис. 3.6. Розподіл вибірки за рівнями сформованості геометрографічної компетентності на початку та після завершення експерименту

На початку експерименту (таб. 3.10) в контрольних групах високий і достатній рівні в сумі становили 21,88%, в експериментальних – 24,41%, після завершального етапу – високий і достатній рівень у контрольних групах складав 42,97%, в експериментальних – 95,28% (тобто спостерігається підвищення в експериментальних групах у 3,9 раза, а у контрольних – у 1,96 раза), що доводить ефективність технології навчання геометрографічних дисциплін.

Таблиця 3.10

Результати дослідно-експериментальної роботи (%)

<i>Рівні сформованості</i>	<i>Початок експерименту</i>		<i>Завершення експерименту</i>	
	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
високий	3,13	3,94	4,69	28,35
достатній	18,75	20,47	38,28	66,93
середній	56,25	55,91	50,78	4,72
низький	21,88	19,69	6,25	-

Експериментальне дослідження засвідчило суттєві переваги спроектованої технології навчання геометрографічних дисциплін, що впливало на рівень сформованості геометрографічної компетентності студентів експериментальних груп, ніж у контрольних. Це дає нам всі підстави зробити висновок про ефективність спроектованої технології навчання геометрографічної компетентності майбутніх інженерів залізничного транспорту в процесі фахової підготовки.

Отже, нами вперше визначено особливості змістового забезпечення реалізації технології навчання геометрографічних дисциплін як сукупності окремих структурних елементів, поліфункціональна природа яких забезпечує поетапну інтеграцію в комплексні кваліфікаційні уміння, зазначені Державними стандартами вищої освіти.

Таким чином, отримані нами експериментальні дані свідчать, на нашу думку, про доцільність і необхідність реалізації в практиці технічних вузів спроектованої технології навчання геометрографічних дисциплін як складової геометрографічної освіти майбутніх інженерів.

Проведене дослідження не претендує на вичерпний розгляд питання формування рівня геометрографічної компетентності студентів технічних вузів в процесі графічної підготовки, а пропонує один з можливих варіантів його рішення. Глибшого вивчення, на наш погляд, вимагає виявлення послідовності в організації цього процесу на етапах переходу від загальноінженерних до спеціальних дисциплін.

Висновки до третього розділу

У розділі описаний педагогічний експеримент (пошукового, констатувального і формувального) з перевірки ефективності рівнів сформованості геометрографічної компетентності та технології навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту і його результатів.

Для проведення апробації запропонованої технології були відібрані групи студентів технічних закладів зі споріднених спеціальностей з приблизно однаковим рівнем пропедевтичної геометрографічної компетентності (визначалася за результатами вхідного контролю).

Педагогічний експеримент проводився протягом 2010-2016 рр. Усього дослідженням було охоплено 255 студентів 1-4 курсів ступеня освіти “бакалавр” інженерних спеціальностей. Студенти експериментальних груп (127 осіб) цілеспрямовано навчалися за запропонованою експериментальною технологією, студенти контрольних груп (128 осіб) – за традиційною методикою навчання.

На основі аналізу наукової літератури, розгляду специфіки

геометрографічної підготовки майбутніх інженерів залізничного транспорту були визначені рівні, які характеризують рівень сформованості геометрографічної компетентності, залежно від ступеня вираженості показників для кожного критерію: *високий, достатній, середній, низький*.

Виявлення рівнів сформованості геометрографічної компетентності співвіднесені з відповідними показниками:

– розуміння ціннісних орієнтирів, одержаних у процесі навчання геометрографічних дисциплін; знань, умінь, навичок і особистісно-ділових якостей як основи геометрографічної компетентності; прояв вираженої мотивації, потреб та інтересу до використання електронних освітніх ресурсів; ціннісне відношення до процесів самовдосконалення та самовизначення як майбутнього інженера; вміння оцінювати результат своєї праці (рефлексія);

– ступінь оволодіння теоретичними і практичними знаннями з дисциплін геометрографічного циклу та прийоми їхнього використання; прагнення до вдосконалення цих знань; оволодіння методами і прийомами візуалізації об'єкта;

– потреба в набутті і розширенні геометрографічних знань і умінь; орієнтація на самовдосконалення в проектуванні через графічну візуалізацію задуму; прагнення до вдосконалення свого досвіду і розширення його меж.

На кожному етапі експериментальної роботи визначалися її цілі, завдання, зміст; здійснювався аналіз отриманих дослідницьких результатів. Параметричні заміри в експериментальних і контрольних групах на всіх етапах проводилися за єдиними критеріями.

На перших двох етапах, пошуково-аналітичному і функціональному, проводився паралельний експеримент – навчання в контрольних й експериментальних групах здійснювалося за традиційною методикою навчання. На предметному та практично-результативному етапах проводився послідовний експеримент (оскільки в експериментальних групах вводився якісно новий зміст та нова технологія навчання, студенти цих груп в

спеціально створеному інформаційно-освітньому середовищі могли самостійно опрацьовувати набуті знання за допомогою електронного навчально-методичного комплексу).

В експериментальних підгрупах на другому етапі студентам був запропонований електронний навчально-методичний комплекс та надані чіткі методичні рекомендації щодо його використання в навчальному процесі. Оскільки ЕНМК містить необхідні відомості з основ стандартизації конструкторської документації, відпала необхідність витрачання аудиторного часу на вивчення стандартів ЄСКД. Решта практичного заняття була присвячена тільки вивченню розділів інженерної графіки в традиційній формі і захисту графічних робіт з нарисної геометрії, виконаних самостійно за допомогою електронного навчально-методичного комплексу.

Контрольний зріз засвідчив, що рівень сформованості геометрографічної компетентності у майбутніх інженерів-залізничників і в експериментальних, і контрольних групах після функціонального етапу значно підвищився.

Параметричні заміри на всіх етапах в експериментальних і контрольних групах проводилися за єдиними критеріями з урахуванням того, що студенти контрольних груп могли самостійно опрацьовувати програму електронного навчально-методичного комплексу.

Експериментальне дослідження засвідчило суттєве підвищення рівня сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів залізничного транспорту в експериментальних групах порівняно з контрольними, що дало всі підстави зробити висновок про ефективність запропонованої технології навчання і про доцільність окреслених організаційно-педагогічних умов навчання геометрографічних дисциплін у процесі фахової підготовки.

Узагальнюючи вищевикладене, зазначимо, що на початку експерименту в контрольних групах високий і достатній рівні пропедевтичної сформованості геометрографічної компетентності спостерігалися у 21,88% студентів, в

експериментальних – у 24,41%; після завершення експерименту високий і достатній рівні в контрольних групах склали 42,97%, в експериментальних – 95,28% (тобто в експериментальних групах спостерігається зростання у 3,90 рази, тоді як у контрольних – у 1,96 рази).

Таким чином, було виявлено, що сформованість основних структурних компонентів геометрографічної компетентності більшості студентів експериментальних груп відповідала високому рівню, що не було випадковим. Позитивна динаміка показників рівнів сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів залізничного транспорту слугує своєрідним індикатором ефективності спроектованої технології навчання геометрографічних дисциплін у процесі фахової підготовки. Ця обставина обумовлена, по-перше, навчанням на основі компетентнісного, особистісно орієнтованого, системного та інших підходів; по-друге, створенням спеціального інформаційно-освітнього середовища технічного закладу.

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні здійснено теоретичне обґрунтування й нове вирішення проблеми навчання геометрографічних дисциплін; розкрито ефективність цього процесу; визначено критерії, показники та рівні сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів залізничного транспорту; вдосконалено та визначено шляхи підвищення рівня сформованості геометрографічної компетентності через впровадження спроектованої технології навчання геометрографічних дисциплін.

На підставі аналізу результатів дослідження зроблено такі висновки:

1. Проаналізовано стан досліджуваної проблеми у філософській, психолого-педагогічній, науково-методичній літературі та визначено сутність і зміст навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту.

Геометрографічна освіта – це цілісна система професійної підготовки сучасного фахівця, ядром якої є нарисна геометрія, що складає теоретичні основи інженерної та комп'ютерної графіки. Складовим елементом геометрографічної освіти є геометрографічна підготовка, яка ґрунтується на вивченні геометрографічних дисциплін.

Визначено зміст геометрографічної підготовки – це вивчення дисциплін “Нарисна геометрія”, “Інженерна графіка” і “Комп'ютерна графіка” (*нарисна геометрія* вивчає методи зображення просторових об'єктів на площині, *інженерна графіка* розглядає правила створення та оформлення конструкторської документації і базується на теоретичних засадах нарисної геометрії, а на заняттях з *комп'ютерної графіки* вивчаються можливості тієї чи іншої комп'ютерної графічної програми).

Сутність вивчення геометрографічних дисциплін полягає в

інженерному осмисленні геометричних знань і вирішенні прикладних завдань графоаналітичними методами; вони вивчають способи відображення на площину геометричних властивостей простору і предмета, розміщеного в ній. Формування при цьому просторових уявлень складаються на основі безпосереднього спостереження, пізнання або пригадування раніше отриманих уявлень про просторові форми, а також у процесі читання епюрів, в основі яких лежить цілісна система розумових дій, спрямованих на перетворення даних сприйняття і уявне відтворення форми предмета.

Проведений аналіз і його теоретичне узагальнення дали можливість визначити напрями вдосконалення навчання геометрографічних дисциплін, один з яких – цілеспрямована організація інформаційно-освітнього середовища технічного закладу та інноваційні технології навчання дисциплін геометрографічного циклу.

2. Обґрунтовано базові поняття дослідження, уточнено зміст категорії “геометрографічна компетентність майбутніх інженерів залізничного транспорту” та в процесі аналізу наукової літератури визначено критерії, показники та рівні сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів залізничного транспорту в процесі фахової підготовки.

На основі процесуально-історичного аналізу геометрографічної освіти доведено важливість геометричного знання в загальному інтелектуальному розвитку людини. Беручи до уваги аналіз базових понять дослідження – “геометрографічна освіта”, “геометрографічна підготовка”, – нами уточнено визначення *геометрографічної компетентності майбутніх інженерів залізничного транспорту*, яка розглядається нами як рівень усвідомленого застосування геометрографічних знань, умінь і навичок з опорою на розуміння функціонального призначення та конструктивних особливостей цієї сфери, міжпредметну інтеграцію і візуальну культуру, а також вільне володіння графічними інформаційними технологіями та системами автоматизованого проектування під час проектуванні технічних об’єктів.

На основі аналізу наукової літератури, розгляду специфіки сформованості геометрографічної компетентності майбутніх інженерів залізничного транспорту були визначені рівні, які характеризують рівень сформованості геометрографічної компетентності, залежно від ступеня вираженості показників для кожного критерію: *високий, достатній, середній, низький*.

Виявлення рівнів сформованості геометрографічної компетентності співвіднесені з відповідними показниками: прояв вираженої мотивації, потреб та інтересу до використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій; розуміння ціннісних орієнтирів, одержаних у процесі навчання геометрографічних дисциплін; знань, умінь, навичок і особистісно-ділових якостей як основи геометрографічної компетентності; ціннісне відношення до процесів самовдосконалення та самовизначення як майбутнього інженера; ступінь оволодіння теоретичними, методичними і технологічними знаннями з дисциплін геометрографічного циклу та прийоми їхнього використання; оволодіння методами і прийомами візуалізації об'єкта; знання і розуміння формоутворення як геометричного процесу; потреба в набутті і розширенні геометрографічних знань; орієнтація на самовдосконалення в проектуванні через графічну візуалізацію задуму і прийомами їхнього використання в різноманітних видах діяльності; прагнення до вдосконалення свого досвіду і розширення його меж.

3. Спроектовано технологію навчання геометрографічних дисциплін та визначено і теоретично обґрунтовано сукупність організаційно-педагогічних умов, на основі яких спроектовано цю технологію.

Важливим аспектом навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів у процесі фахової підготовки є впровадження *технології* навчання до забезпечення високого рівня сформованості геометрографічної компетентності як засобу успішної і ефективною геометрографічної діяльності, визначальними ознаками якої є особистісний та професійний

розвиток учасників навчального процесу; очікуваним результатом – позитивна динаміка рівнів сформованості геометрографічної компетентності. Спроекована технологія навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту в процесі фахової підготовки передбачала: *мотиваційно-цільовий, змістово-процесуальний та діагностично-рефлексивний блоки*; ключовою характеристикою технології навчання геометрографічних дисциплін була дидактична функція (формування геометрографічної компетентності), форма організації навчальної діяльності, представлення навчального матеріалу, активні техніки графічних засобів подання (3D-моделювання), наявність зворотного зв'язку; були визначені *організаційно-педагогічні умови в спеціально створеному інформаційно-освітньому середовищі*.

4. Обґрунтовано і перевірено ефективність спроектованої технології навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту в процесі фахової підготовки.

Дослідно-експериментальна апробація технології навчання майбутніх інженерів залізничного транспорту геометрографічних дисциплін за допомогою 3D-технології і пакетів прикладних програм – AutoCAD, КОМПАС, SolidWorks та з використанням розробленого електронного навчально-методичного комплексу “Геометрографічна підготовка майбутнього інженера” підтвердила ефективність її впровадження у фахову підготовку майбутніх інженерів залізничного транспорту. Завдяки чому підвищується мотивація навчання дисциплін геометрографічного циклу шляхом підвищення міри сприйняття і розуміння матеріалу; активізується навчально-пізнавальна діяльність та інтенсифікується самостійна робота студентів.

За допомогою розроблених у дослідженні критеріїв і показників сформованості геометрографічної компетентності в результаті педагогічного експерименту встановлено, що *високим* рівнем сформованості

геометрографічної компетентності оволоділи 28,35% студентів експериментальних груп проти 4,69% у контрольних, *достатнім* – 66,93% студентів експериментальних груп проти 38,28% у контрольних, *середнім* – 4,72% студентів експериментальних груп проти 50,78% у контрольних. В експериментальних групах *низького* рівня сформованості геометрографічної компетентності не виявлено порівняно з респондентами контрольних груп (6,25%).

