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

На правах рукопису

УДК 387.016:[62/68:004.4 24] (043.3)

Шпильовий Юрій Вікторович

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ

13.00.02 – теорія та методика навчання (технічні дисципліни)

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник –
Макаренко Леся Леонідівна,
доктор педагогічних наук,
професор

Київ – 2015

ЗМІСТ

ВСТУП 4

РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ..... 15

1.1. Історичний аналіз та класифікація систем автоматизованого проектування..... 15

1.2. Термінологічний аналіз основних понять дослідження 43

1.3. Графічна підготовка як передумова вивчення методики навчання систем автоматизованого проектування 68

1.4. Концепція методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій 75

1.5. Визначення оптимальних пакетів програм комп'ютерної графіки та САПР для ефективної підготовки вчителів технологій..... 88

Висновки до першого розділу 93

РОЗДІЛ ІІ. НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ АСПЕКТ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ 96

2.1. Електронний навчально-методичний комплекс як складова методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій..... 96

2.2. Інформаційно-дидактичне забезпечення процесу навчання майбутніх учителів технологій систем автоматизованого проектування 110

2.3. Принципи добору і структурування змісту навчального матеріалу методики навчання САПР майбутніх учителів технологій за допомогою 3D-технологій 122

2.3.1. КОМПАС 3D при вивченні дисципліни "Комп'ютерна графіка"..... 122

2.3.2. Системи AutoCAD-3D і SolidWorks- 3D в процесі вивчення спецпрактикум "САПР в технологічній освіті"..... 133

2.3.3. Технології 3D-друку..... 161

Висновки до другого розділу 175

РОЗДІЛ ІІІ. ОРГАНІЗАЦІЯ І РЕЗУЛЬТАТИ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОРСЬКОЇ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ 178

3.1. Результати дослідно-експериментальної роботи 181

3.2. Методичне забезпечення методики навчання систем автоматизованого проектування..... 197

3.3. Динаміка готовності майбутніх учителів технологій використовувати САПР під час навчального процесу..... 202

Висновки до третього розділу..... 211

ВИСНОВКИ..... 214

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 218

ДОДАТКИ 239

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Соціопрофесійна затребуваність учителя технологій XXI століття – основна вимога сьогодення. Вища педагогічна школа потребує вдосконалення відповідно до потреб сучасного інформаційного суспільства, досягнень діючих методик, спрямованих на реалізацію соціального замовлення суспільства, розвитку науки і техніки. Важливою складовою фахової підготовки майбутнього вчителя технологій є формування конкуренто спроможного спеціаліста, що володіє засобами інформаційно-комунікаційних технологій та здатен ефективно їх використовувати у своїй професійно-педагогічній діяльності.

Концепцію інформатизації сфери освіти в Україні відображено в різних державних програмах та нормативних документах – Законах України “Про інформацію”, “Про захист інформації в автоматизованих системах”, “Про Концепцію Національної програми інформатизації”, “Про Національну програму інформатизації”, “Про заходи щодо вдосконалення державної інформаційної політики та забезпечення інформаційної безпеки України”, Державній цільовій науково-технічній програмі “Впровадження і застосування грід-технологій на 2009–2013 роки”, “Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки”, “Концептуальні засади розвитку педагогічної освіти України та її інтеграції в Європейський освітній простір”; Концепції розвитку освіти України на період 2015–2025 років.

Проблеми підготовки вчителя в галузі інформаційних технологій постійно перебувають у центрі уваги науковців. Дослідженню теоретичних і методичних питань щодо використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій в сучасних умовах присвячено праці Н. В. Апатової, Л. П. Бабенко, Т. В. Биковського, Б. С. Гершунського,

А. П. Єршова, М. І. Жалдака, Ю. О. Жука, Л. Л. Макаренко, С. А. Маркова, В. М. Монахова, Н. В. Морзе, С. А. Ракова, Ю. С. Рамського, О. М. Спіріна, Ю. В. Триуса, С. М. Яшанова та інших. Психолого-педагогічні аспекти використання інформаційних технологій у навчальному процесі розкрито у науковому доробку О. М. Леонтьєва, Ю. І. Машбиця, В. В. Рубцова, Н. Ф. Тализіної.

Процес інформатизації освіти відкриває нові можливості у використанні засобів інформаційно-комунікаційних технологій. Технічні можливості сучасних програмно-апаратних засобів відкривають принципово нові горизонти навчання систем автоматизованого проектування, автоматизуючи та спрощуючи графічну діяльність людини, створюючи сприятливі умови для навчання, вносячи суттєві корективи у традиційні технології навчання. Тому однією з важливих складових підготовки майбутніх учителів технологій має стати використання систем автоматизованого проектування.

Системи автоматизованого проектування як процес проектування з використанням складних засобів машинної графіки, які підтримуються пакетами програмного забезпечення, застосовуються для вирішення аналітичних, кваліфікаційних, економічних і ергономічних проблем, пов’язаних із проектною діяльністю, за допомогою комп’ютерів. Зміст систем автоматизованого проектування змінюється і якісно (наукові досягнення в галузі інформаційних технологій), і кількісно (поява нових програмних засобів). Окрім того, системи автоматизованого проектування – багатогранні і складаються з декількох самостійних, проте взаємопов’язаних розділів. Все це робить їх перевантаженими інформацією та призводить до їх поверхневого вивчення. Якщо теоретичні відомості ще можна “вивчити”, то отримати стійкі практичні навички при існуючій методиці навчання САПР – неможливо. Саме тому постає питання щодо впровадження наскрізної методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій.

Проблемами фахової підготовки вчителів технологічної освіти займалися: В. І. Андріяшин, А. В. Вихрущ, І. С. Волощук, О. І. Гедвілло, А. М. Гедзик, Р. С. Гуревич, В. І. Гусєва, П. В. Дмитренко, І. В. Жерноклєєв, Д. Е. Кільдеров, О. М. Коберник, М. С. Корець, В. В. Кузьменко, В. Г. Лола, В. М. Мадзігон, Л. В. Оршанський, В. К. Сидоренко, Л. А. Сидорчук, В. М. Слабко, В. В. Стешенко, Г. В. Терещук, В. П. Титаренко, Д. О. Тхоржевський, В. В. Юрженко, М. С. Янцур та інші.

Питання використання систем автоматизованого проектування у підготовці фахівців педагогічної галузі, розглядалися в роботах: А. П. Верхоли, Р. М. Горбатюка, О. М. Джеджули, В. В. Карабачевського, М. М. Козяра, В. С. Кошелєвої, М. М. Ожга, Г. О. Райковської, Г. І. Сажко, Я. О.Слободян, О. В. Слободянюк, М. Ф. Юсупової та інші.

Дослідженням питань використання систем автоматизованого проектування в процесі підготовки майбутніх учителів технологій займалися: В. П. Герасимчук, О. А. Крайнова, Т. М. Князєва, С. С. Марченко, І. Д. Нищак, Ю. І. Притула, Н. В. Федотова, Ю. В. Фещук, Р. В. Чепок, Л. Д. Шевчук та інші.

Аналізуючи дослідження з проблеми навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій, можна стверджувати, що, незважаючи на значну кількість робіт, присвячених цій тематиці, питання методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій досліджені недостатньо. Аналіз науково-методичної літератури показав, що нині немає єдиних поглядів щодо природи феномену “системи автоматизованого проектування в технологічній освіті”.

Водночас, проведений аналіз змісту підготовки навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій дав змогу визначити існуючі суперечності:

– між розвитком ідей використання систем автоматизованого проектування і складністю їх методичного впровадження в практику педагогічної освіти;

– між зростаючими вимогами до рівня інформатично-графічної компетентності майбутніх учителів технологій і відсутністю науково обґрунтованої методики навчання систем автоматизованого проектування;

– між необхідністю навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій і наявністю відповідного навчально-методичного забезпечення.

Недостатня теоретична і методична розробленість проблеми зумовила вибір теми дослідження: **“*Методика навчання систем автоматизованого проектування в процесі підготовки майбутніх учителів технологій*”.**

Зв’язок роботи з науковими програмами, темами. Дисертаційне дослідження виконане відповідно до тематичного плану досліджень Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (протягом 2009-2015 рр.) і є складовою дослідницької теми “Формування інформатичних компетентностей майбутніх учителів” (реєстраційний державний номер 0115U000551). Тему дослідження затверджено Вченою радою Національного педагогічного університет імені М. П. Драгоманова (протокол № 12 від 26 квітня 2013 р.) та погоджено на засіданні бюро Міжвідомчої ради з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук Національної академії педагогічних наук України (протокол № 9 від 23 грудня 2014 р.).

Об’єкт дослідження – фахова підготовка майбутніх учителів технологій.

Предмет дослідження – зміст, форми і методи навчання систем автоматизованого проектування в процесі підготовки майбутніх учителів технологій.

Мета дослідження – спроектувати, обґрунтувати та експериментально перевірити авторську методику навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій.

Завдання дослідження:

1) проаналізувати стан досліджуваної проблеми у філософській,

психолого-педагогічній, науково-методичній та спеціальній літературі;

2) визначити роль і місце систем автоматизованого проектування у змісті фахової підготовки майбутніх учителів технологій;

3) розробити навчальну програму спецпрактикуму “Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті”; електронний навчально-методичний комплекс, який сприятиме підвищенню рівня готовності майбутніх учителів технологій до використання систем автоматизованого проектування у подальшій професійно-педагогічній діяльності;

4) спроектувати, обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність авторської методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій;

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

теоретичні – аналіз наукової, методичної та психолого-педагогічної літератури з теми дослідження для розкриття поняття “системи автоматизованого проектування в технологічній освіті”; класифікація та систематизація теоретичних та експериментальних даних для визначення концептуальних засад дослідження; аналіз програмних засобів для вивчення систем автоматизованого проектування з погляду доцільності їхнього використання в навчальному процесі; теоретичне моделювання структури та змісту спецпрактикуму “Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті”, що дало змогу систематизувати теоретичні матеріали за темою дослідження;

емпіричні – методи масового збору інформації (педагогічне спостереження, опитування, анкетування, порівняння, тестування, бесіди) використовувалися з метою визначення рівня готовності майбутніх учителів технологій до застосування систем автоматизованого проектування для виконання 3D-проектування та виготовлення креслярської документації;

педагогічний експеримент (пошуковий, констатувальний, формувальний) з метою апробації спроектованої авторської методики, її коригування, уточнення та експериментального впровадження в практику вищих педагогічних навчальних закладів; опрацювання результатів педагогічного експерименту.