Ефективним методичним прийомом технології навчання була самостійна робота студентів з електронним навчально-методичним комплексом “Геометрографічна підготовка майбутніх інженерів”.

Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми навчання геометрографічних дисциплін майбутніх інженерів залізничного транспорту у процесі фахової підготовки. Невирішеними залишаються питання доцільного поєднання дво- та тривимірних, статичних та динамічних моделей представлення навчального матеріалу, його психологічно обґрунтованої анімаційної візуалізації при вивченні блоку геометрографічних дисциплін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Абросимов А. Г.* Развитие информационно-образовательной среды высшего учебного заведения на основе информационных и телекоммуникационных технологий : дис. ... д-ра пед. наук [Текст] / А. Г. Абросимов. – Москва, 2005. – 261 с.
2. *Агеев В. Н.* Электронные издания учебного назначения: концепции, создание, использование : учебное пособие в помощь авт. и ред. / В. Н. Агеев, Ю. Г. Древе. – Москва : МГУП, 2003. – 236 с.
3. *Адамар Ж.* Исследование психологии процесса изобретения в области математики / Ж. Адамар. – Москва, 1970. – 332 с.
4. *Акимова И. Н.* Методические основы алгоритмизированного обучения графическим дисциплинам : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / И. Н. Акимова. – Москва, 1995. – 68 с.
5. *Абильтарова Е. Н.* Методика навчання майбутніх інженерів-педагогів охорони праці з використанням комп'ютерних технологій : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Е. Н. Абильтарова. – Київ, 2011. – 20 с.
6. *Алексеев Н. А.* Педагогические основы проектирования личностно ориентированного обучения : дис. ... д-ра пед. наук / Н. А. Алексеев. – Екатеринбург, 1997. – 256 с.
7. *Ананьев Б. Г.* Избранные психологические труды : в 2 т. – Т. 2 / Б. Г. Ананьев ; под ред. А. А. Бодалева [и др.]. – Москва : Педагогика, 1980. – 288 с., ил.
8. *Андреева Л. В.* Дидактические основы развивающего обучения в техническом вузе (на примере учебной дисциплины “Начертательная геометрия”) : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Андреева Лариса Васильевна. – Москва, 1998. – 119 с.

9. *Андрюшина Т. В.* Образ в учебной деятельности: теоретический аспект / Т. В. Андрюшина // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Том. 1. – С. 118-126.
10. *Андрюшина Т. В.* Предметно-содержательное образование в формировании образного мышления / Т. В. Андрюшина, О. Б. Болбат // Совершенствование подготовки учащихся в области графики, конструирования и стандартизации : межвуз. научно-метод. сб. ст. – Саратов, 2002. – С. 92-97.
11. *Анисимова Г. А.* Геометро-графическое образование – первая ступень формирования инженерно-технических кадров нового поколения [Электронный ресурс] / Г. А. Анисимова, М. В. Покровская // Наука и образование. Электронное научно-техническое издание. – Режим доступа : <http://technomag.edu.ru/doc/288667.html>.
12. *Афоница Е. В.* Направление совершенствования геометрографічної подготовки в техническом вузе / Е. В. Афоница // Актуальные вопросы графического образования молодежи : сб. статей конф. – Рыбинск, 2006. – Сек. № 1. – С. 1.
13. *Большаков В. П.* Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor / В. П. Большаков, А. Л. Бочков. – СПб. : Питер, 2013. – 304 с.: ил.
14. *Бочков А. Л.* Трехмерное моделирование в системе Компас-3D (практическое руководство) / А. Л. Бочков. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2007. – 80 с.
15. *Балаяева С. А.* Экспериментальная технология геометрографічної подготовки офицеров морского флота / С. А. Балаяева, Л. Н. Бородина // Научные проблемы гуманитарных исследований. – 2009. – № 10. – С. 1–9.
16. *Белкин А. С.* Педагогическая компетентность / А. С. Белкин, В. В. Нестеров. – Екатеринбург, 2003. – 97 с.

17. *Белоновская И. Д.* Формирование инженерной компетентности специалиста в условиях университетского комплекса [Электронный ресурс] / И. Д. Белоновская. – Режим доступа : <http://www.orenport.ru/images/img/kiryakova/aksiologiya/pdf/belonovskaya.pdf>.
18. *Беспалько В. П.* Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В. П. Беспалько. – Москва : Педагогика, 1995. – 156 с.
19. *Боровиков И.* Стоит ли отменять начертательную геометрию? / И. Боровиков // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 54-59.
20. *Бородин Н. М.* Создание обучающих мультимедийных программ в применении к преподаванию черчения / Н. М. Бородин, А. Н. Бородин // Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика : международ. межвуз. науч.-метод. сб. тр. каф. граф. дисциплин. – Нижний Новгород, 2000. – Вып. 5. – С. 73-77.
21. *Бразговка О. В.* Содержательные аспекты технологии формирования графической грамотности [Электронный ресурс] / О. В. Бразговка // Pandia.ru. Энциклопедия знаний. – Режим доступа : <http://pandia.org/text/78/026/16989.php>.
22. *Брехунець А. І.* Розвиток творчих здібностей учнів основної школи засобами графічних задач з креслення : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / А. І. Брехунець. – Київ, 2011. – 18 с.
23. *Брыкова Л. В.* Формирование графической культуры будущего инженера / Л. В. Брыкова // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2011. – № 17. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : scientificnotes.ru/pdf/018022.pdf.
24. *Бубенников А. В.* О повышении качества преподавания начертательной геометрии и черчения в системе вечернего и заочного образования / А. В. Бубенников // Сб. науч.-метод. ст. по начертательной геометрии и

- инженерной графике. – Москва, 1974. – Выпуск 2. – С. 40-45.
25. *Бубенников А. В.* Сборник задач по начертательной геометрии / А. В. Бубенников, М. Я. Громов. – Москва : Высшая школа, 1963. – 276 с.
26. *Булах І. Є.* Створюємо якісний тест : [навч. посібн.] / І. Є. Булах, М. Р. Мруга. – Київ : Майстер-клас, 2006. – 160 с.
27. *Вербицкий В. В.* Активное обучение в высшей школе: контекстный поход : методическое пособие / В. В. Вербицкий. – Москва : Высш. шк., 1991. – 207 с.
28. *Вох Е. П.* Формирование графических компетенций будущих инженеров в самостоятельной познавательной деятельности : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Е. П. Вох. – Екатеринбург, 2008. – 27 с.
29. *Васенко В. В.* Графічна підготовка в структурі компетентностей майбутнього вчителя технологій / В. В. Васенко // Гуманітарний вісник ДВНЗ “Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди”. Педагогіка. Психологія. Філософія : зб. наук. праць. – Переяслав-Хмельницький, 2013. – Вип. 28, Т. 1. – С. 59–63.
30. *Вербицкая Н. О.* К вопросу о структурировании и стандартизации профессиональных компетенций / Н. О. Вербицкая, Д. И. Котова, Г. М. Романцев, В. А. Федоров // Образование и наука. – 2007. – № 5 (47). – С. 119–125.
31. *Вехтер Е. В.* Теоретико-методологические аспекты проблемы формирования проектно-конструкторских компетенций у студентов технического профиля / Е. В. Вехтер // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – № 354. – С. 167–170.
32. *Виштак О. В.* Дидактические основы разработки педагогического сценария мультимедийного учебного пособия по информатике / О. В. Виштак // Информатика и образование. – 2004. – № 7. – С. 87-90,

33. Возрастные и индивидуальные особенности образного мышления учащихся / И. С. Якиманская [и др.]. – Москва : Педагогика, 1989. – 224 с.
34. Волох А. С. Авторские мультимедийные учебно-методические пособия в образовании / А. С. Волох, О. А. Алейникова // Образование в современной школе. – 2002. – № 4. – С. 60-62.
35. Вольхин К. А. Анализ использования КОМПАС3D в инженерно-графическом образовании [Электронный ресурс] / К. А. Вольхин // САПР и графика. – 2013. – № 7. – Режим доступа : [http://www.sapr.ru/article.aspx?id=8073 &iid=322](http://www.sapr.ru/article.aspx?id=8073&iid=322).
36. Вольхин К. А. Индивидуализация обучения начертательной геометрии студентов технических вузов : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Вольхин Константин Анатольевич. – Новосибирск, 2002. – 145 с.
37. Вох Е. П. Формирование графических компетенций у будущих инженеров в самостоятельной познавательной деятельности : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Вох Елена Павловна. – Екатеринбург, 2008. – 27 с.
38. Гальперин П. Я. Развитие исследований по формированию умственных действий / П. Я. Гальперин // Психологическая наука в СССР : в 2 т. – Москва, 1985. – Т. 1. – 48 с.
39. Гедзик А. М. Система підготовки майбутнього вчителя технологій до викладання курсу креслення в загальноосвітніх навчальних закладах : автореф. дис. ... док. пед. наук : 13.00.02 / А. М. Гедзик. – Київ, 2011. – 46 с.
40. Гервер В. А. Черчение. Компьютерная графика (Часть 2). Конспект лекций / Гервер В. А., Рывлина А. А., Тенякшев А. М. – Москва : МТУСИ, 2001. – 165 с.
41. Глазкова И. В. Методические основы преподавания начертательной геометрии на факультетах технологии и предпринимательства педвузов

- с элементами дизайна : автореф. дис. ... канд. пед. наук / И. В. Глазкова. – Москва : МПГУ, 1999. – 16 с.
42. *Глянцев И. М.* Актуальность развития пространственного мышления на занятиях “инженерной графики” [Электронный ресурс] / И. М. Глянцев
Режим доступа : http://www.rusnauka.com/14_NPRT_2010/Pedagogica/67147.doc.htm.
43. *Голівер Н. О.* Дидактичні умови використання комп’ютерних технологій у процесі навчання студентів вищих технічних навчальних закладів : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.09 / Голівер Надія Олексіївна. – Кривий Ріг, 2005. – 182 с.
44. *Голіяд І. С.* Активізація навчальної діяльності студентів на заняттях з креслення засобами графічних завдань : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Голіяд Ірина Семенівна. – Київ, 2005. – 269 с.
45. *Гордон В. О.* О преподавании начертательной геометрии во втузах в связи с перестройкой системы высшего образования / В. О. Гордон // Тез. докл. и сообщ. на совещании каф. начерт. геометрии и черчения моск. высш. техн. учебн. завед. с участием представителей кафедр периферийных вузов. – Москва : МГУ, 1959. – С. 39-41.
46. *Гордон В. О.* О преподавании начертательной геометрии и черчения в высшей технической школе : метод указания / В. О. Гордон. – Москва, 1974. – 26 с.
47. *Гордон В. О.* Курс начертательной геометрии / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский. – Москва : Наука, 2003. – 272 с.
48. *Гордон В. О.* Надо изменить содержание курса начертательной геометрии / В. О. Гордон Вестн. высш. школы. – 1961. – № 12. – С. 21-24.
49. *Городецкая С. М.* Методика преподавания графических дисциплин в московском государственном университете приборостроения и информатики / С. М. Городецкая, Т. А. Сахарова // Актуальные

- вопросы графического образования молодежи : сб. ст. конф. – Рыбинск, 2006. – Сек. № 1. – С. 22.
50. *Горшков Г. Ф.* Графические основы геометрического моделирования : учеб. пособие / Г. Ф. Горшков. – Москва : МИРЭА, 2009. – 154 с.
51. *Гречкина С. Е.* Проблемы доступности содержания и методики обучения инженерной графике в профессиональной подготовке специалистов аграрного университета / С. Е. Гречкина // Совершенствование подготовки учащихся в области графики, конструирования и стандартизации : межвуз. науч.-метод. сб. ст. – Саратов, 2005. – С. 28-34.
52. *Григоревская Л. П.* Формирование профессиональных качеств специалиста при изучении инженерной графики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08/ Л. П. Григоревска. – Москва, 1995. – 36 с.
53. *Григорьев Н. С.* О методике преподавания графических дисциплин в вузе в свете принципа фузионизма / Н. С. Григорьев, Н. В. Дорофеев, И. В. Дунаева, Ю. О. Костина // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2009. – № 2. – С. 1–4.
54. *Гузненков В. Н.* Геометро-графическая подготовка в техническом университете / В. Н. Гузненков // Российский научный журнал. – 2013. – № 6. – С. 159–166.
55. *Гура В. В.* Теоретические основы педагогического проектирования личностно-ориентированных электронных образовательных ресурсов и средств : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / В. В. Гура. – Ростов-на-Дону, 2007. – 43 с.
56. *Гусев В. А.* Новый экспериментальный курс геометрии [Электронный ресурс] : электрон. науч. журн. // Вестник Ярославского педагог, ун-та. – Электрон. журн. – Ярославль : ЯрПУ, 2005. – Режим доступа к изд. : <http://yspu.yar.ru/vestnik>. – Загл. с экрана.
57. *Гутгарц Р. Д.* Особенности дистанционного тестирования в Интернете