Етапи дослідження. Дослідження здійснювалося впродовж 2009-2015 рр. та охоплювало три етапи науково-педагогічного пошуку.

На першому етапі – *пошуково-аналітичному* (2009-2011 рр.) – проаналізовано психолого-педагогічну, науково-методичну, навчальну та нормативну літературу в аспекті досліджуваної проблеми; проведено систематизацію й первинне узагальнення результатів її вивчення; визначено актуальність теми дослідження та вихідні методологічні та теоретичні положення; сформульовано об’єкт, предмет та мету дослідження; здійснено вивчення готовності майбутніх учителів технологій до використання систем автоматизованого проектування.

Під час другого етапу – *дослідно-експериментального* (2012-2014 рр.) – визначено рівень готовності майбутніх учителів технологій щодо використання САПР у своїй майбутній професійно-педагогічній діяльності, а також основне інформаційно-дидактичне забезпечення, що зумовлює інтенсифікацію процесу готовності майбутніх учителів технологій щодо використання систем автоматизованого проектування у процесі навчання; підготовлено і проведено експериментальне дослідження; спроектовано і впроваджено авторську методику навчання САПР для студентів-бакалаврів за напрямом підготовки “Технологічна освіта” із використанням спеціального програмного забезпечення; визначено умови, необхідні для її ефективного впровадження в навчальний процес; проаналізовано, систематизовано та узагальнено отримані основні експериментальні дані; інтегровано електронний навчально-методичний комплекс (ЕНМК) “Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті” в методику навчання систем автоматизованого проектування.

На третьому етапі – *теоретико-узагальнюючому* (2014-2015 рр.) – опрацьовано дослідницькі матеріали, узагальнено результати педагогічного експерименту, сформульовано теоретичні висновки про спроектовану авторську методику навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій у вищих педагогічних навчальних закладах, встановлено її ефективність у вирішенні поставлених завдань дослідження; розкрито переваги авторської наскрізної методики над традиційною; оформлено результати отриманих експериментальних даних. Результати попередніх етапів дали можливість провести корекцію методичних висновків, отриманих на попередніх етапах дослідження, зроблено систематизацію результатів дослідження та їхню інтерпретацію, сформульовано загальні висновки.

Експериментальна база дослідження. Дослідно-експериментальною базою було обрано Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка та Державний вищий навчальний заклад “Донбаський державний педагогічний університет”.

Дослідно-експериментальна робота проводилася протягом 2010-2014 рр. Всього в експерименті брали участь 255 студентів освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” напряму підготовки “Технологічна освіта”.

Методологічну основу дослідження становлять: *нормативні документи в галузі освіти* (Державна національна програма “Освіта. Україна XXI століття”, Закони України “Про загальну середню освіту”, “Про вищу освіту”, “Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки”, Національна доктрина розвитку освіти України у XXI столітті, Державна програма “Вчитель”, “Концептуальні засади розвитку педагогічної освіти України та її інтеграції в Європейський освітній простір”; Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні); 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 основи теорії особистості (Б. Г. Ананьєв, Л. С. Виготський, О. М. Леонтьєв, В. О. Моляко, С. Л. Рубінштейн, Б. М. Теплов та ін.); положення і висновки щодо методологічних основ 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 впровадження систем автоматизованого проектування в навчальний процес (Н. В. Білоус, Р. М. Вдовин, Ю. Ф. Дубравін, В. М. Полонський, Е. М. Пройдаков, Л. А. Теплицький, Б. Хокс, М. Ф. Юсупова та інших).

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

вперше

– визначено зміст поняття “системи автоматизованого проектування в технологічній освіті”; розроблено навчальну програму спецпрактикуму “Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті”; спроектовано та науково обґрунтовано авторську методику навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій; розроблено електронний навчально-методичний комплекс, спрямований на підвищення рівня готовності майбутніх учителів технологій до використання систем автоматизованого проектування у подальшій науково-педагогічній діяльності;

удосконалено:

– засоби контролю навчальних досягнень майбутніх учителів технологій; форми, засоби та методи організації самостійної та індивідуальної роботи студентів у процесі навчання систем автоматизованого проектування;

конкретизовано:

– чинники, які впливають на рівень готовності майбутніх учителів технологій щодо використання систем автоматизованого проектування в подальшій професійно-педагогічній діяльності;

подальшого розвитку набули:

– методи навчання систем автоматизованого проектування на основі застосування 3D-технологій, орієнтованих на підвищення рівня готовності майбутніх учителів технологій використовувати САПР.

Практичне значення одержаних результатів на основі теоретичних положень дослідження полягає в розробці інтегрованого електронного навчально-методичного комплексу та спецпрактикуму "Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті", що містить: 1) навчальну програму, лекційний курс, лабораторний практикум, тестові завдання, орієнтовані на самостійну, активно-пізнавальну діяльність майбутніх учителів технологій; 2) методику діагностування рівня готовності до використання систем автоматизованого проектування; 3) методичні рекомендації щодо проведення занять спецпрактикуму та добору оптимальних пакетів програм САПР; 4) критерії оцінювання рівнів готовності майбутніх учителів технологій, зумовлених міжпредметними зв'язками.

Основні положення і рекомендації з питань методики навчання систем автоматизованого проектування впроваджувалися в процесі підготовки майбутніх учителів технологій у Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова (довідка № 07-10/930 від 29.04.2015 р.), Уманському державному педагогічному університеті імені Павла Тичини (довідка № 4562/01-55/09 від 27.04.2015 р.), Полтавському національному педагогічному університеті імені В. Г. Короленка (довідка № 67/10-59 від 12.05.2015 р.), Державному вищому навчальному закладі "Донбаський державний педагогічний університет" (довідка № 68-15-221 від 25.04.2015 р.), Дрогобицькому державному педагогічному університеті імені Івана Франка (довідка № 987 від 22.04.2015 р.).

Вірогідність та надійність одержаних результатів забезпечується всебічним аналізом проблеми дослідження, теоретико-методологічним обґрунтуванням вихідних позицій, використанням взаємодоповнюючих методів, адекватних об'єкту, предмету, меті та завданням дослідження, поєднанням кількісного та якісного аналізу експериментальних даних, опрацювання експериментальних даних за допомогою методів математичної статистики.

Особистий внесок здобувача. Одержані результати дисертаційного дослідження є авторською розробкою окремих аспектів методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій. Ідеї та думки, що належать співавторам публікацій, не використовувалися у матеріалах дисертації.

У спільних роботах автору належать: [16] – розділ 6-8; [18] – розробка практичних завдань до лабораторних робіт "текстовий і графічний редактори"; [17], [20], [21], [22], [26] – деякі елементи змістового наповнення програм.

Апробація результатів дослідження. Результати дослідження знайшли відображення у статтях, опублікованих у наукових фахових журналах з педагогіки, матеріалах конференцій, збірках наукових робіт, навчальних програмах і навчально-методичних посібниках.

Основні положення і результати дослідження на різних етапах виконання роботи обговорювалися на засіданнях кафедри інформаційних систем і технологій НПУ імені М. П. Драгоманова, доповідалися на міжнародних, всеукраїнських, науково-практичних конференціях і семінарах, а саме:

міжнародних науково-практичних конференціях – "Основні напрями реформування технологічної та професійно-технічної освіти" (Київ, 2011); "Якість технологій – якість життя" (Болгарія, 2012); "Проблеми та шляхи вдосконалення педагогічних та психологічних наук" (Львів, 2013); "Стратегия качества в промышленности и образовании" (Варна, Болгария, 2013); "Якість технологій – якість життя" (Польща, Перемишль, 2014);

“Актуальні питання графічної підготовки: теорія, практика та шляхи розвитку” (Київ, 2015); “Освітня галузь “Технологія”: реалії та перспективи” (Київ, 2015); “Міжнародна освіта: стан та перспективи розвитку” (Київ, 2015);

всеукраїнських науково-практичних конференціях – “Сучасні тенденції розвитку технологій в інфокомунікаціях та освіті” (Київ, 2011); “Єдність навчання і наукових досліджень – головний принцип університету” (Київ, 2012); “Освітня галузь “Технологія”: реалії та перспективи (Київ, 2012); Internet-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 р.); “Освітня галузь “Технологія”: реалії та перспективи” (Київ, 2014).

Публікації. Основні результати дослідження висвітлено у 26-ти публікаціях (з них 7 одноосібних статей у фахових виданнях з педагогіки); 4 статті в інших наукових виданнях, зокрема 3 – в іноземних виданнях; 4 навчально-методичних посібники; 11 навчальних програм.

Структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, висновків, списку використаних джерел (205 найменувань) та 7 додатків; містить 11 таблиць та 25 рисунків. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 247 сторінок, з яких 208 сторінок основного тексту.

РОЗДІЛ І.
ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Історичний аналіз та класифікація систем автоматизованого проектування

Сучасна епоха є епохою інформаційного суспільства, основним ціннісним критерієм якого стала інформація. За словами І. В. Роберт [139], інформатизація суспільства – це глобальний процес, в якому домінуючим видом діяльності в суспільному виробництві стає продукування, обробка, зберігання, передача і використання інформації. Масова комп'ютеризація, впровадження і розвиток інформаційно-комунікаційних технологій призвели до певних змін у сфері бізнесу і промислового виробництва, наукових досліджень і освіти тощо.

Починаючи з другої половини 1960-х рр., в деяких розвинених країнах почала розвиватися концепція "інформаційного суспільства" як модифікація концепцій постіндустріального суспільства. Наприкінці 1980-х рр. XX ст. дослідження проблем інформаційного суспільства за кордоном значно розширилися. Найбільш видатними представниками цього напряму є А. Турен, П. Сервант-Шрайбер, М. Понятовський, Ю. Габермас, Н. Луман, М. Маклюен, Д. Белл, О. Тоффлер, Д. К. Гелбрейт, М. Кастельс, І. Масуда [39].

Сутність концепції інформаційного суспільства, сформульованого вченими, полягає в тому, що:

– переважна більшість населення зайнята інформаційною діяльністю;

– однією з головних соціальних цінностей, які об'єднують суспільство, головним продуктом виробництва і основним товаром стає інформація;

– влада в суспільстві переходить в руки інформаційної еліти (“датократів”, “інфократів”);

– класова структура суспільства позбавляється сенсу, поступово нівелюється, поступається місцем елітарній структурі. Зникає пролетаріат, а з ним і всі суперечності, з’являється “когнітаріат” і нове комп’ютерне покоління вільних людей – “гомо інтелекту” [39].

Інформація повинна зробити свій внесок у загальну освіту людини формуванням основ наукового світогляду, оскільки знання інформаційних технологій – необхідний атрибут конкурентоспроможності в суспільстві.

Інформатизація освіти повинна бути спрямована на формування та розвиток інтелектуального потенціалу нації, вдосконалення форм і змісту навчального процесу, впровадження комп’ютерних методів навчання та тестування, що дасть можливість вирішувати проблеми освіти на вищому рівні з урахуванням світових вимог [45].

Результатами інформатизації освіти, як сказано в концепції Національної програми інформатизації, мають бути [45]:

– розвиток інформаційної культури людини;

– розвиток змісту, методів і засобів навчання до рівня світових стандартів;

– скорочення терміну та підвищення якості навчання і тренування на всіх рівнях підготовки кадрів;

– інтеграція навчальної, дослідницької та виробничої діяльності;

– удосконалення управління освітою;

– кадрове забезпечення всіх напрямів інформатизації України шляхом спеціалізації та інтенсифікації підготовки відповідних фахівців.

Для забезпечення виконання цього законопроекту Кабінетом Міністрів України було видано розпорядження “Про схвалення Концепції Державної цільової програми впровадження у навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів інформаційно-комунікаційних технологій “Сто відсотків” на період до 2015 року” в якому зазначено:

– що поліпшення якості освіти є необхідною умовою формування інформаційного суспільства та конкурентоспроможної економіки;

– на сучасному етапі інтенсивне впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у сферу освіти є національним пріоритетом.

У світовій освітній практиці інформаційно-комунікаційні технології розглядаються як якісно нові засоби поширення та акумулювання знань. При цьому актуальною є проблема їхнього раціонального використання у навчально-виховному процесі, управлінській діяльності, підвищенні кваліфікації педагогічних працівників та самоосвіті. Отже в умовах становлення і розвитку високотехнологічного інформаційного суспільства постає необхідність у стовідсотковому впровадженні у навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів інформаційно-комунікаційних технологій [143].

Аналізуючи сучасну педагогічну літературу та наукові дослідження в галузі освіти, можемо стверджувати, що питання інформатизації освіти розглядалося багатьма науковцями і педагогами: психолого-педагогічні проблеми комп'ютеризації навчання та їх перспективи досліджуються в роботах Б. С. Гершунського [20], І. Г. Захарової [46], Ю. І. Машбиця [83]; теоретичні та методичні питання інформатизації навчання висвітлено у працях А. А. Дзюбенко [33], Г. О. Козлакової [58]; М. І. Жалдака [42], Ю. О. Жука, Н. В. Морзе [90], І. В. Роберт [140], С. М. Яшанова [181], М. М. Козяра [ ], Л. Л. Макаренко [77] та інших роботах; дидактичні умови використання комп'ютерних технологій – у Н. О. Голівер [22], Н. С. Завізєної [44].

Відповідно до вищезазначених законів і постанов і забезпечення виконання завдань дисертаційного дослідження необхідно звернутися до трактувань науковцями понять "інформатизація освіти", "інформаційні технології", "комп'ютерні технології" "системи автоматизованого проектування" тощо.

Інформатизація освіти – це процес забезпечення сфери освіти

методологією і практикою розробки й оптимального використання сучасних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій, орієнтованих на реалізацію психолого-педагогічних цілей навчання та виховання [186].

С. У. Гончаренко в українському педагогічному словнику інформатизацію освіти розглядається, як – комплекс соціально-педагогічних перетворень, пов'язаних з насиченням освітніх систем інформаційною продукцією, засобами й технологією [185].

На думку І. Г. Захарової, "інформаційні технології" – це педагогічні технології, які використовують спеціальні способи, програмні та технічні засоби для роботи з інформацією [46, с. 22].

М. І. Жалдак під "інформаційними технологіями" розуміє сукупність методів і технічних засобів збору, організації, зберігання, обробки, передачі і представлення інформації, що розширює знання людей і розвиває їх можливості з управління технічними і соціальними процесами [42, с. 10].

Н. О. Голівєр під "комп'ютерною технологією" розуміє комп'ютер, спеціальне програмне забезпечення, засоби телекомунікації, інструментальні програмні засоби та середовища і власне програмні засоби навчального призначення – програмно-педагогічні засоби [22, с. 5].

Автор багатьох книг із проблем комп'ютеризації навчання Ю. І. Машбиць виокремлює шість основних позитивних тенденцій цього процесу: перша – комп'ютер значно розширив можливості надання навчальної інформації; друга – дає змогу підсилити мотивацію навчання; третя – активно залучає учнів до навчального процесу; четверта – набагато розширюються види навчальних завдань; п'ята – дає змогу якісно змінити контроль за діяльністю учнів, забезпечуючи при цьому гнучкість управління навчальним процесом; шоста – сприяє формуванню в учнів рефлексії своєї діяльності [83, с. 11-17].

Треба зазначити, що впровадження комп'ютерних технологій у навчальний процес має і певні недоліки. Серед основних негативних тенденцій інформатизації освіти Г. О. Козлакова виділяє: недостатнє

методичне забезпечення навчальних програм чи його відсутність; появу значної кількості неефективних навчальних систем з істотними дидактичними, психологічними та ергономічними прорахунками; несумісність навчальних систем, що зумовлено програмною та технічною несумісністю комп'ютерів [58, с. 30].

На думку Н. О. Голівер, однією з основних причин недосконалості використання комп'ютерних технологій у системі освіті є відсутність розроблених критеріїв ефективності комп'ютерних матеріалів, які відображали б психолого-педагогічні та методичні вимоги до їх функціонування [22, с. 31], а на думку Н. С. Завізєної, – загроза витіснення особистого спілкування, що може істотно вплинути на емоційний стан людини, та загроза послаблення розвитку творчого мислення [44, с. 70-71].

Наведені висловлювання науковців стосовно недосконалості процесу впровадження комп'ютерних технологій в систему освіти негативно впливає на процес інформатизації суспільства.

Вирішенням цієї проблеми може бути впровадження методичної системи підготовки майбутніх викладачів до використання комп'ютерних технологій у фаховій діяльності.

О. М. Пєхота з групою авторів висловлює думку, що для використання комп'ютерних технологій у власній практиці педагог повинен мати уявлення про можливості комп'ютера як засобу навчання та знати основні вимоги до навчальних програм [102, с. 177].

М. І. Жалдак стверджує, що педагог повинен вміти використовувати інформаційно-комунікаційні технології для підготовки, супроводу, аналізу, коригування навчального процесу, а також добирати раціональні методи і засоби навчання, враховувати індивідуальні особливості студентів, ефективно поєднувати традиційні методичні системи навчання з новими інформаційно-комунікаційними технологіями [42, с. 65].

Таким чином, інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) – це, по-перше, сукупність процесів циркуляції і переробки інформації і, по-друге,

опис цих процесів. Інформаційні технології – система методів і способів збору, накопичення, зберігання, пошуку, обробки, захисту, транспортування та видачі інформації. Інформаційні технології (Information Technology) з суто професійної галузі знань стрімко перетворюються сьогодні в засіб масового користування. Широке впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у різні сфери людської діяльності та їх використання в ролі ефективного інструменту освіти свідчить про те, що оволодіння інформаційними технологіями стає завданням загальнолюдської культури. Серед інформаційно-комунікаційних технологій провідне місце займають мультимедіа-технології, що реалізують програмно-технічну організацію обміну з комп'ютером текстової, графічної, аудіо- і відеоінформації, а також процес підготовки і обробки зазначеної інформації.

Сьогодні все більше зростає роль інформаційно-комунікаційних у сфері ділових операцій, державній діяльності, військовій справі, конструкторській роботі і наукових дослідженнях. Комп'ютер перетворився на потужний засіб автоматизації проектування та управління технологічними процесами в машинобудуванні.

Аналіз проблеми підготовки вчителя з використанням засобів інформаційних технологій постійно перебуває у центрі уваги науковців. Дослідження теоретичних і методичних питань використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій в сучасних умовах знайшли відображення в працях Н. В. Апатової, Л. П. Бабенко, Т. В. Биковського, Б. С. Гершунського, А. П. Єршова, М. І. Жалдака, Ю. О. Жука, Л. Л. Макаренко, С. А. Маркова, В. М. Монахова, Н. В. Морзе, С. А. Ракова, Ю. С. Рамського, О. М. Спіріна, Ю. В. Триуса, С. М. Яшанова та інших; психолого-педагогічним аспектам використання інформаційних технологій у навчальному процесі присвячено праці О. М. Леонтьєва, Ю. І. Машбиця, В. В. Рубцова, Н. Ф. Талізіної.

Дослідженням питань використання комп'ютерної графіки і систем автоматизованого проектування в процесі підготовки майбутніх учителів

технологій займалися вітчизняні та зарубіжні вчені: В. П. Герасимчук, О. А. Крайнова, Т. М. Князєва, С. С. Марченко, І. Д. Нищак, Ю. І. Притула, Н. В. Федотова, Ю. В. Фещук, Р. В. Чепок, Л. Д. Шевчук та інші.

У роботі Ю. В. Фещук [170] теоретично обґрунтовано й експериментально перевірено методику розвитку просторового мислення майбутніх учителів технологій засобами комп'ютерної графіки в процесі навчання графічних дисциплін. Розкрито особливості впливу нових інформаційних технологій, зокрема засобів комп'ютерної графіки, на підвищення ефективності рівня розвитку просторового мислення майбутніх учителів технологій.

У дисертації І. Д. Нищак [95] теоретично обґрунтовано й експериментально підтверджено педагогічні умови розвитку технічного мислення студентів на заняттях із креслення засобами інформаційних технологій (ІТ): а) системне застосування ІТ та узгодженість з традиційною методикою навчання креслення; б) використання програмних засобів навчально-розвивального спрямування (частково моделюючих), що відповідають основним психолого-педагогічним та дидактичним вимогам; в) комплексне та послідовне застосування ІТ на усіх етапах графічної підготовки; г) психолого-педагогічна готовність викладача до використання ІТ, його високий рівень володіння комп'ютерною технікою та відповідним програмним забезпеченням.