- / Р. Д. Гуцгард // Современные проблемы экономики региона : сб. науч. тр. – Иркутск, 2001.
58. *Дерешко Б. Ю.* Информатизация науки и образования: новые проекты и технологии / Б. Ю. Дерешко, С. П. Лукьянов // Телекоммуникации и информатизация образования. – 2004. – № 3. – С. 38-47.
59. Доступная 3D-печать для науки, образования и устойчивого развития. / ред. Э. Канесса, К. Фонда, М. Зенаро // Международный центр теоретической физики Абсуд Салам. – Триест, Италия : Изд. МТЦФ Отдел научных разработок, 2013. – 192 с.
60. *Давыдов В. В.* Проблемы развивающего учения: Опыт теоретического и экспериментального психологического исследования / В. В. Давыдов. – Москва : Педагогика, 1987. – 240 с.
61. *Даниленко Я. М.* Новая последовательность изложения курса начертательной геометрии / Я. М. Даниленко // Инженерная графика. – Харьков, 1963. – Выпуск 1. – С. 34-40.
62. *Джеджула О. М.* Теорія і методика графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів : автореф. дис. ... докт. пед. наук / О. М. Джеджула ; Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. – Тернопіль, 2007. – 47 с.
63. *Диканский Е. Ю.* Комплексное использование средств информационных и телекоммуникационных технологий в системе непрерывного технологического образования : дис. ... канд. пед. наук / Е. Ю. Диканский. – Ставрополь, 2003. – 193 с.
64. *Доржиев Ц. Ц.* Разработка и методические рекомендации по применению автоматизированной обучающей системы (АОС) по начертательной геометрии в учебном процессе / Ц. Ц. Доржиев. – Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2004 – 72 с.
65. *Дубовикова Е. П.* Повышение мотивации к изучению графических

- дисциплин у студентов младших курсов / Е. П. Дубовикова, Л. И. Хмарова // Совершенствование подготовки учащихся в области графики, конструирования и стандартизации : межвуз. науч.-метод. сб. ст. – Саратов, 2005. – С. 104-106.
66. *Енциклопедія освіти* / Акад. пед. наук України ; головний ред. В. Г. Кремень. – Київ : Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с.
67. *Ермолович Е. В.* Информационно-коммуникационные технологии в управлении самостоятельной учебной деятельностью студентов / Е. В. Ермолович, А. М. Красниченко // Информатика и образование. – № 2. – 2005. – С. 102-105.
68. *Ермилова Н. Ю.* Графические дисциплины в системе профессиональной подготовки инженерных кадров [Электронный ресурс] / Н. Ю. Ермилова, О. В. Проценко // Интернетвестник ВолгГАСУ. Политематическая сер. – 2007. – № 2 (3). – Режим доступа : http://vestnik.vgasu.ru/attachments/234_0507.pdf.
69. *Ермилова Н. Ю.* Графическое образование инженера: традиции и инновации / Н. Ю. Ермилова // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 71-76.
70. *Ермилова Н. Ю.* Подготовка студентов технических вузов в области графики и стандартизации / Н. Ю. Ермилова, Л. А. Иванова // Совершенствование подготовки учащихся в области графики, конструирования и стандартизации : межвуз. науч.-метод. сб. ст. – Саратов, 2003. – С. 93-95.
71. *Ефремова Н. Ф.* Тестовый контроль в образовании / Н. Ф. Ефремова. – Москва : Университетская книга, Логос, 2007. – 368 с.

72. *Єфіменко О. Г.* Узагальнений портрет викладача інформаційних технологій / О. Г. Єфіменко, Т. Ю. Морозова // Проблеми освіти. – 2009. – № 60. – С. 63-66.
73. *Жакулина И. В.* Интерактивные методы обучения 2009 г. [Электронный ресурс]: публ. от 13.11.09. – Режим доступа к изд. http://zhakulina20090612.blogspot.com/2009/11/blog-post_13.html – Загл. с экрана.
74. *Жилина Н. Д.* Информационные технологии в процессе преподавания блока геометрографических дисциплин в вузах строительного профиля: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Жилина Наталья Дмитриевна. – Москва, 1999. – 169 с.
75. *Жуйкова О. В.* Организация самостоятельной работы студентов – будущих инженеров при изучении графических дисциплин в техническом вузе: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Жуйкова Ольга Викторовна. – Ижевск, 2014. – 253 с.
76. *Замазий О. С.* Графическая подготовка студентов при изучении начертательной геометрии, инженерной графики / О. С. Замазий // Известия ТулГУ. Гуманитарные науки. – 2011. – № 3. – Ч. 2. – С. 227–234.
77. *Захарова И. Г.* Информационные технологии в образовании / И. Г. Захарова. – Москва: Академия, 2003. – 192 с.
78. Збірник задач з інженерної та комп'ютерної графіки: навч. пос. / В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов, І. А. Скидан; за ред. В. Є. Михайленка. – 2-ге вид., перероб. – Київ: Вища школа, 2002. – 159 с.
79. *Звонников В. И.* Современные средства оценивания результатов обучения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. И. Звонников, М. Б. Чельшкова. – Москва: Академия, 2007. – 224 с.

80. *Иванов Г. С.* Классификация начертательных геометрий по виду проецирования / Г. С. Иванов // Совершенствование подготовки учащихся в области графики, конструирования и стандартизации : межвуз. науч.-метод. сб. ст. – Саратов, 1997. – С. 5-8.
81. *Иванов Г. С.* Начертательная геометрия : учебник для вузов / Г. С. Иванов. – Москва : Машиностроение, 1995. – 224 с.
82. *Иващенко Г. А.* Развитие пространственного и речевого мышления в процессе графической подготовки инженеров / Г. А. Иващенко // Казанский педагогический журнал. – 2008. – № 10. – С. 24–30.
83. *Иващенко Г. А.* Формирование оптимальной методики интенсивного изучения графических дисциплин в технических вузах : дис. ... канд. наук / Г. А. Иващенко. – Москва, 1994. – 206 с.
84. Инновационная стратегия информатизации геометрографічної подготовки в техническом профессиональном образовании / Р. М. Сидорук, Л. И. Райкин, О. А. Соснина, В. И. Якунин // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 13-24.
85. Информационные и коммуникационные технологии в подготовке преподавателей. Руководство по планированию. – Division of Higher Education, ЮНЕСКО, 2005. – 286 с.
86. Комплекс рішень АСКОН для машинобудування [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.ascon.ru
87. *Калинкин В. Н.* Об одном опыте углубления теоретической подготовки студентов технического университета по начертательной геометрии / В. Н. Калинкин // Совершенствование подготовки учащихся в области графики, конструирования и стандартизации : межвуз. науч.-метод. сб. ст. – Саратов, 2003. – С. 87.
88. *Каплунович И. Я.* Формирование структуры пространственного

- мышления у учащихся при решении математических задач : автореф. ...
дисс. канд. психолог. наук / И. Я. Каплунович. – Москва, 1978. – 18 с.
89. *Каргин Д. И.* Гаспар Монж – творец начертательной геометрии / Д. И. Каргин. – Москва : Гостехиздат, 1958. – 87 с.
90. *Кардаш В. Ф.* О некоторых вопросах методики преподавания начертательной геометрии / В. Ф. Кардаш // Сб. науч.-метод. ст. по начертательной геометрии и инженерной графике. – 1983. – Выпуск 11. – С. 18-21.
91. *Катханова Ю. Ф.* Особенности использования ЭВМ в обучении начертательной геометрии и черчения / Ю. Ф. Катханова, А. В. Антипова // Теория и методика преподавания начертательной геометрии и черчения в средней и высшей школе : межвуз. сб. науч. тр. / Моск. гос. пед. ин-т им. В. И. Ленина ; [редкол. : М. Н. Макарова (отв. ред.) и др.]. – Москва : Прометей. – С. 10-27.
92. *Качалова Л. П.* Педагогическая технология формирования риторической компетенции будущего учителя / Л. П. Качалов // Известия Уральского государственного университета. – 2009. – № 3. – С. 52-56.
93. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://jobs.ua/ukr/dkhp>
94. *Киселева Н. Н.* Проблемы современного графического образования и формирования графической культуры у обучаемых / Н. Н. Киселева, Ж. А. Пьянкова // Молодые ученые транспорту – 2007 : сб. науч. тр., посв. 170-летию российских железных дорог, Екатеринбург, 18–19 ноября 2007 г. – Екатеринбург : Издво УрГУПС, 2007. – С. 249–252.
95. *Киселева Н. Н.* Мониторинг развития пространственного мышления студентов / Н. Н. Киселева, Ж. А. Пьянкова // Молодые ученые транспорту – 2009 : сб. науч. тр., Екатеринбург, 18–19 ноября 2009 г. – Екатеринбург : Издво УрГУПС, 2009. – Ч. 3. – С. 161–165.

96. *Клайн Пол.* Справочное руководство по конструированию тестов ; пер. с англ. Е. П. Савченко / Клайн Пол. – Москва, 1994. – 124 с.
97. *Кларин М. В.* Инновационные модели обучения в зарубежных педагогических поисках / М. В. Кларин. – Москва : Арена, 1994. – 222 с.
98. *Кликс Ф.* Пробуждающееся мышление: у истоков человеческого интеллекта ; пер. с нем. / Фридрих Кликс. – Москва, 1983. – 41 с.
99. *Коваль О.* Тематичний словник-довідник з психології та педагогіки : навчальний посібник. – Вид. 2-ге доповнене та перероблене / О. Є. Коваль. – Тернопіль ТНЕУ, 2013. – 138 с. .
100. *Клочкова Г. М.* Проверка эффективности технологии формирования графической компетентности студентов технологического образования / Г. М. Клочкова // *Фундаментальные исследования.* – 2013. – № 4. – Режим доступа : http://rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10000520.
101. *Клочкова Г. М.* Выделение компонентов и уровней графически-конструкторской компетентности студентов технологического образования / Г. М. Клочкова // *Современные проблемы науки и образования.* – 2014. – № 1. – Режим доступа : <http://www.scienceeducation.ru/11511988>.
102. *Коваленко С. В.* Формування графічної компетентності майбутніх інженерів-будівельників засобами інформаційно-комунікаційних технологій : автореф. дис. ... канд. пед. наук ; Чернігівський національний педагогічний університет ім. Т. Г. Шевченка / Світлана Василівна Коваленко. – Чернігів, 2011. – 21 с.
103. *Коваленко А. В.* Графическая компетенция как одна из составляющих профессиональной компетентности бакалавра профессионального обучения по направлению 051000.62 Профессиональное обучение (по

- отраслям) / А. В. Коваленко Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2011. – № 10. – С. 83–95.
104. *Козлакова Г. О.* Теоретичні і методичні основи ступеневої підготовки майбутніх фахівців з комп'ютеризованих систем у технічних університетах : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Козлакова Галина Олексіївна ; Ін-т вищ. освіти АПН України. – Київ, 2004. – 490 с.
105. *Козловский Ю. Г.* Методика курса “Начертательная геометрия” / Ю. Г. Козловский. – Москва : Высшая школа, 1971. – 256 с.
106. *Козяр М. М.* Формування графічної діяльності студентів вищих технічних навчальних закладів освіти засобами комп'ютерних технологій : монографія / М. М. Козяр. – Рівне : НУВГП, 2009. – 280 с.
107. Компьютерные чертёжно-графические системы для разработки конструкторской и технологической документации в машиностроении : уч. пособие для нач. проф. образования ; под ред. Л. А. Чемпинского. – Москва : Академия, 2002.
108. *Кондаков Н. И.* Логический словарь-справочник / Н. И. Кондаков. – Москва : Наука, 1975. – С. 254.
109. *Кордонская И. Б.* Базисное изучение графических дисциплин : монография / И. Б. Кордонская. – Самара : Издво СГПУ, 2005. – 186 с.
110. *Кордонская И. Б.* Теоретико-методологические основы базисного изучения графических дисциплин : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Кордонская Ирина Борисовна. – Москва, 2004. – 353 с.
111. *Корнеева А. М.* Методика формування просторової уяви студентів у процесі навчання нарисної геометрії з використанням динамічних стереоскопічних моделей : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / А. М. Корнеева ; Укр. інж.-пед. акад. – Харків, 2007. – 20 с.
112. *Корчевський Д. О.* Особливості формування змісту професійно-технічної підготовки фахівців з комп'ютерної графіки і дизайну / Д. О. Корчевський // Вісник Черкаського університету. Серія

- “Педагогічні науки”. – 2016. – № 10. – С. 68-72.
113. *Корчевський Д. О.* Теоретико-методичні основи інтеграції змісту практично-технічної підготовки фахівців з комп’ютерної графіки і дизайну : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Д. О. Корчевський. – Київ, 2017. – 38 с.
114. *Котов И. И.* О некоторых вопросах преподавания начертательной геометрии и машиностроительного черчения / И. И. Котов // Инж. графика. – Харьков, 1963. – Вып. 1. – 46 с.
115. *Котов Ю. В.* Основы машинной графики : учеб. пособие для студентов художественно-графических факультетов пед. ин-тов / Ю. В. Котов, А. А. Павлова. – Москва : “Просвещение”, 1993. – 256 с.
116. *Кравченко Г. В.* Разработка и реализация электронного учебно-методического комплекса в процессе гуманитаризации высшего математического образования : дис. ... канд. пед. наук / Г. В. Кравченко. – Барнаул, 2008. – 251 с.
117. *Крапивин З. И.* Отечественная история графической геометрии и новые подходы к методике ее преподавания в вузах : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / З. И. Крапивин. – Москва, 1995. – 35 с.
118. *Крапивин З. И.* Отечественная история начертательной геометрии и новые подходы к методике ее преподавания в вузах : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02, 13.00.01 / З. И. Крапивин. – Витебск, гос. пед. ин-т. – Москва, 1998. – 40 с.
119. *Кривошеев А. О.* Электронный учебник – что это такое? / А. О. Кривошеев // Университетская книга. – 1998. – № 2. – С. 13-15.
120. *Кувшинов С. В.* 3D в освіті: захоплені очікування та реальні тривоги [Електронний ресурс] / С. В. Кувшинов, Г. Н. Усков. – Назва з екрану. – Режим доступу : <http://www.gosbook.ru>.
121. *Кузнецов М. А.* Методика и результаты эксперимента по дистанционному изучению теоретических основ инженерной графики