Науковцем В. П. Герасимчук [18] визначено місце та роль графічного компоненту у педагогічній моделі формування графічного компоненту у професійно-педагогічній підготовці майбутнього вчителя технологій. Розроблено методичні рекомендації до використання графічного компоненту у процесі роботи педагогічних університетів.

У роботі С. С. Марченко [79] доведено необхідність підготовки майбутніх учителів технологій до комп'ютерного моделювання та проектування. Виділено структурні компоненти, критерії, показники та рівні готовності майбутніх учителів технологій до комп'ютерного моделювання та

проектування. Розкрито структуру та зміст навчання майбутніх учителів технологій комп'ютерного моделювання та проектування, яке є орієнтованим на професійну діяльність.

Науковцем Л. Д. Шевчук [176] розроблено методику підготовки майбутніх учителів технологій, за якою передбачається використання засобів прикладної інформатики у професійній діяльності. Перевірено ефективність запропонованої методичної системи навчання основ прикладної інформатики майбутніх учителів технологій. Визначено рівні і критерії сформованості готовності майбутнього вчителя технологій до використання засобів прикладної інформатики у професійній діяльності.

Необхідно відмітити, що більшість науковців які розглядали питання використання інформаційних технологій в процесі підготовки майбутніх учителів технологій зазначали про необхідність навчання саме систем автоматизованого проектування, але незважаючи на значну кількість робіт, присвячених цій тематиці, питання методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій досліджені недостатньо.

Автоматизація проектування реалізується за допомогою систем автоматизованого проектування (САПР). САПР – це розумне поєднання можливостей людини і ПК, де користувач виконує неформалізовані операції, що вимагають інтелектуальних здібностей, а ПК – завдання, що вимагають високої швидкості обчислень, візуального відображення інформації і запам'ятовування великих обсягів даних. У результаті такої взаємодії ефективність проектування в САПР виявляється більшою, ніж сума результатів роботи людини і комп'ютера окремо.

При функціонуванні САПР у користувача створюється враження, що вирішення конкретних завдань проектування виконується тільки програмним забезпеченням, введеним в апаратні засоби ПК. Однак створене розробниками САПР програмне забезпечення (ПЗ) – це всього лише втілене на мовах програмування математичне забезпечення: математичні моделі та

алгоритми. До того ж ПО, як правило, взаємодіє з інформаційним забезпеченням предметної області проектування, яке зазвичай у багато разів перевищує розміри програмних продуктів. Користувач, зі свого боку, для повноцінної роботи в складі САПР повинен освоїти, принаймні, методичне та лінгвістичне забезпечення конкретної прикладної системи.

Таким чином, САПР – це система, що включає користувача і комплекс засобів автоматизації проектування, які утворюють технічне (ПК), програмне, математичне, інформаційне, лінгвістичне, методичне, організаційне забезпечення.

Створення САПР є складною комплексною проблемою, яка потребує забезпечення методологічної єдності всіх етапів проектування, врахування функціональних, інформаційних та лінгвістичних потреб проектувальників, ретельного опрацювання технологічних аспектів організації апаратно-програмних засобів системи, забезпечення можливості розвитку САПР. При розробці САПР потрібно обґрунтовано обирати методи машинного вирішення широкого кола завдань, що передбачає правильну оцінку можливостей обчислювальної математики і ПК для узгодження вимог високої точності, ступеня універсальності, мінімальних витрат машинного часу, пам’яті та праці проектувальників під час збору вихідної інформації.

САПР конкретних галузей має свою специфіку. Однак, для багатьох галузей техніки деякі фундаментальні положення теорії і практики САПР мають загальний характер. До них можна віднести, наприклад, принципи побудови загального та спеціального програмного забезпечення, формування типових послідовностей завдань і програм, підходи до розробки моделей об’єктів проектування, організація діалогової взаємодії “людина – машина” тощо.

Оскільки в нашому дисертаційному дослідженні розглядається методика навчання САПР майбутніх учителів технологій, логічно було б зосередити увагу на більш глибокому вивченні питання практичного використання систем автоматизованого проектування.

За загальноприйнятим визначенням, поняття САПР (CAD System – Computer Aided Design System) – це система, що реалізує проектування, за якого всі проектні рішення або їх частина отримуються шляхом взаємодії людини і ПК.

Н. В. Білоус у навчальному посібнику “Проектування підприємств галузі” дав визначення поняття САПР: це сукупність методів, засобів і автоматизованих спеціалізованих робочих місць, необхідних для створення об’єктів заданого класу. САПР як система охоплює технічні засоби (обов’язково комп’ютери), системне програмне забезпечення, систему керування базами даних і самого проектувальника. САПР, спрощено, – це ЕОМ проектування за допомогою ПК. За своїм призначенням підсистеми САПР поділяють на проектувальні й обслуговуючі. Проектувальні підсистеми безпосередньо реалізують частину процесу проектування (виконують етапи проектування, проектні процедури й операції) і забезпечують отримання завершених проектних рішень. Обслуговуючі підсистеми призначені для забезпечення роботоздатності проектувальних підсистем. До них належать підсистеми керування, інформаційного пошуку, документування, графічного відображення [6].

Р. М. Вдовин у навчальному посібнику “САПР систем автоматизації в АПК” автоматизоване проектування представив як проектування, за якого окремі перетворення описів об’єкта і представлення описів на різних мовах здійснюється взаємодією людини й ЕОМ [10].

Ю. Ф. Дубравін [36] у методичних рекомендаціях щодо самостійного опрацювання матеріалу “Автоматизовані розрахунки та САПР” наводить декілька вдалих визначень поняття САПР і пов’язаних з цим термінів. Комплекс засобів автоматизації проектування, що охоплює всі аспекти проектування, прийнято називати системою автоматизованого проектування. Сукупність технічних і програмних засобів, що використовуються для рішення задач САПР, складають програмно-технічний комплекс. Загальним для всіх комплексів САПР є використання ПЕОМ у процесі проектування.

Крім ПЕОМ, технічне забезпечення включає в себе також периферійні пристрої, які призначені для введення, зберігання, трансформації та передачі програм і даних, виготовлення в друкованому вигляді проектної документації. У процесі проектування вихідна інформація про об’єкт, який проектують, перетворюється в комплекс конструкторсько-технологічних документів для його виготовлення за допомогою відповідної технології. Автоматизоване проектування дає змогу значно скоротити суб’єктивізм при ухваленні рішень, підвищити точність розрахунків, вибрати якнайкращі варіанти для реалізації на основі чіткого математичного аналізу всіх або більшості варіантів проекту з оцінкою технічних, технологічних і економічних характеристик виробництва і експлуатації проектованого об’єкта.

В. М. Полонський [113] у словнику з освіти і педагогіки дає досить чітке визначення поняттю САПР: це комплекс програмних і технічних засобів, призначених для автоматизації процесу проектування деталей пристроїв (механізмів, об’єктів), програм і систем за участю людини.

Пройдаков Е. М. і Теплицький Л. А. [119] у своєму англо-українському тлумачному словнику з обчислювальної техніки, Інтернету і програмування подають таке тлумачення – CAD – Computer-Aided Design – система автоматизованого проектування, САПР CAD/CAM – Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing – автоматизоване проектування/автоматизоване виробництво, САПР/АСУ.

CADD – Computer-Aided Design and Drafting – автоматизоване проектування і креслення.

CAM – Computer-Aided Manufacturing – автоматизована система керування виробництвом, технологічними процесами (АСКП, АСК ТП).

CAE – Computer-Aided Engineering – автоматизоване конструювання.

CALS – Continuous Acquisition and Life-cycle Support – постійне збирання даних і підтримка протягом усього життєвого циклу. Глобальна стратегія, спрямована на тіснішу інтеграцію підприємств завдяки спрощенню

бізнес-процесів і застосуванню стандартів і технологій до розробки, керування, обміну і використання ділової та технічної інформації [119].

Сучасні CAD-підсистеми, що входять до складу інтегрованих CAD/CAM/CAE-систем, і системи твердотілого параметричного моделювання механічних об'єктів, що відображають останні досягнення інженерної комп'ютерної графіки, є найбільш важливими розробками в галузі нових технологій з автоматизації діяльності інженерів, конструкторів і технологів [171].

Хокс Б. визначив поняття САПР як процес проектування з використанням складних засобів машинної графіки, підтримуваних пакетами програмного забезпечення, для вирішення аналітичних, кваліфікаційних, економічних і ергономічних проблем, пов'язаних із проектною діяльністю, за допомогою комп'ютерів [171].

М. Ф. Юсупова зазначала, що в Україні спостерігається різкий стрибок на рівні комп'ютеризації проектної і виробничої діяльності. Використання комп'ютерних засобів у проектній виробничій діяльності пов'язане з запровадженням автоматизованих системи проектування (САПР). Як наслідок, до процесу графічної підготовки студентів вищих технічних навчальних закладів висуваються відповідні вимоги (використання у навчальному процесі однієї із систем автоматизованого проектування) [179].

Виходячи з вищевикладеного, подаємо авторське визначення *систем автоматизованого проектування в технологічній освіті* – це поліфункціональна система інформатично-графічних компетентностей, під якою ми розуміємо спеціально організований педагогічний процес, спрямований на підвищення рівня готовності майбутніх учителів технологій свідомо застосовувати програмні й апаратні засоби у майбутній професійно-педагогічній діяльності.

Вважається, що людина повинна розв'язувати задачі, що мають творчий характер, а ПЕОМ − задачі, що відповідають таким вимогам: 1) можливість алгоритмізації задач, які необхідно вирішувати; 2) має місце

значний ефект реалізації алгоритму на ПК порівняно з ручним розв'язком. Основна функція САПР полягає у виконанні автоматизованого проектування на всіх або окремих стадіях проектування об'єктів та їх складових частин на основі застосування математичних та інших моделей, автоматизованого проектування процедур і засобів обчислювальної техніки. Результатом проектування в САПР є сукупність завершених проектних рішень, що відповідають заданим вимогам, необхідним для створення об'єкта проектування [36].

Сучасний ринок САПР представлений широким спектром інтегрованих і ізольованих програмних продуктів, розрахованих на розв'язання глобальних або локальних задач, орієнтованих на фінансові можливості користувача. Найбільш популярним програмним забезпеченням на сьогодні є такі системи автоматизованого проектування, як: AutoCAD, Inventor, PTC Creo, SolidWorks, Solid Edge, КОМПАС та інші.

Система автоматизованого проектування (САПР) – комплекс засобів автоматизації проектування, взаємозв'язаних із необхідними підрозділами проектної організації або колективом фахівців (користувачів системи), що виконує автоматизоване проектування.

САПР сприяє скороченню термінів проектування і передачі конструкторської документації у виробництво, де в повному обсязі використовуються не тільки уніфіковані вироби й стандартні компоненти, але й всі застарілі елементи діючих пристроїв, властивості яких не погіршали за час їх експлуатації. Автоматизація проектування – це один з головних напрямків науково-технічного прогресу, а САПР є так званим конвеєром для проектування окремих об'єктів та складних систем. Без сумніву, що сучасні методи проектування автоматизованих технологічних об'єктів (ТО) за допомогою програмних засобів постійно вдосконалюватимуться, а їхнє освоєння сприятиме формуванню майбутніх учителів технологій, підготовка яких суттєво відрізняється від покоління фахівців, знання яких отримувалися

без персональних комп'ютерів. Все це обумовлює актуальність вивчення систем автоматизованого проектування [36].

САПР необхідно розглядати як інструментарій висококваліфікованого проектувальника, призначеного для розв'язання складних науково-технічних задач автоматизації всіх етапів проектування. САПР організаційно-технічна система, що складається з комплексу засобів автоматизації проектування, взаємопов'язаного з підрозділами проектної організації, яка виконує автоматизоване проектування. Раніше вже відзначалося, що початкові етапи проектування характеризуються високим рівнем творчої складової і через це погано піддаються формалізації й алгоритмізації. Тому основний обсяг робіт виконує проектувальник, а застосування засобів автоматизації має допоміжний характер [36].

Основною функцією САПР є забезпечення автоматизованого проектування об'єктів або процесів та їхніх складових частин на всіх або окремих стадіях проектування. В сучасних САПР використовуються автоматизовані проектні процедури, засновані на застосуванні математичних та інформаційних моделей проектованого об'єкта або процесу й засобів обчислювальної техніки. Процедури САПР здійснюють перетворення вихідної проектної інформації (опису об'єкта проектування) у вихідні дані (проект) як при взаємодії з людиною, так і без її участі. Результатом функціонування САПР є сукупність описів, оформлених у вигляді проектних документів певної форми, достатніх для виготовлення об'єкта проектування або реалізації проектованого процесу. САПР повинні забезпечувати одержання проміжних або кінцевих описів проектованого об'єкта або процесу, достатніх для ухвалення рішення про продовження або завершення проектування [36].

Об'єктами проектування в САПР можуть бути машини, механізми, будівлі, споруди, комп'ютерна і побутова техніка, одяг, взуття, меблі тощо.

Таким чином, сенс процесу проектування в будь-якій САПР незалежно від об'єкта проектування однаковий: отримати відповідно до задуму таку

інформаційну систему – модель, яка дає змогу створити систему, – оригінал, що повністю відповідає задуму.

САПР можуть класифікуватися за характером й призначенням проектованих об’єктів; рівнем й комплексністю автоматизації проектування, характером і кількістю документів, що випускаються; кількістю рівнів у структурі технічного забезпечення.

Як і будь-яка складна система, системи автоматизованого проектування складаються з підсистем – мають свою структуру.

Підсистеми проектування безпосередньо виконують проектні процедури. Прикладами таких підсистем можуть бути геометричні підсистеми тривимірного моделювання об’єктів, виготовлення конструкторської документації, схемотехнічного аналізу.

Обслуговуючі підсистеми забезпечують функціонування проектних підсистем, їхню сукупність часто називають системним середовищем САПР. Типовими підсистемами обслуговування є:

– підсистеми управління проектними даними;

– підсистеми розробки та супровід програмного забезпечення CASE (Computer Aided Software Engineering);

– навчальні підсистеми для освоєння користувачами технологій, реалізованих у САПР.

Зазначимо, що сукупність даних, що використовують при проектуванні, називається інформаційним фондом САПР. Базою даних називають упорядковану сукупність даних, що відображають властивості об’єктів і їхній взаємозв’язок у деякій предметній галузі. Доступ до бази даних для читання, запису та модифікації даних здійснюється за допомогою СУБД, а сукупність бази даних і СУБД називають банком даних.

Розглядаючи природу поняття “системи автоматизованого проектування”, неможливо залишити поза увагою *історію виникнення цього феномену*.

Перший етап формування теоретичних основ САПР розпочався в 50-х роках минулого століття. В цей період сформувалася структура і класифікація САПР. Об'єкти проектування почали розглядатися з погляду різних галузей науки, базові підсистеми САПР розділилися на геометричні, аеродинамічні, теплові, технологічні тощо, згодом їх стали класифікувати як CAD, CAE, CAM, PDM, PLM.

На першому етапі було отримано певні науково-практичних результатів, які довели принципову можливість автоматизованого проектування складних промислових виробів. Можливості систем на першому етапі значною мірою визначалися характеристиками наявних у той час графічних апаратних засобів.

Одним з батьків-засновників комп'ютерної графіки вважається Айвен Сазерленд (Ivan Sotherland), який у 1962 році створив програму комп'ютерної графіки під назвою "Блокнот" (Sketchpad). Ця програма могла малювати прості фігури (крапки, прямі, дуги кіл), обертати фігури на екрані.

Під керівництвом Т. Мофетта і Н. Тейлора фірма Itek розробила цифрову електронну креслярську машину. В 1964 році General Motors представила систему автоматизованого проектування Dac-1, розроблену спільно з IBM.

У 1965 році фірма IBM випустила перший комерційний графічний термінал під назвою IBM-2250.

На першому етапі переважно використовувалися графічні термінали, що підключаються до мейнфреймів, в якості яких застосувались комп'ютери компаній IBM і CDC, або міні-ЕОМ типу PDP/11.

У 1968 році групою під керівництвом Н. Н. Константінова була створена комп'ютерна математична модель руху кішки. Машина БЕСМ-4, виконуючи написану програму вирішення диференціальних рівнянь, малювала мультфільм "Кішечка", який для свого часу був проривом. Для візуалізації використовувався алфавітно-цифровий принтер.

Системи автоматизованого проектування конкретних галузей мають свою специфіку. Однак, для багатьох технічних галузей ряд фундаментальних положень теорії і практики САПР мають досить загальний характер. До них можна віднести, наприклад, принципи побудови загального та спеціального програмного забезпечення, формування типових послідовностей завдань і програм, підходи до розробки моделей об'єктів проектування, організація діалогової взаємодії "людина – техніка" тощо.

Успіхи, досягнуті в цій сфері, тісно пов'язані з працями таких радянських учених, як Г. К. Горанський [24], В. Д. Цвєтков [174], Н. М. Капустін [53], С. П. Мітрофанов [87], І. П. Норєнков [98], С. Н. Корчак [65], Ю. М. Соломенцев [166] та інші. Всі програми того часу з САПР були орієнтовані на технічні засоби радянських аналогів мейнфреймів IBM і комп'ютерів DEC – ЄС і СМ ЕОМ – і не відображають сучасних досягнень, що стали доступними виробництву лише завдяки застосуванню персональних комп'ютерів.

Паралельно з розвитком CAD-систем бурхливий розвиток отримали CAM-системи автоматизації технологічної підготовки виробництва. У 1961 році була створена мова програмування APT (Automatic Programming Tools), яка згодом стала основою багатьох інших мов програмування стосовно устаткування з числовим програмним управлінням.

Розроблений до 1950 р. метод кінцевих елементів став поштовхом до розвитку систем інженерного аналізу CAE. У 1963 р. був запропонований спосіб застосування методу кінцевих елементів для аналізу міцності конструкції шляхом мінімізації потенційної енергії.

У 1965 р. NASA для підтримки проектів, пов'язаних з космічними дослідженнями, поставила завдання розробки кінцево-елементного програмного пакету. До 1970 р. такий пакет під назвою NASTRAN (nasa structural analysis) був створений і введений в експлуатацію. Вартість розробки, що тривала 5 років, склала $4 млн. Серед компаній, що брали участь у розробці, була MSC (Macneal-Schwendler Corporation), яка з 1973 р.

розпочала самостійно розвивати пакет MSC.NASTRAN, що згодом став світовим лідером у своєму класі продуктів. З 1999 р. Компанія MSC називається MSC.Software Corporation. У 1976 р. був розроблений програмний комплекс аналізу ударно-контактних взаємодій структур DYNA-3D, що деформувалися (пізніше названий LS-DYNA).

Світовим лідером серед програм аналізу на макрорівні вважається комплекс Adams (Automatic Dynamic Analysis of Mechanical Systems), розроблений і удосконалений компанією Mechanical Dynamics Inc. (MDI), створеною в 1977 р. Основне призначення комплексу Adams –кінематичний і динамічний аналіз механічних систем з автоматичним формуванням і вирішенням рівнянь руху.

Широке впровадження систем САПР у той час стримувалося високою вартістю програмних продуктів і “заліза”. Так, на початку 80-х років минулого століття вартість однієї ліцензії CAD-системи доходила до $100000 і вимагала використання дорогої апаратної платформи.

Другий етап розвитку ознаменувався початком використання графічних робочих станцій під управлінням ОС Unix. У середині 80-х років компанії Sun Microsystems і Intergraph запропонували робочі і графічні станції з архітектурою SPARC.

Компанія DEC розробила автоматизовані робочі місця на комп’ютерах VAX, з’явилися персональні комп’ютери на основі процесорів i8086 і i80286. Ці розробки дали змогу зменшити вартість CAD-ліцензії до $20000 і створили умови ширшого застосування для CAD/CAM/CAE-систем.

У цей період математичний апарат 2D-моделювання був удосконалений, забезпечуючи точність геометрії до 0,001 мм у метрових діапазонах при використанні 16-бітової математики, що в свою чергу сприяло розвитку 2D CAD-систем. Поява 32-розрядних процесорів повністю забезпечила потреби 2D CAD-систем для вирішення завдань будь-якого масштабу.

У 80-і роки минулого століття характеристики, що використовувалися для САПР обчислювального устаткування, значно розрізнялися. Апаратною платформою CAD/CAM-систем верхнього рівня були дорогі високопродуктивні робочі станції під ОС Unix. Така техніка давала змогу виконувати складні операції як твердотілого, так і поверхневого об'ємного моделювання стосовно деталей і складальних вузлів з багатьох деталей.