- / М. А. Кузнецов, П. А. Острожков, С. И. Лазарев // Образование и наука известия Уральского отделения РАО. – 2008. – № 2 (14). – С. 114-123.
122. *Кузнецов М. А.* Психолого-педагогические особенности опосредованного (дистанционного) изучения проекционной геометрии / М. А. Кузнецов, П. А. Острожков, С. И. Лазарев // Вестник ТГУ. – Тамбов, 2008. – Т. 13. Выпуск 5. – С. 126-132.
123. *Курдюмов В. И.* Курс начертательной геометрии. – Отдел 1. – Введение. Проекции ортогональные, – 4.1: – Проекции точек, прямых линий и плоскостей. – СПб., 1985. – 88 с.
124. *Левицкий В. С.* О развитии пространственных представлений в курсе начертательной геометрии / В. С. Левицкий // Сб. науч.-метод. ст. по начертательной геометрии и инженерной графике. – 1978. – Вып. 6. – С. 3-6.
125. *Леонтьев А. Н.* Проблемы развития психики / А. Н. Леонтьев. – Москва, 1972. – 575 с.
126. *Лернер И. Я.* Дидактические основы методов обучения / И. Я. Лернер. – Москва : Педагогика, 1981. – 185 с.
127. *Лернер И. Я.* Философия дидактики и дидактика как философия. – Москва : Педагогика, 1996. – 251 с.
128. *Литвинова Т. Н.* Концепция комплексного подхода к преподаванию дисциплин инженерно-графического цикла / Т. Н. Литвинова, Ю. П. Шевелев // Актуальные вопросы графического образования молодежи : сб. статей конф. – Рыбинск, 2006. – Сек. № 1. – С. 26-31.
129. *Ломакина О. Б.* Проектирование как ведущее направление модернизации современного педагогического образования / О. Б. Ломакина // Вестник высшей школы. – 2004. – № 1. – С. 44-49.
130. *Лопатина М. Л.* Проблемы формирования графической культуры студентов технических вузов / М. Л. Лопатина // Состояние, проблемы

- и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 145-152.
131. *Любимова В. К.* Комплексный подход к обучению графическим дисциплинам при современных способах обработки графической информации : автореф. дис. ... канд. пед. наук / В. К. Любимова. – Москва, 1985. – 16 с.
132. *Лятецкая В. И.* Особенности изучения графических дисциплин при подготовке бакалавров техники и технологии / В. И. Лятецкая // Школа университетской науки : парадигма развития. – 2010. – № 1–2. – С. 271–273.
133. *Мощенко А. В.* Электронный учебник как компьютерный учебно-методический комплекс А. В. Мощенко // Телекоммуникации и информатизация образования. – 2005. – № 3. – С. 82-84.
134. *Маврин Б. М.* Научные исследования в инженерной графике / Б. М. Маврин // Вестник Самарского государственного технического университета. – 2006. – № 44. – С. 68–71.
135. *Малькова Н. Ю.* Проблемы преподавания дисциплины “Инженерная графика” [Электронный ресурс] / Н. Ю. Малькова, И. Л. Шишковская, В. А. Красичков // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 1. – Режим доступа : http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=7778923.
136. *Маркова О. А.* Контроль графической подготовки студентов / О. А. Маркова, А. А. Сагдеев, А. Т. Галимова, А. Р. Целоусова // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 2. – С. 305–308.
137. *Маслова Н. В.* Ноосферное образование : монография / Н. В. Маслова. – Москва : Инст. Холодинамики, 2002. – 338 с.

138. *Машбиц Е. И.* Компьютеризация обучения: проблемы и перспективы [Текст] / Е. И. Машбиц. – Москва : Знание, 1986. – 80 с.
139. *Меламуд М. Р.* Методические основы построения компьютерного учебника для вузов : автореф. дис. ... канд. пед. наук / М. Р. Меламуд. – Москва, 1998. – 44 с.
140. Методическое пособие по черчению / А. Д. Ботвинников, В. Н. Виноградов, И. С. Вышнепольский, В. И. Вышнепольский. – Москва : Астрель: АСТ, 2004. – 159 с.
141. *Можяев Г. М.* Измерение и оценивание компетенций учащихся [Электронный ресурс] / Г. М. Можяев // Реализация компетентностного подхода в школьном естественно-математическом образовании : матер. обл. науч. практ. конф. – Тюмень, 2010. – Режим доступа : <http://www.kontren.narod.ru/ltrrs/compet3.html>.
142. *Моисеев В. Б.* Создание учебных электронно-методических комплексов : монография / В. Б. Моисеев, Ю. Е. Усачев, Н. А. Шигина. – Пенза : Технологический институт, 2001. – 116 с.
143. *Монж Г.* “Geometrie descriptive”: труды / Г. Монж. – Москва : Наука, 1979. – 228 с.
144. *Москалева Т. С.* Инновационная система обучения студентов, вуза графическим дисциплинам / Т. С. Москалева, О. М. Севостьянова // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 229-243.
145. *Мясоедова Н. В.* Интенсификация, процесса обучения начертательной геометрии студентов технических вузов посредством автоматизированной обучающей системы : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Мясоедова Наталья Викторовна. – Омск, 2003. – 144 с.
146. Новые проекты IBM в области применения информационно-телекоммуникационных технологий в образовании и науке

- // Телекоммуникации и информатизация образования. – 2006. – № 1. – С. 75-88.
- 147.Найдыш В. М. Об использовании микро-ЭВМ при изучении курса ИГ : ЭВМ в преподавании графических дисциплин / В. М. Найдыш // Сб. науч.-метод. ст. по начертательной геометрии и инженерной графике. – Москва : МПИ, 1990. – Вып. 17. – С. 9-15.
- 148.Нартова Л. Г. Начертательная геометрия : учебник для вузов / Л. Г. Нартова, В. И. Якунин. – Москва : Дрофа, 2003. – 208 с.
- 149.Науменко В. Я. Виконання технічних креслень в школі / В. Я. Науменко, В. К. Сидоренко. – Київ : Рад. шк., 1986. – 112 с.
- 150.Нестеренко М. А. История начертательной геометрии [Электронный ресурс] / М. А. Нестеренко. – Режим доступа : <http://weblocal.rudn.ru/weblocal/prev/rj/index.php?id=1353&p=24394>.
- 151.Нищак І. Д. Комп'ютерна графіка. Практичні роботи: навч. посібн. для студ. вищих пед. навч. закл. / І. Д. Нищак. – Дрогобич : РВВ ДДПУ ім. І. Франка, 2010. – 70 с.
- 152.Нищак І. Методична система навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх учителів технологій : монографія / І. Нищак ; за наук. ред. проф. Л. В. Оршанського. – Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2016. – 264. : іл.
- 153.Нищак І. Д. Розвиток технічного мислення майбутніх учителів трудового навчання у процесі графічної підготовки засобами інформаційних технологій : автореф. дис. ... канд. пед. наук / І. Д. Нищак. – Київ, 2009. – 24 с.
- 154.Новий тлумачний словник української мови : у 3-х т. – Том 3. П–Я, видання 2-е, виправлене / укл. В. Яременко, О. Сліпушко. – К. : АКОНІТ, 2004. – 862 с.
- 155.Одинцова А. Е. Инженерная графика: цель или средство / ЭВМ-в

- преподавании графических дисциплин // Госком. СССР по нар. обр. гл. уч.-метод. управление по высшему образованию ; редкол. : Г. С. Иванов (гл. ред.) и др. // Сб. науч.-метод. ст. по начертательной геометрии и инженерной графике. – Москва : МПИ, 1990. – Вып. 17. – С. 67-71.
156. *Олефіренко Т. О.* Формування графічної компетентності у майбутніх учителів технологій : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Т. О. Олефіренко. – Київ, 2012. – 20 с.
157. Определение и виды компьютерной графики [Электронный ресурс]. – URL: <http://floss-design.ru/?p=2197>.
158. *Орехов В. Б.* Методология и программное обеспечение компьютерного обучения инженерной графике / В. Б. Орехов // Сб. тез. докл. – Москва, 1995. – С. 37-39.
159. *Орлов А. И.* Об информационных технологиях обучения в средней и высшей школе / А. И. Орлов // Телекоммуникации и информатизация образования. – 2004. – № 1. – С. 28-43.
160. Освітній сайт компанії Аскон [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.edu-ascon.ru>
161. *Осипова С. И.* Формирование проектно-конструкторской компетентности студентов – будущих инженеров в образовательном процессе [Электронный ресурс] / С. И. Осипова, Е. Б. Ерцкина // Современные проблемы науки и образования. – 2007. – № 6. – Режим доступа : <http://www.scienceeducation.ru/26818>.
162. Основные дидактические принципы начертательной геометрии / Л. А. Найниш, Н. Е. Макарова, В. В. Викторов [и др.] // Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика : международ. межвуз. науч.-метод. сб. тр. каф. граф. дисциплин. – Нижний Новгород, 2000. – Вып. 5. – С. 12-19.
163. *Острожков П. А.* Анализ опыта обучения геометро-графическим

- дисциплинам в техническом вузе (выявление причин и поиск противоречий) / П. А. Острожков, М. А. Кузнецов, С. И. Лазарев // Вестник ТГУ. – Тамбов, 2008. – Т. 13. – Выпуск 5. – С. 416-423.
164. *Острожков П. А.* Технология организации самостоятельной работы студентов технических вузов в процессе графической подготовки : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Острожков Павел Алексеевич. – Тамбов, 2009. – 24 с.
165. *Подолянчук С.* Інформаційно-комунікаційні технології під час вивчення курсу “Опір матеріалів” / С. Подолянчук, Р. Гуревич // Трудова підготовка в закладах освіти. – 2002. – № 4. – С. 47–52.
166. *Полат Е. С.* Общие требования к электронному учебнику, созданному на базе интернет-технологий [Электронный ресурс] / Е. С. Полат, А. Е. Петров. – Режим доступа : www.ioso.ru/distant/library/publication/5.htm
167. *Потемкин А.* Трехмерное твердотельное моделирование / А. Потемкин. – Москва : Компьютер Пресс, 2002. – 296 с.
168. *Падалка О. С.* Педагогічні технології : навч. посіб. для вузів / О. С. Падалка, А. М. Нісімчук, І. О. Смолюк, О. Т. Шпак. – Київ. : Вища школа, 1995. – 253 с.
169. *Панов В. В.* Педагогические технологии. Что это такое, как их использовать : практико-ориентированная монография / В. В. Панов. – Москва, 1994. – С. 10-12.
170. *Параскевопуло Ю. Г.* Некоторые аспекты современного профессионального образования специалиста / Ю. Г. Параскевопуло, Д. В. Третьяков, Т. Ф. Турутина // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 125-138.
171. *Парашенко Л. І.* Тестові технології у навчальному закладі :

- методичний посібник / Л. І. Парашенко, В. Д. Леонський, Г. І. Леонська / наук. ред. О. І. Ляшенко. – Київ : Майстерня книги, 2006. – 217 с.
172. *Петухова А. В.* Графическая составляющая качества инженерного образования / А. В. Петухова // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 127-130.
173. *Петухова А. В.* Графические дисциплины: содержание, структура и средства в условиях компьютеризированного обучения / А. В. Петухова, И. А. Сергеева // В мире научных открытий. – 2010. – № 4 (10). – Ч. 8. – С. 95–96.
174. *Плющ Н. Г.* Содержание и дидактические принципы преподавания начертательной геометрии в современных условиях : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Н. Г. Плющ. – Москва, 1998. – 20 с.
175. *Покровская М. В.* Инженерная графика: панорамный взгляд (научно-педагогическое исследование) / М. В. Покровская. – Москва : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалиста, 1999. – 137 с.
176. *Полит Л. П.* Совершенствование преподавания графических дисциплин в заочной форме обучения / Л. П. Полит // Омский научный вестник. – 2010. – № 11 (85). – С. 191–193.
177. *Полозов В. С.* Соотношение нового и традиционного в графической подготовке инженера / В. С. Полозов // Матер, науч.-метод, конф. СНГ. 19-21 мая. – Минск, 1992. – С. 18-20.
178. *Попов С. А.* Лабораторные работы по начертательной геометрии в компьютерном классе / С. А. Попов, Н. А. Варфоломеева // Научн.-метод. сб. докл. семинара по орг. Всерос. конкурса учащихся и студентов по черчению и компьютерной графике / редкол. : Ю. А. Зайцев [и др.] – Саратов, 1995. – С. 41-42.

179. Практикум по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике : учеб. пособие / Ю. А. Тепляков, И. А. Зауголков, В. Н. Шамкин, Г. М. Михайлов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 104 с.
180. Представление знаний в АОС по курсу “Начертательная геометрия” / Л. А. Найниш [и др.] // Материалы семинара-совещ. зав. граф. каф. вузов России. – Пенза, 1999. – С. 59-61.
181. Применение компьютерных технологий в процессе изучения графических дисциплин / С. А. Морозов, А. В. Титов, Е. В. Усанова, Л. А. Шацилло // Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика : международ. межвуз. научно-метод. сб. тр. каф. граф. дисциплин. – Н.-Новгород, 2000. – Вып. 5. – С. 98-100.
182. Проблемы педагогической квалиметрии : сб. тр. / пер. с англ. Л. И. Хайрусовой. – Москва, 1976.
183. *Пронюшкина Т. Г.* Конкретизация целей графической подготовки студентов в техническом вузе / Т. Г. Пронюшкина // Высшее образование сегодня. – 2007. – № 9. – С. 86–88.
184. *Райковська Г. О.* Теоретико-методичні засади графічної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей засобами інформаційних технологій : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Г. О. Райковська. – Київ, 2011. – 46 с.
185. *Райковська Г. О.* Розвиток технічного мислення студентів у процесі вивчення креслення : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Райковська Галина Олексіївна. – Київ, 2003. – 219 с.
186. *Родин В. П.* Создание электронного ученика : учебное пособие / В. П. Родин. – Ульяновск : УлГТУ, 2003. – 30 с.
187. *Ройтман И. А.* Основы машиностроения в черчении. Кн. 2 / И. А. Ройтман, В. И. Кузьменко. – Москва : Владос, 2000. – 208 с.
188. *Рубинштейн С. Л.* Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – СПб. : Питер, 2003. – 720 с.

189. *Рукавишников В. А.* Геометро-графическая подготовка инженера : роль и место в системе образования / В. А. Рукавишников // Образование и наука. Известия Уральского отделения Российской академии образования. – 2009. – № 5. – С. 32–37.
190. *Рукавишников В. А.* Кризис геометрографической подготовки инженера: Пути выхода / В. А. Рукавишников, С. А. Морозов, Р. Г. Газизулин // Актуальные проблемы графической подготовки в высшем профессиональном образовании : сб. тр. Всерос. сов. зав. каф. инженерно-графических дисциплин вузов РФ. – Казань, 2006. – С. 8-13.
191. *Рынин Н. А.* Материалы к истории начертательной геометрии: Библиография, биография, факты, хронология / Н. А. Рынин. – Ленинград : Машгиз, 1938. – 112 с.
192. *Сейтвелієва С. Н.* Методика навчання хмарних технологій майбутніх інженерів-програмістів : автореф. дис. ... канд. пед. наук / С. Н. Сейтвелієва. – Київ, 2017. – 22 с.
193. *Савельев А. К.* Выполнение геометрических построений начертательной геометрии в системе Компас – График / А. К. Савельев // Материалы семинара-совещ. зав. граф. каф. вузов России. – Пенза, 1999. – С. 15-21.
194. *Савельев А. Я.* Подготовка информации для автоматизированных обучающих систем / А. Я. Савельев, В. А. Новиков, Ю. И. Лобанов – Москва : Высшая школа, 1986. – 176 с.
195. *Сандакова Л. Г.* Информационно-технологическая парадигма образования: гуманистическая сущность и концептуальные основы : дис. ... доктора пед. наук / Л. Г. Сандакова. – Улан-Уде, 2003. – 325 с.
196. *Саранцев Г. И.* Методическая система обучения предмету как объект исследования / Г. И. Саранцев // Педагогика. – 2005. – № 2. – С. 30-36.
197. *Селевко Г. К.* Современные образовательные технологии / Г. К. Селевко. – Москва : Народное образование, 1998. – 256 с.

198. *Семенова И. Н.* Формирование профессиональных компетенций студентов в процессе разработки визуально-разъяснительных презентаций / И. Н. Семенова, А. В. Слепухин // Педагогическое образование в России. – 2013. – № 1. – С. 134–140.
199. *Сергеева И. А.* Инженерно-графическая подготовка студентов в условиях компьютеризации обучения [Электронный журнал] / И. А. Сергеева, А. В. Петухова // Науковедение. – 2014. – № 3. – Режим доступа : <http://naukovedenie.ru/PDF/107PVN314.pdf>.
200. *Сеченов И. М.* Психология поведения: Избранные психологические труды [Текст] / И. М. Сеченов ; ред. М. Г. Ярошевский. – Москва ; Воронеж : МПСИ, 1995. - 318 с.
201. *Сибилькова Н. П.* Учет степени сформированности чертежно-графической подготовки студентов-заочников на начальном этапе изучения начертательной геометрии / Н. П. Сибилькова // Проблемы и перспективы развития образования : матер. междунар. заоч. науч. конф., Пермь, апрель 2011 г. – Пермь : Меркурий, 2011. – Т. II. – С. 134–136.
202. *Сидоренко В. К.* Основи наукових досліджень : Навч. посіб. для вищ. пед. закл. освіти / В. К. Сидоренко, П. В. Дмитренко. – Київ. : РННЦ “ДНІТ”, 2000. – 259 с.
203. *Сидоренко В. К.* Креслення (профільний рівень) : підруч. [для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. з навчанням укр. мовою] / В. К. Сидоренко. – Київ : Освіта, 2011. – 240 с.
204. *Сидоренко В. К.* Інтеграція трудового навчання і креслення як засіб розвитку технічних здібностей школярів : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.01 / Сидоренко Віктор Костянтинович. – Київ, 1995. – 350 с.
205. *Сидоренко В. К.* Креслення : підруч. [для учнів загальноосвіт. навч. закл.] / В. К. Сидоренко. – Київ : Школяр, 2005. – 239 с. : іл.
206. *Сидоренко В. К.* Наглядные пособия и технические средства в

- обучении черчению : пособ. [для учителя] / В. К. Сидоренко. – Київ : Освіта, 1991. – 192 с.
207. *Сидорук Р. М.* Интегрированные среды компьютерной графики / Р. М. Сидорук, Л. И. Райкин, Е. Е. Плоткин // Графikon'94 : материалы 4-й Международ. конф. по компьютерной графике и визуализацш. – Нижний Новгород, 1994. – С. 64-66.
208. *Сидорук Р. М.* Компьютерная и инженерная графика / Р. М. Сидорук, Л. И. Райкин, И. Л. Райкин, О. А. Соснина // Комплекс учебно-методических материалов. – Нижний Новгород : НГТУ, 2006. – 113 с.
209. *Сидорук Р. М.* Компьютеризация геометрической и графической подготовки студентов технического вуза / Р. М. Сидорук, Е. Е. Плоткин, Л. И. Райкин // Сборник трудов научно-метод. конф. – Новочеркасск : НИИ, 1990. – С. 18.
210. *Ситникова С. Ю.* Инженерно-графическая деятельность студента как средство формирования профессиональной компетентности (на примере строительных специальностей) [Электронный ресурс] / С. Ю. Ситникова, В. В. Шестернина // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 9. – Режим доступа : http://teoriapractica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2013/9/pedagogika/sitnikovashesternina.pdf.
211. *Слабко В. М.* Нарисна геометрія та креслення : методичні рекомендації до читання та виконання електричних та кінематичних схем для студентів спеціальності 6.010103 “Технологічна освіта”, 6.010104 “Професійна освіта” / В. М. Слабко, Д. Е. Кільдеров. – Київ : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. – 70 с.
212. *Слабко В. М.* Роль та місце дизайну у технологічній підготовці школярів / В. М. Слабко // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. праць. – Випуск 27 / редкол. :

- І. А. Зязюн (голова) [та ін.]. – Київ–Вінниця : Планер, 2011. – С. 80-85.
213. *Сластёнин В. А.* Педагогика / В. А. Сластёнин и др. – Москва : Школа пресс, 1997. – 330 с.
214. *Смирнов А. Н.* Проблемы электронного учебника / А. Н. Смирнов // Математика в школе. – 2000. – № 5. – С. 15-16.
215. Совершенствование подготовки учащихся и студентов в области графики, конструирования и стандартизации // Научн.-метод. сб. докл. семинара по орг. Всерос. конкурса учащихся и студентов по черчению и компьютерной графике / редкол. : Ю. А. Зайцев [и др.] – Саратов, 1995. – 112 с.
216. *Соловьева Л. Ф.* Формирование информационно-технологической культуры учащихся на основе учебно-методических комплексов нового поколения : дис. ... канд. пед. наук / Л. Ф. Соловьева. – Санкт-Петербург, 2005. – 160 с.
217. *Солянкина Л. Е.* Учебно-методический комплекс как средство профессионального саморазвития студентов : дис. ... канд. пед. наук / Л. Е. Солянкина. – Волгоград, 1999. – 217 с.
218. *Сопин В. И.* Дидактическая система проектирования и комплексного применения средств обучения в профессиональных училищах и лицеях : дис. ... д-ра пед. наук [Текст] / В. И. Сопин. – СПб., 2000. – 419 с.
219. *Степакова В. В.* Современные подходы к преподаванию графических дисциплин в общеобразовательной и высшей школах России / В. В. Степакова, А. И. Кухарчук // Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика : междунаро. межвуз. науч.-метод. сб. тр. каф. граф. дисциплин. – Нижний Новгород, 2000. – Вып. 5. – С. 59-62.
220. *Субетто А. И.* Квалиметрия человека и образования: генезис, становление, развитие, проблемы и перспективы / А. И. Субетто :

- Квалиметрия в образовании: методология, методика и практика : матер. XI симпозиума. – Москва : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. – 97 с.
221. *Темерева М. Ю.* Особенности и возможности графической подготовки студентов в современных условиях / М. Ю. Темерева // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 131-135.
222. *Тихонов-Бугров Д. Е.* Не начертили / Д. Е. Тихонов-Бугров // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. I. – С. 59-65.
223. *Третьяков Д. В.* Педагогические условия развития самообразовательной деятельности студентов в процессе изучения графических дисциплин : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Д. В. Третьяков. – СПб., 2007. – 24 с.
224. *Трофимова Е. И.* Закономерности проектирования информационных образовательных технологий профессиональной подготовки / Е. И. Трофимова // Вестник ТГУ. – № 6. – 2007. – С. 45-47.
225. *Трубникова Л. И.* Адаптивный учебно-методический комплекс по начертательной геометрии как фактор повышения эффективности обучения / Л. И. Трубникова, Е. А. Орынина // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 227-231.
226. *Трухина В. Д.* Применение новых информационных технологий в преподавании начертательной геометрии / В. Д. Трухина // Материалы семинара-совещ. зав. граф. каф. вузов России. – Пенза, 1999. – С. 48-50.
227. *Туканов А. П.* Начертить и забыть / А. П. Туканов // Поиск. – 2007. –

- № 10. – С. 3-6.
228. *Туркина Л. В.* Графическая составляющая довузовской подготовки старшеклассников / Л. В. Туркина // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 106-113.
229. *Тхоржевський Д. О.* Методика трудового та професійного навчання / Д. О. Тхоржевський. – [4-е видання, перероблене і доповнене]. – Київ : РНЦ “ДІНІТ”, 2000 – 2001. – Ч. 2 : Загальні засади методики трудового навчання. – 2000. – 184 с.
230. *Фещук Ю. В.* Методика розвитку просторового мислення майбутніх учителів технологій засобами комп’ютерної графіки : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Ю. В. Фещук. – Київ, 2009. – 21 с.
231. *Филин А. Н.* О преподавании графических дисциплин в Сибирском Государственном Индустриальном Университете / А. Н. Филин // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 191-193.
232. *Филиппов П. В.* О преподавании в курсе начертательной геометрии элементов аналитической геометрии в пространстве / П. В. Филиппов // Сб. науч.-метод. ст. по начертательной геометрии и инженерной графике. – Москва : Высшая школа, 1974. Вып. 2. – С. 22-25.
233. *Философский энциклопедический словарь* / ред.-сост. Е. Ф. Губский, Г. В. Кораблева, В. А. Лутченко. – Москва : ИНФРА-М, 2006. – 576 с.
234. *Фокин Ю. Г.* Теорія и технология обучения: деятельный поход / Ю. Г. Фокин. – Москва : Академия, 2006. – 240 с.
235. *Фрейберг С. А.* Развитие познавательных способностей и самостоятельности студентов при изучении инженерной графики на основе внедрения компьютерных технологий : автореф. дис. ... канд.

- пед. наук : 13.00.02 / С. А. Фрейберг. – Москва, 2007. – 11 с.
236. *Хейфец А. Л.* Инженерная компьютерная графика. Опыт преподавания и широта взгляда / А. Л. Хейфец. – Москва : Диалог МИФИ, 2002. – 432 с.
237. *Хейфец А. Л.* Концепции нового учебного курса “Теоретические основы 3Dкомпьютерного геометрического моделирования” / А. Л. Хейфец // Проблемы геометрического моделирования в автоматизированном проектировании и производстве : сб. матер. 1й Междунар. науч. конф., Москва, 24–26 июня 2008 г. – Москва : издво МГИУ, 2008. – С. 373–377.
238. *Ходосов В. Г.* Исследование уровней пропедевтической графической подготовки первокурсников технического вуза / В. Г. Ходосов // Совершенствование подготовки учащихся в области графики, конструирования и стандартизации : межвуз. научно-метод. сб. ст. – Саратов, 2003. – С. 32-35.
239. *Христочевский С. А.* Методические основы проектирования электронных учебников / С. А. Христочевский // Проектирование образовательных информационных ресурсов, систем и технологий : сб. докладов, сообщений. – Москва, 1998. – С. 9-17.
240. *Хуторской А. В.* Принципы разработки и применения креативных технологий личностно-ориентированного дистанционного обучения [Текст] / А. В. Хуторской // “Интернет. Общество. Личность-99” : тез. док. межд. конф. – СПб. : ИОО, 1999. – С. 264-266.
241. *Чемоданова Т. В.* Интерес как движущая сила процесса графической подготовки студентов в системе “колледж-вуз” / Т. В. Чемоданова, Е. Ю. Ковалева // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 94-100.