Прийнято ділити CAD/CAM-системи за їх функціональними характеристиками на три рівня (верхній, середній і нижній). У 80-ті роки і на початку 90-х такий розподіл ґрунтувався на значній відмінності характеристик використовуваного для САПР обчислювального обладнання. Апаратною платформою CAD/CAM-систем верхнього рівня були дорогі високопродуктивні робочі станції з операційною системою Unix. Така техніка давала можливість виконувати складні операції як твердотільного, так і поверхневого геометричного моделювання стосовно складальних вузлів з багатьох деталей.

Прикладами CAD/CAM-систем верхнього рівня є Unigraphics (UGS, перший варіант розроблено у 1975 р.), CATIA (Dassault Systemes, 1981 р.), Pro/Engineer (PTC, 1987 р.). До САПР верхнього рівня в 90-і роки належала також EUCLID3 (Matra Datavision), I-DEAS (SDRC), CADDS5 (Computervision), але їх розвиток був припинений у зв'язку із злиттям компаній. Ще раніше систему CADDS5 придбала компанія PTC (Parametric Technology Corp.). Ця компанія, штаб-квартира якої розташована в США, була заснована в 1985 р. колишнім професором Ленінградського університету Семеном Гейзбергом. CAD-системи нижнього рівня призначалися тільки для автоматизації креслярських робіт, що виконувалися на низькопродуктивних робочих станціях і персональних комп'ютерах.

З поліпшенням характеристик персональних комп'ютерів вдавалося створювати відносно недорогі системи з можливостями параметричного та асоціативного 3D-моделювання. Такі системи стали відносити до CAD/CAM-систем середнього рівня [43; 1; 73].

У 1982 р. твердотіле моделювання розпочали застосовувати в своїх продуктах компанії IBM, Computervision, Prime, але методи отримання моделей тіл складної форми не були розвинені, був відсутній апарат поверхневого моделювання.

У 1982 р. з'явилася система Graphical Kernel System (GKS), прийнята як стандарт у 1985 році, а вже в 1987 році був розроблений варіант GKS-3D з орієнтацією на 3D-графику.

У 1983 р. була розроблена техніка створення 3D-моделей з відображенням або видаленням прихованих ліній.

У 1986 р. Компанія Autodesk випустила свій перший CAD-продукт Autocad – однокористувацьку версію з підтримкою формату IGES.

У галузі автоматизації проектування уніфікація основних операцій геометричного моделювання призвела до створення універсальних геометричних ядер, призначених для використання в різних САПР. Поширення набули два геометричні ядра: Parasolid (продукт компанії Unigraphics Solutions) і ACIS (компанія-розробник – Spatial Technology). Ядро Parasolid було розроблене в 1988 р. і наступного року стало ядром твердотілого моделювання для CAD/CAM Unigraphics, а з 1996 р. – промисловим стандартом.

Необхідність обміну даними між різними системами на різних етапах розробки продукції сприяла стандартизації описів геометричних моделей. Спочатку з'явився стандарт IGES (Initial Graphics Exchange Specification). Фірма Autodesk у своїх продуктах почала використовувати формат DXF (Autocad Data exchange Format). Потім були розроблені мова Express і прикладні протоколи AP203 і AP214 в групі стандартів ISO 10303 STEP (Standard for Exchange Product Model Data). У 1986 р. з'явився ряд нових стандартів, серед яких CGI (Computer Graphics Interface) і PHIGS (Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System) – стандарт ANSI, прийнятий як стандарт ISO в 1989 р. У 1993 р. Компанія Silicon Graphics

запропонувала стандарт OPENGL (SGI Graphical Language), широко використовуваний сьогодні.

Роботи зі стандартизації були спрямовані на розширення функціональності графічних мов і систем, включення в їх склад засобів опису не лише даних креслень і 3D-моделей, але й інших властивостей і характеристик виробів.

Третій етап розвитку розпочинається з розвитком мікропроцесорів, що призвело до можливості використання CAD/CAM-систем верхнього рівня на персональних ЕОМ. Це помітно зменшило вартість впровадження САПР на підприємствах. Робочі станції на платформі Windows – Intel не поступалися Unix-станціям за функціональністю і набагато перевершують останні за обсягом продажів. Вартість ліцензії зменшилася до декількох тисяч доларів. У 1992 р. корпорація Intergraph, один із провідних на той час виробників CAD-систем для машинобудування, прийняла рішення про розробку нового програмного продукту, цілком встановленого на базі платформи Windows, – Intel. В результаті наприкінці 1995 р. з'явилася система геометричного моделювання Solid Edge.

У 1993 р. в США була створена компанія Solidworks Corporation і вже через два роки вона представила свій перший пакет твердотілого параметричного моделювання Solidworks на базі геометричного ядра Parasolid.

У 1998 р. до Unigraphics перейшло все відділення Intergraph, що займалося САПР для машинобудування. Тоді ж Solid Edge змінила геометричне ядро ACIS на ядро Parasolid.

Ряд CAD/CAM систем середнього і нижнього рівнів була розроблена в СРСР і Росії. Найбільшого поширення серед них набули КОМПАС (компанія Аскон) і T-Flex CAD (компанії Топ Системи) та деякі інші.

Четвертий етап (розпочинаючи з кінця 90-х років) характеризується інтеграцією CAD/CAM/CAE-систем із системами управління проектними даними PDM і з іншими засобами інформаційної підтримки виробів.

На цьому етапі багато підприємств вже пройшли перший етап автоматизації. В основу процесів проектування і виробництва була покладена геометрична модель виробу, яка застосовувалася на всіх етапах підготовки виробництва. За такої форми організації виробництва розпочинають ефективно функціонувати наскрізні процеси, що спираються на геометрію моделі. Насамперед це підготовка виробництва за допомогою CAM-систем. Складність геометрії сучасних виробів неухильно зростає, і виготовлення їх без геометричної моделі практично неможливо. Максимальна ефективність від впровадження САПР досягається тоді, коли система включає не лише конструкторське, але і технологічне проектування.

Складність управління проектними даними, необхідність підтримки їх повноти, достовірності і цілісності, необхідність управління паралельною розробкою призвели в 80-і роки до створення систем управління проектними даними PDM (Product Data Management).

На початку 80-х років компанія CDC розробила першу PDM-систему під назвою EDL. У 90-х роках активно розроблялися продукти PDM для САПР у машинобудуванні. Однією з перших розвинених PDM-систем була система Optegra компанії Computervision. У цей же період компанія Unigraphics Solutions (UGS) спільно з Kodak розробила PDM-систему IMAN. У 1998 р. компанія PTC вийшла на ринок PDM-систем, купивши компанію Computervision і її інтернет-орієнтовану PDM-технологію Windchill. Останніми роками відбувався швидкий розвиток PDM-систем: з’явилися ENOVIA і Smarteam від Dassault Systemes, Teamcenter від UGS та інші.

Розвиток систем геометричного моделювання, аналізу і розрахунку характеристик виробу супроводжується інтеграцією в рамках підприємства. Світовий ринок відособлених рішень CAD/CAM вже насичений, системи близькі за функціональністю і темпи зростання цього сегменту ринку мінімальні. З цієї причини відбувається посилення інтеграції систем CAD/CAM/CAE з системами PDM, які дають можливість зберігати й управляти проектно-конструкторською документацією на вироби, що

розробляються, вносити до документації зміни, підтримувати зберігання історії цих змін. Поширення функцій PDM-систем на всі етапи життєвого циклу продукції перетворює їх на системи PLM (Product Lifecycle Management). Розвиток систем PLM забезпечує максимальну інтеграцію процесів проектування, виробництва, модернізації і супроводу продукції підприємства і по суті має багато спільного з концепцією інтегрованої підтримки життєвого циклу виробу.

Широке застосування в практиці автоматизованого проектування комплексу програмно-технічних засобів дає змогу підвищити продуктивність і якість інженерної продукції, скоротивши терміни її виготовлення. Ефективність використання апаратно-програмного середовища визначається значною мірою досконалістю апаратних і програмних засобів, які повинні не тільки підтримувати загальноприйняті процедури проектування, відповідати стандартам передачі інформації, а й забезпечувати сервіс, мати добре розроблений інтерфейс, наближаючи користувача безпосередньо до предметної галузі розробки. Тому значне місце при підготовці майбутніх спеціалістів повинно відводиться розгляду апаратних і програмних засобів, орієнтованих на розробку графічних проектів, формування і випуск креслярської конструкторської документації.

Сучасний стан розвитку технологій змушує вводити в процес навчання таке поняття, як САПР – технології, які допомагають вирішувати конкретні завдання, поставлені перед фахівцем у галузі інформаційно-комунікаційних технологій.

Класифікація САПР

CAD/CAM/CAE/PDM/PLM-системи займають особливе положення серед інших програм комп’ютерної підтримки інженерної діяльності, оскільки є індустріальними технологіями, безпосередньо застосовуються в найбільш важливих галузях машинобудівного виробництва. Нині загальновизнаним фактом є неможливість виготовлення складної наукомісткої продукції (військової, ракетно-космічної та авіаційної техніки,

різних видів промислового обладнання тощо) без застосування CAD/CAM/CAE/PDM/PLM-систем. За останні роки вони пройшли шлях від порівняно простих креслярських додатків до інтегрованих програмних комплексів, які забезпечують єдину підтримку всього циклу розробки, починаючи від етапу технічної пропозиції і закінчуючи технологічною підготовкою виробництва, виготовленням, випробуваннями, експлуатацією та супроводом. До конструкторських документів відносять графічні і текстові документи, які окремо або в сукупності визначають склад обладнання для виробництва і містять необхідні дані для його розробки, виготовлення, контролю, експлуатації, ремонту та утилізації.

Сучасні CAD/CAM/CAE/PDM/PLM-системи не тільки дають можливість скоротити термін впровадження нових виробів, а й суттєво впливають на технологію виробництва, даючи змогу підвищити якість і надійність своєї продукції, а отже, і її конкурентоспроможність. Зокрема, шляхом комп'ютерного моделювання конструктор може зафіксувати "нестикування" в конструкції виробу і заощадити на вартості виготовлення фізичного прототипу.