242. *Чемоданова Т. В.* Информационно-технологическая составляющая организационно-методического обеспечения графической подготовки студентов технического вуза : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01, 13.00.08 / Чемоданова Татьяна Викторовна. – Екатеринбург, 2002. – 215 с.
243. *Чемоданова Т. В.* Синергетический подход к организованному и методическому обеспечению графического образования студентов технического вуза в условиях информатизации / Т. В. Чемоданова // Совершенствование подготовки учащихся в области графики, конструирования и стандартизации : межвуз. науч.-метод. сб. ст. – Саратов, 2005. – С. 106-109.
244. *Четверухин Н. Ф.* Проективная геометрия : учебник / Н. Ф. Четверухин. – Москва : Просвещение, 1969. – 368 с.
245. *Четверухин Н. Ф.* О некоторых методологических вопросах преподавания геометрии / Н. Ф. Четверухин. – Москва : Просвещение, 1955. – 82 с.
246. *Чопова Н. В.* Экспериментальная модель преподавания инженерной графики в системе формирования профессиональных качеств личности будущего специалиста при обучении в техническом вузе / Н. В. Чопова // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2011. – № 2. – С. 105–110.
247. *Чубарева М. В.* Особенности преподавания начертательной геометрии и инженерной графики с применением компьютерных технологий / М. В. Чубарева // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 42. – С. 139–147.
248. *Шабeka Л. С.* Исследование непрерывности и целостности графической подготовки учащихся высших и средних учебных заведений. Итоги и перспективы / Л. С. Шабeka // Матер, науч.-метод. конф. СНГ 19-21 мая 1992. – Минск, 1992. – С. 5-10.
249. *Шабeka Л. С.* Принципы разработки технологии обучения

- начертательной геометрии в вузе / Л. С. Шабека, О. В. Ярошевич // МНГЖ “Проблемы непрерывного многоуровневого профессионального образования: структура, технология, кадры”. – Минск, 1999 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://.college.unibel.by/seminar/default.htm>. – Загл. с экрана.
250. *Шадриков В. Д.* Философия образования и образовательные политики / В. Д. Шадриков. – Москва : Логос, 1993. – 181 с.
251. *Шангина Е. И.* Современное состояние геометро-графічної подготовки студентов технических университетов / Е. И. Шангина // Казанский педагогический журнал. – 2009. – № 7–8. – С. 5–11.
252. *Шебашев В. Е.* О работе кафедры начертательной геометрии и графики в условиях реализации подготовительного модуля / В. Е. Шебашев // Научно-методические проблемы графической подготовки в техническом вузе на современном этапе : матер. междунар. науч. метод. конф. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2010. – С. 223–227.
253. *Шебашев В. Е.* О графической подготовке студентов в условиях модернизации системы высшего образования / В. Е. Шебашев // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 7. – С. 71–74.
254. *Шпильовий Ю. В.* Загальні підходи до побудови інноваційної методичної системи навчання графічних дисциплін засобами інформаційних технологій / Ю. В. Шпильовий // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 21 : зб. наук. праць. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2010. – С. 246-251.
255. *Шпильовий Ю. В.* Загальні підходи побудови методичної системи навчання графічних дисциплін із використанням мережі Інтернет в рамках самоосвіти / Ю. В. Шпильовий // Науковий часопис

- Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 34 : зб. наук. праць. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. – С. 218-221.
256. *Шпильовий Ю. В.* Нові види медіа-комунікацій в системі педагогічної освіти (на прикладі 3D-технологій) / Ю. В. Шпильовий // Стратегія якості в промисловості і освіті : IX міжнародна конференція. – Том 3 / упор. : Т. С. Хохлова, В. А. Хохлов, Ю. А. Ступак. – Дніпропетровськ–Варна, 2013. – С. 550-553.
257. *Шпильовий Ю. В.* Особливості використання САПР у підготовці майбутніх учителів технологій / Ю. В. Шпильовий // Нова парадигма : [журнал наукових праць] / голов. ред. В. П. Бех ; Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова ; творче об'єднання “Нова парадигма”. – Випуск 127. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2015. – С. 233-236.
258. *Шпильовий Ю. В.* Проектування в інструментальному середовищі КОМПАС-3D в процесі підготовки майбутніх вчителів технологій / Ю. В. Шпильовий // Наукові записки : [зб. наук. статей] / М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова ; укл. Л. Л. Макаренко. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2014. – Випуск СХХ (120). – С. 178-186. – (Серія педагогічні та історичні науки).
259. *Шпильовий Ю. В.* Технології підвищення ефективності графічної підготовки майбутніх учителів технологій / Ю. В. Шпильовий // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 43 : зб. наук. праць. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2013. – С. 240-246.
260. *Электронный учебник по начертательной геометрии / Л. Г. Боброва,*

- А. В. Загноздин, В. А. Лалетин [и др.] // Сб. тр. семинара-совещ. зав. граф. каф. вузов России. – Пенза, 1999. – С. 146-150.
261. *Юркова Т. А.* Самостоятельная образовательная деятельность школьников с использованием нелинейных учебных текстов : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Т. А. Юркова. – Санкт-Петербург, 2003.
262. *Юсупова М. Ф.* Методика інтерактивного навчання графічних дисциплін у вищих навчальних закладах : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / М. Ф. Юсупова ; Ін-т педагогіки АПН України. – Київ, 2010. – 36 с.
263. *Юсупова М. Ф.* Застосування нових інформаційних технологій в графічній підготовці студентів вищих навчальних закладів : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Юсупова Маргарита Федорівна. – Одеса, 2002. – 245 с.
264. *Якиманская И. С.* Основы личностно ориентированного образования / И. С. Якиманская. – Москва : Бинوم. Лаборатория знаний, 2011. – 224 с.
265. *Якиманская И. С.* Развитие пространственного мышления школьников / И. С. Якиманская. – Москва, 1980. – 240 с.
266. *Якунин В. И.* Судьбу начертательной геометрии должны определять специалисты / В. И. Якунин, Г. С. Иванов // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов. РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 31-36.
267. *Якунин В. И.* Об особенностях чтения вводных лекций по начертательной геометрии / В. И. Якунин, Л. Г. Нартова // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе : сб. тр. Всерос. совещания зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ. – Челябинск, 2007. – Т. 1. – С. 87-90.

268. *Якунин В. И.* Проблемы и перспективы совершенствования дидактических основ обучения инженерным графо-геометрическим дисциплинам / В. И. Якунин, Г. Ф. Горшков // Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика : международ. межвуз. науч.-метод. сб. тр. каф. граф. дисциплин. – Нижний Новгород, 2000. – Выпуск 5. – С. 4-8.
- 269.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://3dsmart.com.ua/>
- 270.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://baltexim.ru/>
- 271.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://en.wikipedia.org/wiki/Stratasys>
- 272.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://labs.autodesk.com/technologies/fusion>
- 273.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://netfabb.com/basic.php>
- 274.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://sketchup.google.com/3dwarehouse/>
- 275.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.123dapp.com/Gallery/>
- 276.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.3dvia.com/users/models>
- 277.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.autodesk.ru>.
- 278.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.blender.org>
- 279.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.freecadweb.org>
- 280.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.openscad.org>
- 281.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.printcad.ru>.
- 282.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.shapeways.com/gallery>
- 283.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.sketchup.com>
- 284.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.thingiverse.com>
- 285.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ito.vspu.net/>

286. *Grenander U.* Toward a theory of patterns, Symp. on Probability Methods in Analysis / U. Grenander. – Berlin, 1967.

ДОДАТКИ

Додаток А

SunRav TestOfficePro

SunRav TestOfficePro – пакет програм для створення тестів, проведення тестування й обробки результатів тестування. За допомогою SunRav TestOfficePro можлива організація та проведення тестування, іспитів у будь-яких освітніх установах (вузи, коледжі, школи) з метою виявлення рівня знань з будь-яких навчальних дисциплін. До пакету SunRav TestOfficePro входять такі модулі (рис. 1):



Рис. 1. Послідовність роботи з програмами пакету SunRav TestOfficePro

Модуль *tMaker* – призначений для створення тестів (рис. 2).

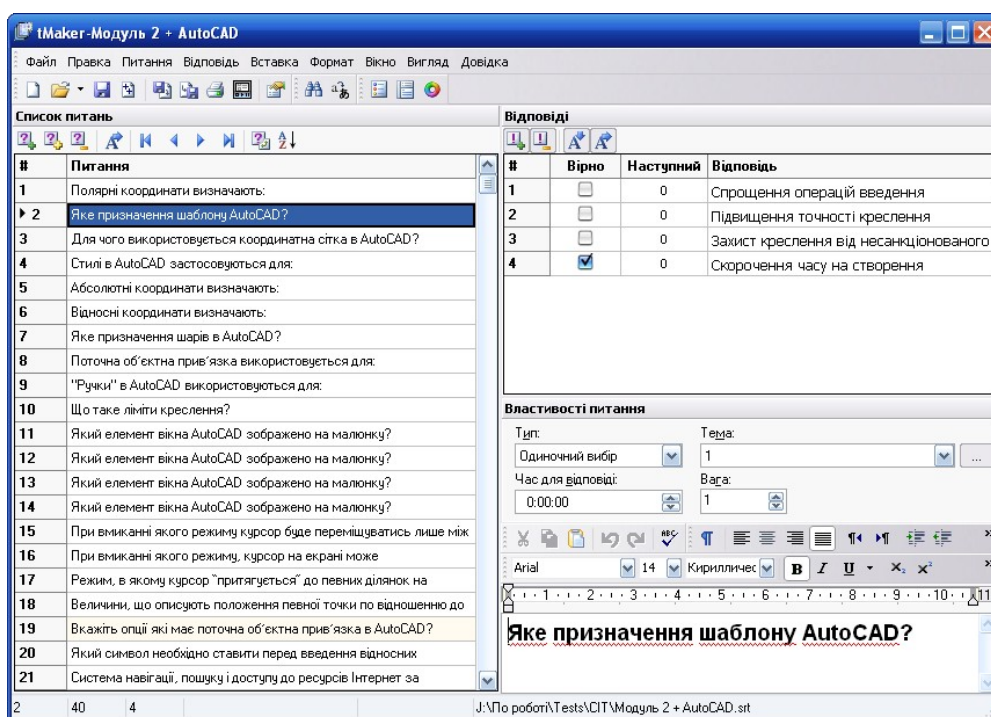


Рис. 2. Модуль tMaker, який входить до пакету SunRav TestOfficePro

Цей модуль дає змогу створювати і редагувати тести. Можливе імпортування тестів, створених у текстовому редакторі або редакторі електронних таблиць. Для захисту від несанкціонованого доступу на тест можна встановити пароль. Питання і варіанти відповідей можна повноцінно форматувати, використовуючи для цього вбудований текстовий редактор, що за своїми функціями аналогічний текстовому процесору MS Word. У тестах можливе використання 5 типів питань: одиночний вибір, множинний вибір, відкрите питання, відповідність, упорядкований список (рис. 3).

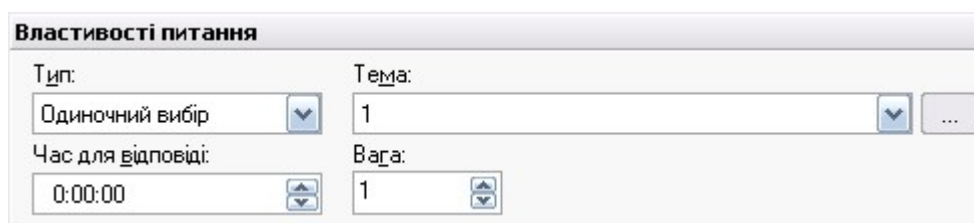


Рис. 3. Типи питань в програмі SunRav TestOfficePro

Тест може бути розділений на декілька тем. При цьому є можливість

проводити тестування окремо з кожної теми. Для кожного питання в створеному тесті є можливість встановити певну кількість балів, які отримає респондент у випадку правильної відповіді. Також тестування можна обмежити за часом – як для всього тесту, так і для кожного питання окремо. Кількість тестувань для одного тестованого також можна обмежити. Налаштування цієї програми дають змогу встановити шкалу оцінювання відповідно до набраних балів або відсотків. Шкала оцінювання встановлюється у додатковому вікні “Теми і оцінки” (рис. 4). До тесту можна додати різноманітні об’єкти: зображення, формули, схеми, таблиці, аудіо- та відеофайли, HTML документи і будь-які OLE документи.

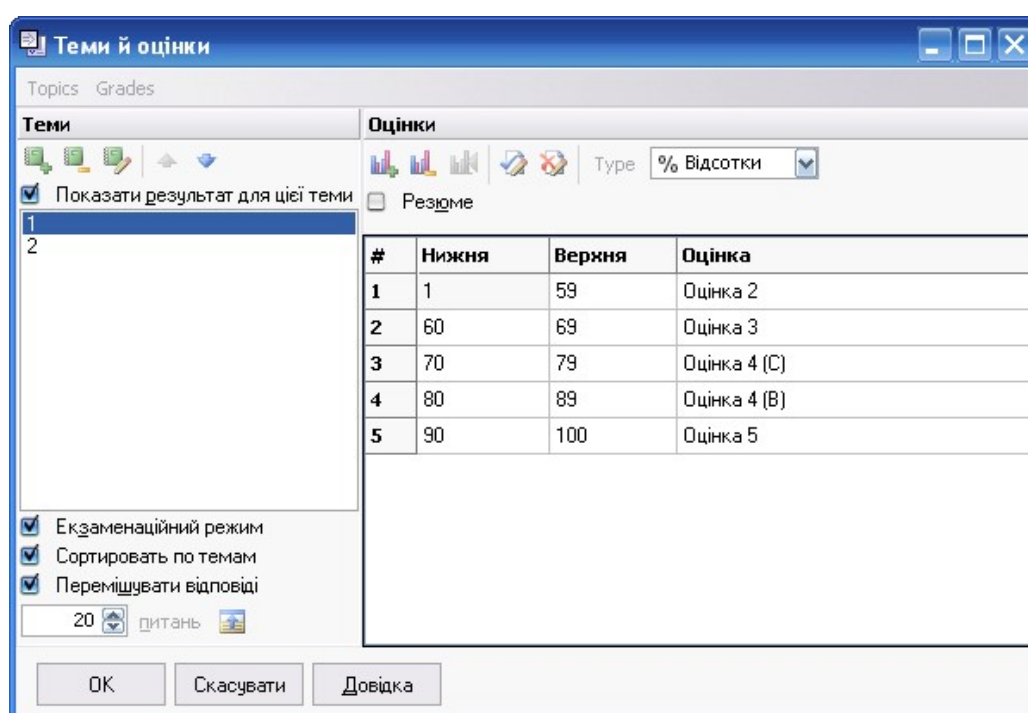


Рис. 4. Вікно програми SunRay TestOfficePro “Теми і оцінки”

tTester – програма для проведення тестування має максимально простий інтерфейс і широкі можливості з налаштування (рис. 5).

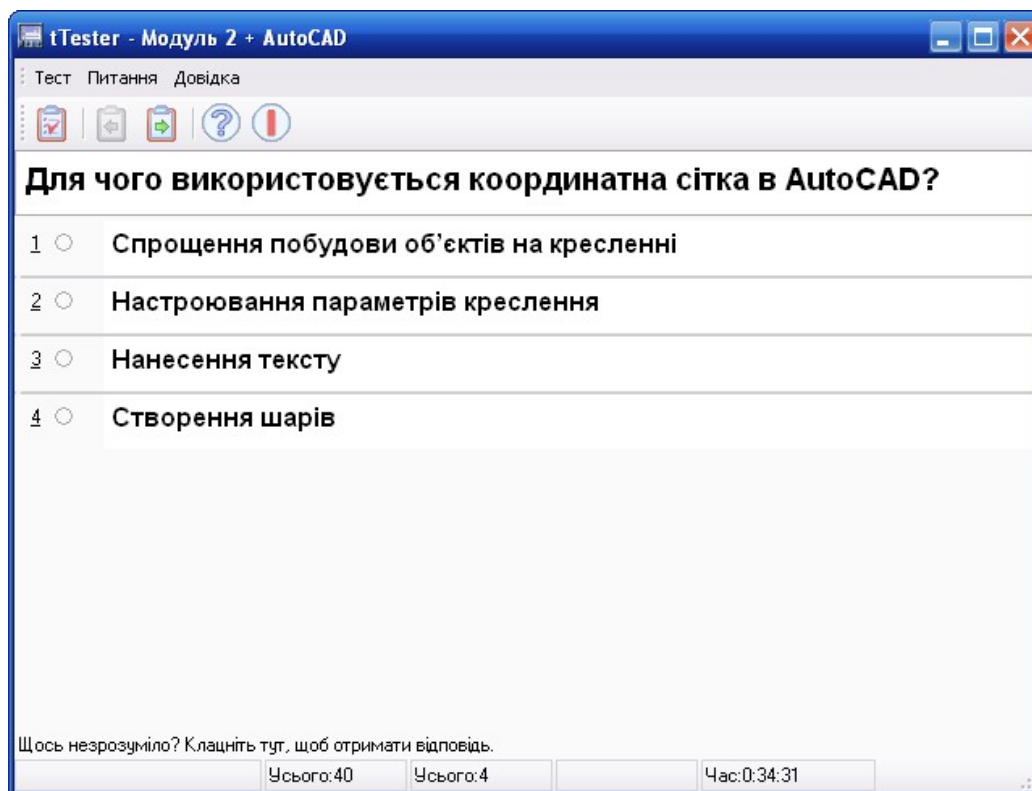


Рис. 5. Вікно програми tTester

Зовнішній вигляд програми tTester можна змінити за допомогою таких параметрів: автоматичний вибір відповіді, показувати панель інструментів, виділяти відповідь кольором, встановити позицію мультимедійного вікна, налаштувати шрифти тощо. Основні налаштування програми tTester містить такі параметри: дозвіл на реєстрацію нового користувача, сховати вміст робочого столу під час тестування, заборонити вихід із програми під час тестування, дозволити вибір розділу тесту, дозволити або заборонити пропуск питання тощо (рис. 6).

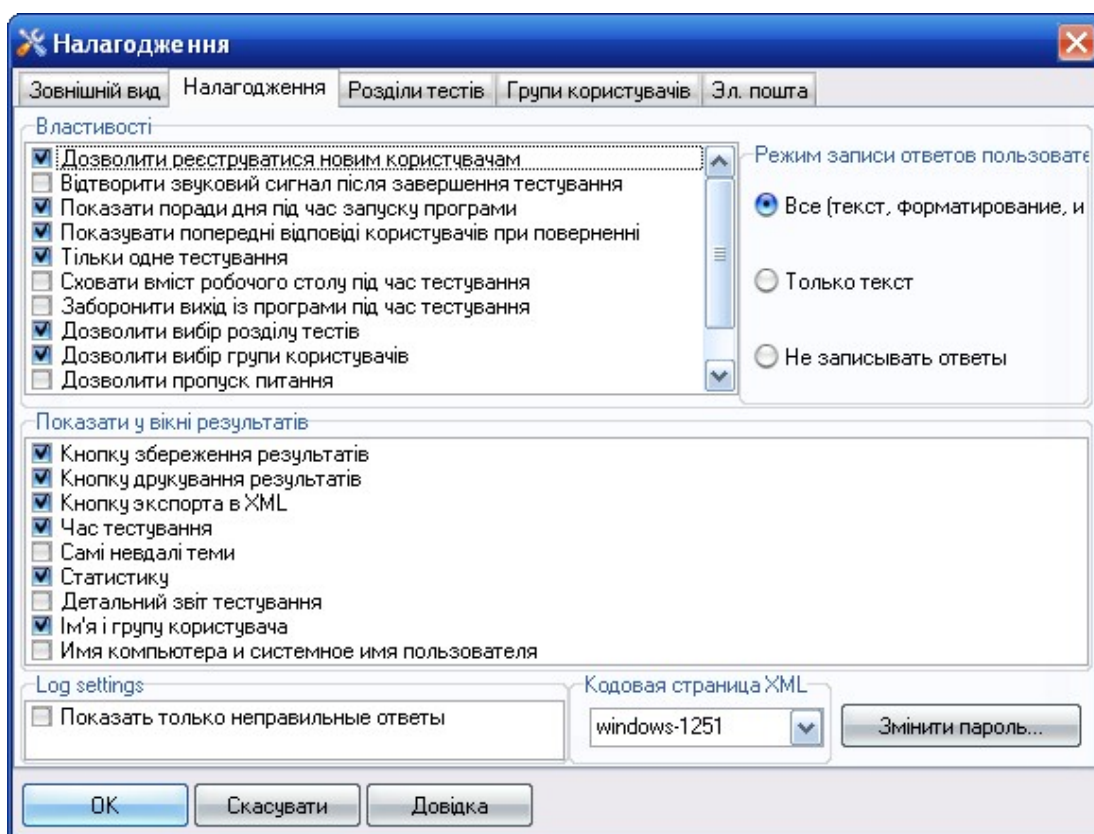


Рис. 6. Вікно налаштування програми tTester

tAdmin – програма для віддаленого адміністрування користувачів і обробки результатів тестування. Ця програма дає змогу переглядати або друкувати результати тестування користувача, а також створювати, друкувати, редагувати, експортувати звіти з тестування груп користувачів. Можливе створення матриці відповідей.

Пакет SunRay TestOfficePro дає можливість створювати лінійні, розгалужені та психологічні тести.

Створення електронного підручника засобами SunRay BookOffice

Засоби інформаційно-комунікаційних технологій в освіті спонукали до появи нових освітніх технологій і форм навчання, що базуються на електронних засобах обробки і передачі інформації. Такі засоби надають можливість створювати різноманітний довідковий та ілюстративний матеріал, представлений у вигляді: тексту, графіки, анімації, звукової та відеоінформації. Інтерактивні комп'ютерні програми активізують всі види діяльності людини: розумову, мовну, фізичну, перцептивну, що прискорює процес засвоєння матеріалу. Комп'ютерні тренажери сприяють отриманню практичних навичок. Інтерактивні тестуючі системи аналізують якість знань. Загалом, застосування мультимедіа засобів дає змогу побудувати таку схему навчання, в якій розумне поєднання звичайних і комп'ютерних форм організації навчального процесу дає нову якість у передачі і засвоєнні системи знань.

Серед електронних засобів навчального призначення особливе значення займають електронні навчально-методичні комплекти (ЕНМК). ЕНМК містить не тільки теоретичний матеріал, але й практичні завдання, тести, гіперпосилання, аудіо та відео файли тощо. Створення ЕНМК має особливе значення, оскільки дає можливість комплексно підходити до вирішення основних дидактичних завдань.

Основою ЕНМК є його інтерактивна частина, яка може бути реалізована тільки на комп'ютері. До неї входять:

- електронний підручник;
- електронний довідник;
- тренажерний комплекс (комп'ютерні моделі, конструктори і тренажери);
- електронний лабораторний практикум;
- комп'ютерна система-тест.

Розглянемо коротко призначення, склад і технологію створення електронного підручника засобами SunRay BookOffice.

Пакет програм SunRay BookOffice призначений для створення і перегляду різних електронних книг і підручників. Складається з двох модулів:

SunRay BookEditor – призначений для створення редагування електронних книг і підручників.

SunRay BookReader – призначений для перегляду електронних книг і підручників.

Програма SunRav BookEditor (рис. 1) призначена для створення і редагування різноманітних електронних книг і підручників; дає змогу експортувати електронні книг в різноманітні формати – CHM, HTML, PDF, а також компілювати в EXE-файли.

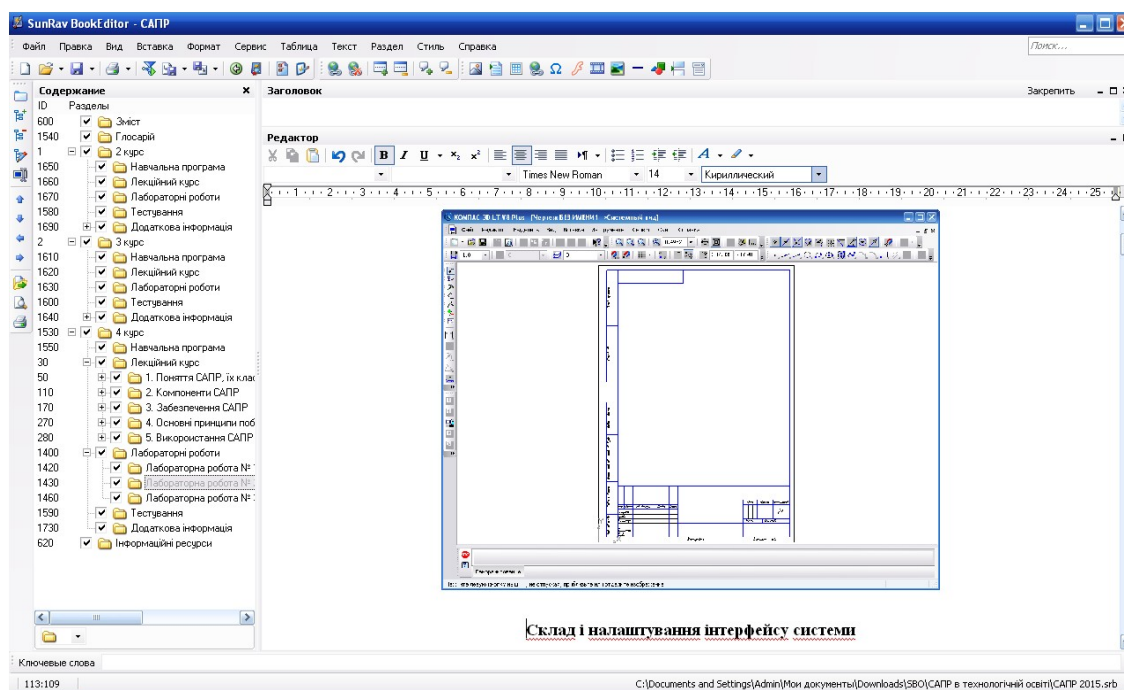


Рис. 1. Вікно налаштування програми SunRav BookEditor

В електронних книгах можливо використовувати всю потужність сучасних мультимедійних форматів: аудіо- та відео- файли, графічні зображення (PNG, JPEG, GIF (в тому числі анімовані), Flash, будь-які OLE об'єкти тощо.

Програма для створення і редагування (SunRav BookEditor) обладнана вбудованою системою перевірки орфографії. Потужна система посилань дає можливість створювати посилання з будь-якого місця на: розділи поточної книги, інші книги, тести (створені за допомогою програми tTester), на інтернет-сторінки або будь-які інші документи.

Інші можливості: вставляння та редагування таблиць, імпорт всіх документів з однієї папки з автоматичним створенням розділів, імпорт книг з CHM-файлів, вставка зображень, відео-, аудіо- файлів, спеціальних символів, роликів YouTube, Flash і GIF, швидкий перегляд створеної книги в програмі SunRav BookReader (рис. 2).