Абревіатура CAD/CAM/CAE/PDM/PLM-системи все частіше з'являється в науковій та педагогічній літературі і включає в себе такі компоненти [78]:

CAD-системи (Computer Aided Design) – комп'ютерна підтримка проектування, автоматизоване проектування, призначені для вирішення конструкторських задач і оформлення конструкторської документації (більш звично іменуються системами автоматизованого проектування – САПР). CAD є технологією, яка полягає у використанні комп'ютерних систем для полегшення створення, зміни, аналізу та оптимізації проектів. Основна функція CAD – визначення геометрії конструкції, оскільки геометрія визначає всі наступні етапи життєвого циклу продукту. Більше того, геометрія, визначена у цих системах, може використовуватися як основа для подальших операцій у системах CAE і CAM. Це одне з найбільш вагомих

переваг CAD, що дає змогу економити час і скорочувати кількість помилок, пов'язаних з необхідністю визначати геометрію конструкції з нуля щоразу, коли вона потрібна в розрахунках. Як правило, до сучасних CAD-систем включені модулі моделювання тривимірної (об'ємної) конструкції (деталі), оформлення креслень і текстової конструкторської документації (специфікацій, відомостей тощо). Провідні тривимірні CAD-системи дають змогу реалізувати ідею наскрізного циклу підготовки та виробництва складних промислових виробів.

CAM-системи (Computer Aided Manufacturing) – комп'ютерна підтримка виробництва, призначена для проектування обробки виробів на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ) та видачі програм для цих верстатів (фрезерних, свердлильних, ерозійних, пробивних, токарних, шліфувальних тощо). Це технологія, яка полягає у використанні комп'ютерних систем для планування, управління та контролю операцій виробництва через прямий або непрямий інтерфейс з виробничими ресурсами підприємства. CAM-системи ще називають системами технологічної підготовки виробництва. На сьогодні вони є практично єдиним способом виготовлення складних у геометричному відношенні деталей і скорочення циклу їх виробництва. У CAM-системах використовується тривимірна модель деталі, створена в CAD-системі.

CAE-системи (Computer Aided Engineering) – підтримка інженерних розрахунків, автоматизоване конструювання – це великий клас систем, кожна з яких дає змогу вирішувати певну розрахункову задачу або групу завдань, починаючи від розрахунків на міцність, аналізу і моделювання теплових процесів до розрахунків гідравлічних систем і машин, розрахунків процесів лиття тощо. Це технологія, яка полягає у використанні комп'ютерних систем для аналізу геометрії CAD-моделювання та вивчення проведення продукту для удосконалення та оптимізації його конструкції. У CAE-системах також використовується тривимірна модель виробу, створена в CAD-системі. З усіх методів комп'ютерного аналізу найбільш широко використовується метод

кінцевих елементів. За його допомогою розраховуються напруги, деформації, параметри теплообміну, розподіл магнітного поля, потік рідин та інші завдання з безперервними середовищами, вирішувати які іншими методами виявляється просто непрактично. У методі кінцевих елементів аналітична модель структури представляє собою з'єднання елементів, завдяки чому вона розбивається на окремі частини, які вже можуть оброблятися комп'ютером. CAE-системи ще називають системами інженерного аналізу.

PDM (Product Data Management) – системи управління інженерними даними підприємства, забезпечують зберігання й управління проектно-конструкторською документацією виробів, що розробляються, ведення змін у документації, збереження історії цих змін тощо.

ERP (Enterprise Resource Planning) – планування ресурсів підприємства. Включає модулі фінансового планування, системи управління проектами, системи менеджменту якості; дає змогу управляти рухом матеріальних ресурсів на виробництві.

CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support) – концепція та ідеологія інформаційної підтримки життєвого циклу продукції на всіх його стадіях, заснована на використанні єдиного інформаційного простору, що забезпечує однакові способи інформаційної взаємодії всіх учасників цього циклу: замовників продукції, постачальників продукції, що регламентують правила зазначеної взаємодії переважно за допомогою електронного обміну даними.Ключова ідея CALS – спільна обробка даних про виріб на всіх етапах його життєвого циклу.

PLM (Product Lifecycle Management) – управління життєвим циклом виробу забезпечує максимальну інтеграцію процесів проектування, виробництва, модернізації і супроводу продукції підприємства і по суті має багато спільного з концепцією інтегрованої підтримки життєвого циклу виробу.

З огляду на те, що в сучасних умовах майбутній учитель технологій повинен вміти використовувати САПР у майбутній професійно-педагогічній

діяльності, актуальним видається розробка і створення навчального матеріалу, що фундаментально проводить підготовку з САПР протягом всього терміну навчання студентів.

Результати аналізу багатьох факторів свідчать про те, що саме взаємопов'язане вивчення САПР майбутніми вчителями технологій надасть можливість не тільки підвищити рівень графічної і комп'ютерної підготовки студентів технологічної освіти але й збільшить мотивацію їх до самоосвіти в галузі систем автоматизованого проектування. Тому актуальним є питання міждисциплінарної інтеграції цих двох дисциплін і створення єдиного інтегрованого курсу.

Види забезпечення САПР.

Структурування САПР з різних аспектів обумовлює появу видів забезпечення САПР. Ю. Ф. Дубравін [36] у методичних рекомендаціях щодо самостійного опрацювання матеріалу "Автоматизовані розрахунки та САПР" наводить сім видів забезпечення:

– математичне забезпечення, що об'єднує математичні методи, моделі та алгоритми для виконання проектування;

– технічне забезпечення, що включає різні апаратні засоби (ЕОМ, периферійні пристрої, мережеве комутаційне обладнання, лінії зв'язку, вимірювальні засоби);

– програмне забезпечення, що представляється комп'ютерними програмами для САПР;

– інформаційне забезпечення, що складається з баз даних, систем управління базами даних, а також включає інші дані, які використовуються при проектуванні;

– лінгвістичне забезпечення, яке визначається мовами спілкування між проектувальником і ЕОМ, мовами програмування і мовами обміну даними між технічними засобами САПР;

– методичне забезпечення, що включає різні методики проектування, іноді сюди ж відносять також математичне забезпечення;

– організаційне забезпечення, що представляється штатними розкладами, посадовими інструкціями та іншими документами, що регламентують роботу проектного підприємства.

В. М. Малюх в книзі “Введення в сучасні САПР” наводить більш детальний опис видів забезпечення САПР [78].

Математичне забезпечення (МЗ) – сукупність математичних методів, моделей і алгоритмів проектування, представлених у заданій формулі. МЗ при автоматизованому проектуванні в наявному вигляді не використовується, а застосовується похідний від нього компонент – програмне забезпечення. Від МЗ залежить продуктивність і ефективність САПР загалом.

Технічне забезпечення (ТЗ) – сукупність зв’язаних і взаємодіючих технічних засобів, що забезпечують роботу САПР. Технічне забезпечення САПР включає пристрої обчислень і організаційної техніки, засоби передачі даних, вимірювальну техніку, пристрої підготовки даних і організації архівів.

Програмне забезпечення (ПЗ) – сукупність машинних програм, необхідних для здійснення процесу проектування, включаючи системне і прикладне ПЗ:

– загальносистемне програмне забезпечення (базова ОС);

– пакети прикладних програм (комплекси програмних засобів, орієнтованих на вирішення завдань у певній галузі);

– системи програмування (сукупність засобів написання текстів, трансляції і налагодження програм користувача).

Інформаційне забезпечення (ІЗ) – сукупність відомостей, необхідних для виконання проектування. Включає СУБД, саму базу даних і базу знань. Інформаційне забезпечення САПР складається з опису стандартних проектних процедур, типових проектних рішень, типових елементів, комплектуючих виробів і їх моделей, матеріалів, числових значень параметрів та інших даних. У ІЗ входять правила і норми проектування.

Лінгвістичне забезпечення (ЛЗ) – сукупність мов проектування, включаючи терміни, визначення, правила формалізації природної мови,

методи стискування і розгортання текстів. ЛЗ підрозділяється на мови програмування, проектування і управління:

– мови програмування слугують для розробки і редагування системного і прикладного програмного забезпечення САПР. Вони базуються на алгоритмічних мовах – наборі символів і правил утворення конструкції з цих символів для завдання алгоритмів вирішення завдань;

– мови проектування – це проблемно-орієнтовані мови, які використовуються для обміну інформацією про об’єкти і процес проектування між користувачем і комп’ютером;

– мови управління призначені для формування команд управління технологічним устаткуванням, пристроями документування, периферійними пристроями.

Методичне забезпечення (МЗ)– сукупність документів, що встановлюють склад, правила відбору та експлуатації засобів забезпечення системи.

Організаційне забезпечення (ОЗ) – сукупність документів, що визначають склад проектної організації, зв’язок між підрозділами, а також форму представлення результатів проектування і порядок розгляду проектних документів.

Повноцінне функціонування САПР можливо тільки за наявності і взаємодії всіх перерахованих забезпечень. Для користувачів ТЕ і ПЗ виступають як єдине ціле, утворюючи інструмент проектування.

1.2. Термінологічний аналіз основних понять дослідження

Із представленої сукупності визначень поняття “САПР” необхідно окремо розглянути поняття проектування, моделювання, графіки, комп’ютерної графіки.

Проект (лат. projectus, “кинутий вперед”, “випнутий”. англ. project). Проект – сукупність документів (розрахунків, креслень, макетів тощо),

необхідних для зведення споруд, виготовлення машин, приладів тощо [11].

Термін “проектування” в широкому філософському розумінні означає будь-яку інтелектуальну діяльність продуктивно-проектувального змісту, що спрямована на створення ідеальних прообразів можливих об’єктів.

Термін “проектування” походить від латинського слова “projectus”, що означає в буквальному розумінні “кинутий вперед” або задум, розроблений план чого-небудь [157].

Проектування – процес складання опису, необхідного для створення в заданих умовах ще не існуючого об’єкту, на основі первинного опису цього об’єкту і (або) алгоритму його функціонування [78].

Проектування є складним творчим процесом цілеспрямованої діяльності людини, заснованим на глибоких наукових знаннях, використанні практичного досвіду і навиків у певній сфері.

У вільній електронній енциклопедії “Вікіпедія” наведено два визначення поняття “проектування”: 1) процес створення проекту, прототипу, праобразу майбутнього об’єкта, стану та способів його виготовлення. У проектуванні застосовують системний підхід, який полягає у встановленні структури системи, типу зв’язків, визначенні атрибутів, аналізуванні впливів зовнішнього середовища; 2) комплекс робіт, який складається з пошуку, досліджень, розрахунків та розрахування з метою отримання опису достатнього для створення нового об’єкту або виробу, його реконструкції, модернізації, що відповідає заданим вимогам. У техніці – розробка проектної, конструкторської та іншої технічної документації, призначеної для забезпечення будівництва, створення нових видів та зразків. У процесі проектування виконуються технічні та економічні розрахунки, схеми, графіки, пояснювальні записки, кошториси, калькуляції та описи [118].