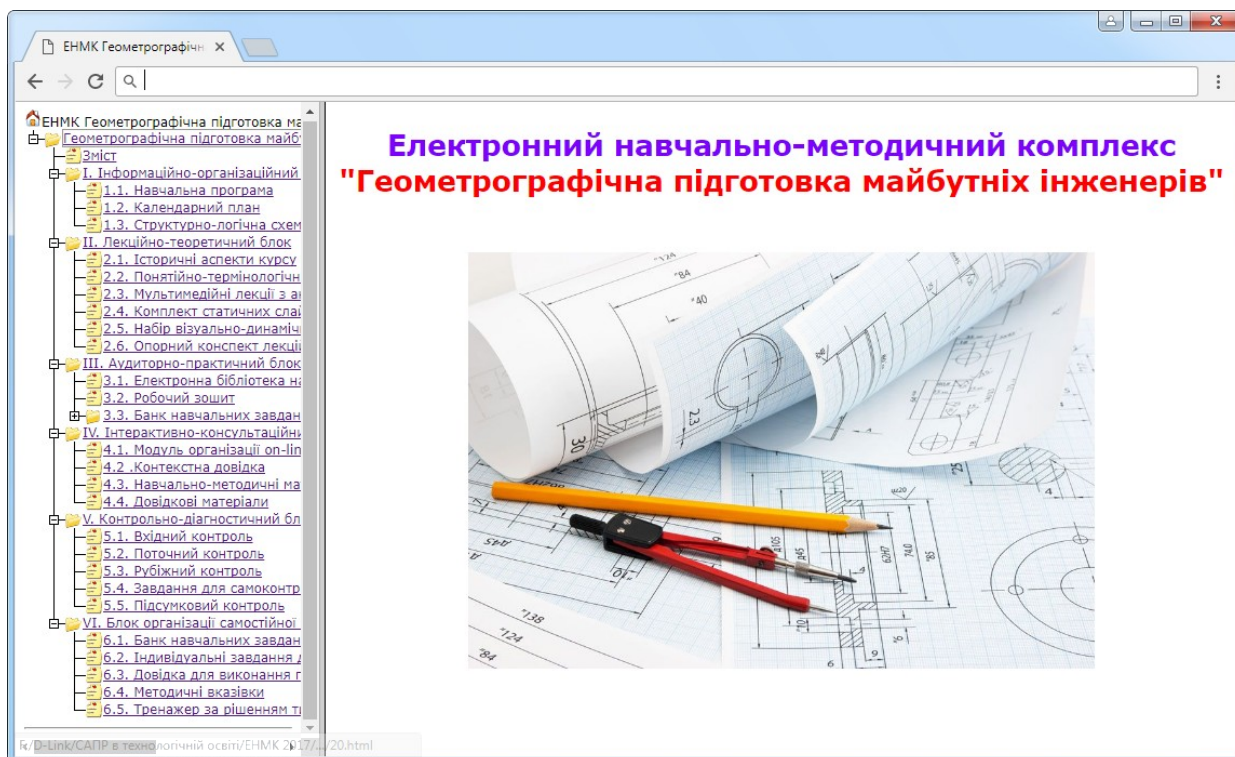
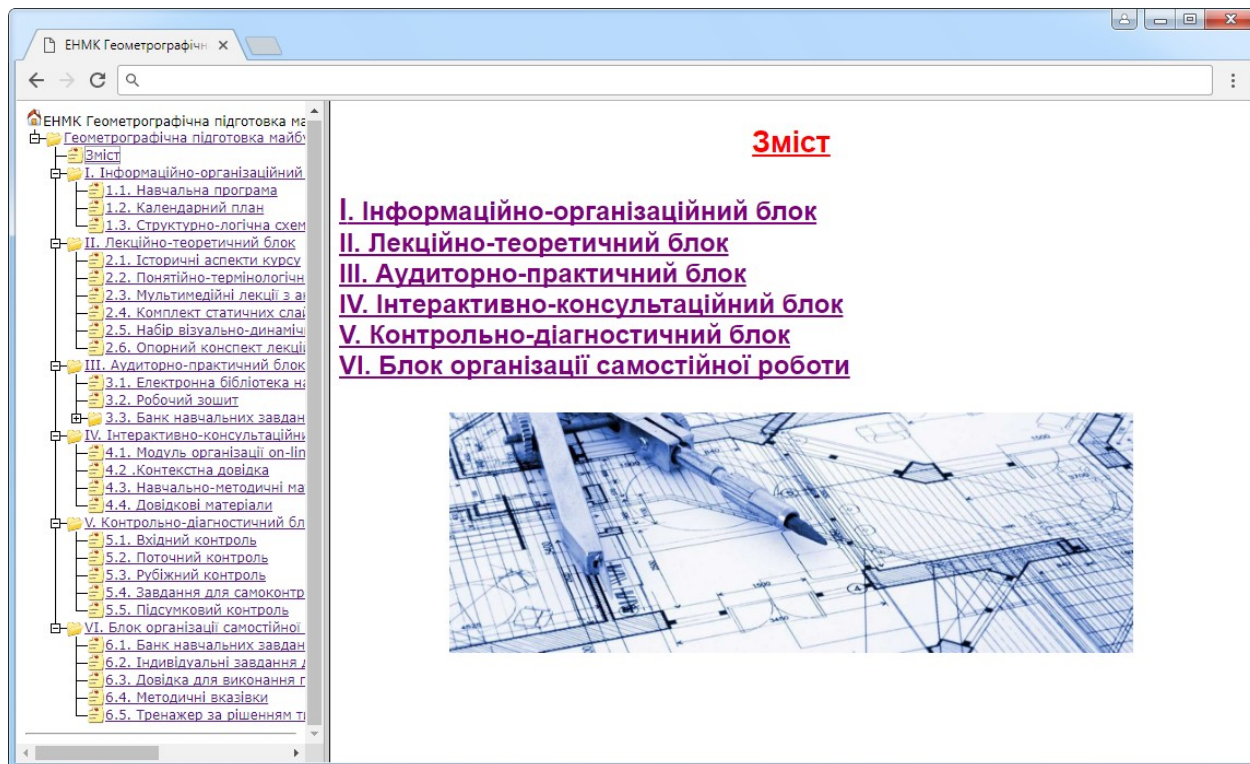


Рис. 2. Вікно ЕНМК "Геометрографічна підготовка майбутніх інженерів" створено за допомогою програми SunRay BookEditor



ЕНМК Геометрографічн

ЕНМК Геометрографічна підготовка

Геометрографічна підготовка ма

Зміст

I. Інформаційно-організаційн

II. Лекційно-теоретичний блс

2.1. Історичні аспекти курсу

2.2. Понятійно-термінологіч

2.3. Мультимедійні лекції

2.4. Комплект статичних с

2.5. Набір візуально-динам

2.6. Опорний конспект лек

III. Аудиторно-практичний бл

3.1. Електронна бібліотека

3.2. Робочий зошит

3.3. Банк навчальних завд

IV. Інтерактивно-консультаці

4.1. Модуль організації оп

4.2. Контекстна довідка

4.3. Навчально-методичні

4.4. Довідкові матеріали

V. Контрольно-діагностичний

5.1. Вхідний контроль

5.2. Поточний контроль

5.3. Рубіжний контроль

5.4. Завдання для самоко

5.5. Підсумковий контрол

VI. Блок організації самостійн

6.1. Банк навчальних завд

6.2. Індивідуальні завданн

6.3. Довідка для виконанн

6.4. Методичні вказівки


6.5. Тренажер за рішеннян

I. Інформаційно-організаційний блок

1.1. Навчальна програма

1.2. Календарний план

1.3. Структурно-логічна схема курсу



ЕНМК Геометрографічн

ЕНМК Геометрографічна підготовка

Геометрографічна підготовка ма

Зміст

I. Інформаційно-організаційн

II. Лекційно-теоретичний блок

2.1. Історичні аспекти курсу

2.2. Понятійно-термінологічний словник

2.3. Мультимедійні лекції з анімацією

2.4. Комплект статичних слайдів

2.5. Набір візуально-динамічних алгоритмів вирішення типових завдань

2.6. Опорний конспект лекцій

III. Аудиторно-практичний бл

3.1. Електронна бібліотека

3.2. Робочий зошит

3.3. Банк навчальних завд

IV. Інтерактивно-консультаці

4.1. Модуль організації оп

4.2. Контекстна довідка

4.3. Навчально-методичні

4.4. Довідкові матеріали

V. Контрольно-діагностичний

5.1. Вхідний контроль

5.2. Поточний контроль

5.3. Рубіжний контроль

5.4. Завдання для самоко

5.5. Підсумковий контрол

VI. Блок організації самостійн


6.1. Банк навчальних завд

6.2. Індивідуальні завданн

6.3. Довідка для виконанн

6.4. Методичні вказівки

6.5. Тренажер за рішеннян



ЕНМК Геометрографічн

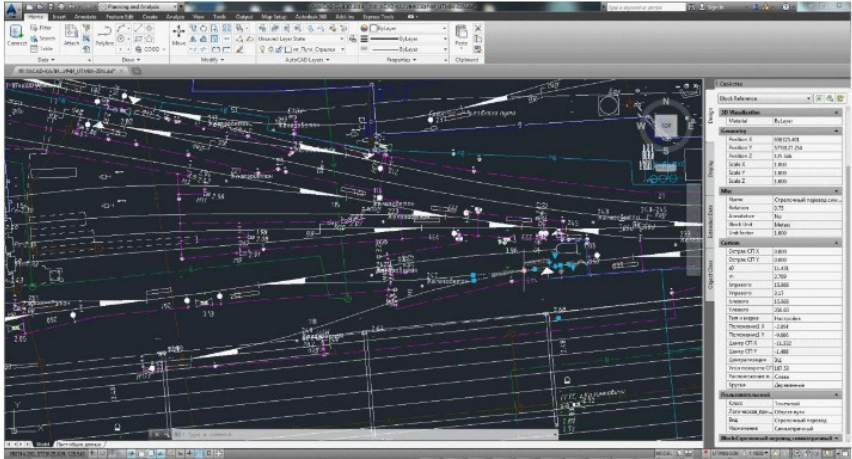
ЕНМК Геометрографічна підготовка
 Геометрографічна підготовка май
 Зміст
 I. Інформаційно-організаційн
 II. Лекційно-теоретичний бл
 III. Аудиторно-практичний бл
 IV. Інтерактивно-консультацій
 V. Контрольно-діагностичний
 5.1. Вхідний контроль
 5.2. Поточний контроль
 5.3. Рубіжний контроль
 5.4. Завдання для самокон
 5.5. Підсумковий контроль
 VI. Блок організації самостійн
 6.1. Банк навчальних завд
 6.2. Індивідуальні завданн
 6.3. Довідка для виконанн
 6.4. Методичні вказівки
 6.5. Тренажер за рішенням

III. Аудиторно-практичний блок

3.1. Електронна бібліотека навчальних роликів

3.2. Робочий зошит

3.3. Банк навчальних завдань



ЕНМК Геометрографічн

ЕНМК Геометрографічна підготовк
 Геометрографічна підготовка м
 Зміст
 I. Інформаційно-організацій
 II. Лекційно-теоретичний бл
 III. Аудиторно-практичний бл
 3.1. Електронна бібліотека
 3.2. Робочий зошит
 3.3. Банк навчальних зав
 IV. Інтерактивно-консульта
 V. Контрольно-діагностичн
 VI. Блок організації самостій
 6.1. Банк навчальних зав
 6.2. Індивідуальні завдан
 6.3. Довідка для виконан
 6.4. Методичні вказівки
 6.5. Тренажер за рішенн

Рис. 4. Результат 3D-моделювання

7. Виконання скруглення твердотілого об'єкту

Перейдіть в режим створення 3D об'єктів

Виберіть команду «Скруглення».

Вкажіть параметри радіуса заокруглення 5 мм.

Вкажіть кромки, що підлягають заокругленню (рис. 5).

Підтвердіть побудову кнопкою «Закрийте».

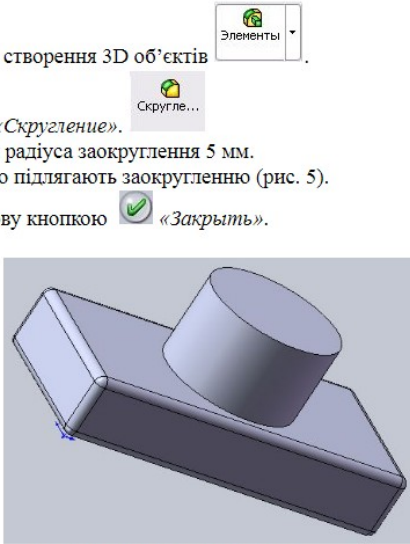


Рис. 5. Виконання команди «С


F5FT Smart Security

ЕНМК Геометрографічн

ЕНМК Геометрографічна підготовка
 Геометрографічна підготовка май
 Зміст
 I. Інформаційно-організаційни
 II. Лекційно-теоретичний блок
 III. Аудиторно-практичний бл
 IV. Інтерактивно-консультацій
 V. Контрольно-діагностичний
 VI. Блок організації самостійн

IV. Інтерактивно-консультаційний блок

[4.1. Модуль організації on-line консультацій](#)
[4.2. Контекстна довідка](#)
[4.3. Навчально-методичні матеріали](#)
[4.4. Довідкові матеріали](#)



ЕНМК Геометрографічн

ЕНМК Геометрографічна підготовка
 Геометрографічна підготовка май
 Зміст
 I. Інформаційно-організаційни
 II. Лекційно-теоретичний блок
 III. Аудиторно-практичний бл
 IV. Інтерактивно-консультацій
 V. Контрольно-діагностичний
 VI. Блок організації самостійн

V. Контрольно-діагностичний блок

[5.1. Вхідний контроль](#)
[5.2. Поточний контроль](#)
[5.3. Рубіжний контроль](#)
[5.4. Завдання для самоконтролю](#)
[5.5. Підсумковий контроль](#)

tTester

Тест Питання Довідка

Почати тестування

Показати довідку із використання програми

Завершити роботу із програмою

F:/D-Link/CAПР в технологічній освіті/ЕНМК 2017/.../10.html

ЕНМК Геометрографічна підготовка

Геометрографічна підготовка май

- Зміст
- I. Інформаційно-організаційни
- II. Лекційно-теоретичний блок
- III. Аудиторно-практичний бл
- IV. Інтерактивно-консультацій
- V. Контрольно-діагностичний с
 - 5.1. Вхідний контроль
 - 5.2. Поточний контроль
 - 5.3. Рубіжний контроль
 - 5.4. Завдання для самокон
 - 5.5. Підсумковий контроль
- VI. Блок організації самостійни
 - 6.1. Банк навчальних завд
 - 6.2. Індивідуальні завданн
 - 6.3. Довідка для виконанн
 - 6.4. Методичні вказівки
 - 6.5. Тренажер за рішенням

VI. Блок організації самостійної роботи

- 6.1. Банк навчальних завдань
- 6.2. Індивідуальні завдання до графічних робіт
- 6.3. Довідка для виконання практичних завдань
- 6.4. Методичні вказівки
- 6.5. Тренажер за рішенням типових завдань