У “Політехнічному словнику проектування” проектування розглядається як розробка комплексної технічної документації (проекту), що містить техніко-економічне обґрунтування, розрахунки, креслення, макети,

кошториси, пояснювальну записку та інші матеріали, необхідні для будівництва (реконструкції) населених пунктів, підприємств, будівель, споруд, виробничих об’єктів [112].

У широкому значенні проектування розуміють як концептуальну, інформаційну підготовку людиною бажаної зміни.

Проектування – це тісно пов’язана з наукою та інженерією діяльність зі створення проекту, образу майбутнього передбачуваного явища. Як відомо, більшість продуктів людської праці виробляється за допомогою далекоглядного проектування. У цьому контексті проектування – це процес створення проекту, тобто прототипу, прообразу передбачуваного або можливого об’єкта, стану, що передує втіленню задуманого в реальному продукті [59].

При цьому проектування істотно відрізняється від інженерії і виробництва, має свою специфічну мову й охоплює виконання певних розумових і організаційних процедур. Це зближує проектування з науковим пізнанням та дослідженням.

Результатом проектування завжди є проект. На філософському рівні проект розглядається як підсумок духовно-перетворювальної діяльності. На діяльнісному – як результат проектування [59].

Виходячи з класичної тріади “природа – суспільство – людина”, І. А. Колесникова виділяє природні, технічні і соціальні проекти.

Інші автори, дотримуючись іншої класифікації, також виділяють три галузі в проектуванні: проектування штучних об’єктів на неорганічній основі (технічне, промислове, архітектурно-художнє), на органічній основі (біологічне, ландшафтне) і проектування об’єктів з організації і розвитку людської діяльності (соціальне, соціально-психологічне, правове тощо).

Проектування тісно пов’язане з конструюванням.

Конструювання (від лат. *construere* – будувати, споруджувати, створювати) спочатку виникло як вид інженерної діяльності, пов’язаної з розробкою певної конструкції інженерного об’єкту або системи, яка потім

створюється на виробництві. Часто при цьому використовуються типові стандартизовані деталі, елементи, при поєднанні яких створюється новий продукт.

Часто проектування і конструювання не розрізняють, оскільки вони виконуються, як правило, фахівцями однієї професії – інженерами-конструкторами [165].

На думку В. М. Слабка [155, с. 23-24], проектування і конструювання – різні процеси. Проектування передує конструюванню і є пошуком науково обґрунтованих, технічно здійснених і економічно доцільних інженерних рішень. Результатом проектування є проект об’єкта, що розробляється. Проектування – це вибір певного способу дії, в окремому випадку – це створення системи як логічної основи дії, здатної вирішувати за певних умов і обмежень поставлене завдання. Проект аналізується, обговорюється, корегується і береться за основу для подальшої розробки.

Конструюванням створюється конкретна, однозначна конструкція виробу. Конструкція – це пристрій, взаємне розташування частин і елементів якого-небудь предмета, машини, приладу, що визначається його призначенням. Конструкція передбачає спосіб з’єднання, взаємодію частин, а також матеріал, з якого окремі частини (елементи) повинні бути виготовлені. У процесі конструювання створюється зображення і види виробу, розраховується комплекс розмірів з відхиленнями, з допусками, добирається відповідний матеріал, встановлюються вимоги до шорсткості поверхонь, технічні вимоги до виробу та його частин, створюється технічна документація. Конструювання спирається на результати проектування та уточнює всі інженерні рішення, прийняті при проектуванні. Технічна документація, що створюється в процесі конструювання, повинна забезпечити перенесення всієї конструкторської інформації на виріб, що виготовляється, і його раціональну експлуатацію.

Проектування і конструювання є процесами взаємопов’язаними, що доповнюють одне одного. Конструктивна форма об’єкта уточнюється

застосуванням методів проектування: виконання розрахунків параметрів, оптимізація тощо. У свою чергу, проектування можливе тільки при заздалегідь прийнятих варіантах конструктивного виконання.

Проектування і конструювання слугують одній меті: розробці нового виробу, який не існує або існує в іншій формі і має інші розміри.

Проектування і конструювання – види розумової діяльності, коли в думці розробника (проектувальника) створюється конкретний уявний образ. Уявний образ піддається уявним експериментам, що включають перестановку складових частин або заміну їх іншими елементами. Одночасно оцінюється ефект внесених змін, визначається, як ці зміни можуть вплинути на остаточний результат. Уявний образ створюється відповідно до загальних правил проектування і конструювання і згодом набуває остаточного, технічно обґрунтованого вигляду.

Технічне конструювання – частина процесу створення машини, споруди, що завершується складанням робочих креслень і текстів у вигляді спеціальних технічних вимог, вказівок до виготовлення, контролю якості, випробування та ін. Документація, отримана в результаті проектування і конструювання, має єдину назву – проект.

Можливі три варіанти технічного конструювання: конструюється принципово новий технічний пристрій; існуючий технічний пристрій замінюється новим; поліпшуються окремі параметри і техніко-економічні показники технічного пристрою, що працює.

Процес технічного конструювання умовно ділиться на такі етапи:

1) уточнення технічного завдання від замовника. Критичний підхід до формулювання мети – одна з особливостей вирішення конструкторських завдань;

2) ескізне конструювання. Художник-конструктор забезпечує зручність користування пристроєм, його якнайповнішу відповідність умовам експлуатації, естетичні якості тощо;

3) розробка технічного проекту. Це своєрідний етап. Виконання складального креслення підбиває підсумок виконаної раніше тривалої роботи, але це не просто викреслювання, а конструювання, що завершується створенням креслення. У ході цієї роботи продовжують вносити зміни в конструкцію, що створюється;

4) створення робочого проекту.

Під проектуванням Дубравін Ю.Ф. розуміє процес складання проекту, тобто сукупності документів, необхідних для виготовлення машин, або процес креслення проекції, зображення фігури, предмета на площині [36].

Автоматизоване проектування – проектування, за якого окремі перетворення описів об’єкта і (або) алгоритму його функціонування здійснюються взаємодією людини і ПЕОМ [78].

Дубравін Ю.Ф. автоматизованим називає проектування, що здійснюється людиною в систематичній взаємодії з ПЕОМ при раціональному розподілі функцій між людиною й ПЕОМ. Автоматичним є проектування, при якому всі перетворення описів об’єкта й алгоритму його функціонування, а також подання опису здійснюються без участі людини, а при автоматизованому – при взаємодії людини з ПЕОМ. Проектування із застосуванням ПК відрізняється від автоматизованого тим, що користувач сам обирає математичну модель об’єкта проектування, потім, за допомогою стандартних програмних засобів, розраховує цю модель на ЕОМ. При автоматизованому проектуванні завдання з самого початку вводиться в ЕОМ з урахуванням її фізичних і технічних особливостей, а ЕОМ автоматично виділяє її математичну сутність і вирішує [36].

Функції між людиною і ПК повинні бути раціонально розподілені. Людина повинна вирішувати задачі творчого характеру, а комп’ютер – завдання, що допускають формалізований опис у вигляді алгоритму рутинного характеру.

Перевагою автоматизованого проектування є можливість проводити на ЕОМ експерименти на математичних моделях, що значно скорочує дороге

фізичне моделювання. Математичні моделі при цьому повинні відповідати вимогам універсальності, точності, адекватності та економічності.

У процесі проектування за допомогою САПР як проміжні та остаточні рішення використовують математичні моделі:

- форми геометричних параметрів;
- структури;
- тимчасові і просторово-тимчасові відносини;
- функціонування;
- стани і значення властивостей об’єкта;
- імітаційні.

Проектування будь-якого технологічного об’єкта – створення, перетворення і подання у прийнятій формі образу ще не існуючого об’єкта. Образ об’єкта або його складових частин може створюватися в уяві людини в результаті творчого процесу або генеруватися відповідно до деяких алгоритмів у процесі взаємодії людини і ЕОМ.

Проектування включає в себе розробку технічної пропозиції та (або) технічного завдання (ТЗ), що відображають ці потреби, і реалізацію ТЗ у вигляді проектної документації.

Результатом проектування, як правило, слугує повний комплект документації, що містить достатні відомості для виготовлення об’єкта в заданих умовах. Ця документація і є проектом, точніше, остаточним описом об’єкта. Отже, проектування – процес, що полягає в отриманні та перетворенні вихідного опису об’єкта в остаточний опис на основі виконання комплексу робіт дослідницького, розрахункового і конструкторського характерів.

Проектування складних об’єктів засноване на застосуванні ідей та принципів, викладених у низці теорій і підходів. Загальним підходом є системний, ідеями якого пронизані різні методики проектування складних систем.

Сучасні тенденції проектування машин і систем свідчать про те, що для

досягнення успіху майбутній учитель технологій повинен орієнтуватися у самому об’єкті, процесі, системі проектування; в апараті обробки й аналізу вхідної і вихідної інформації про об’єкт, процес, систему, зовнішнє середовище; у математичному моделюванні, тобто в постановці та формалізації завдання, яке полягає в умінні переробити технічне завдання з проблемно-змістового на мову математичних схем і моделей, а також – у спеціальному програмному забезпеченні; у методах пошуку оптимального рішення; у відповідному програмному забезпеченні систем автоматизованого проектування (діалогових системах, банках даних, базах знань та ін.); у вільному володінні засобами обчислювальної техніки.

За змістом вирішуваних завдань процес проектування поділяють на такі етапи:

системотехнічне проектування, за якого обирають і формулюють цілі проектування, обґрунтовують вихідні дані і визначають принципи побудови системи. При цьому формується структура проектованого об’єкта, його складових частин, якими зазвичай є функціонально завершені блоки, визначаються енергетичні та інформаційні зв’язки між складовими частинами. Як наслідок – формуються і формулюються приватні технічні завдання на проектування окремих складових частин об’єкта;

функціональне проектування має на меті реалізацію складових частин системи (комплексів, пристроїв, вузлів). При цьому оптимізують параметри (здійснюють структурний і параметричний синтез) для забезпечення найкращого функціонування та ефективного виробництва;

конструювання, або *технічне проектування*, вирішує завдання компонування схем і розміщення елементів і вузлів. При цьому прагнуть оптимізувати прийняті рішення за конструктивно-технологічними, економічними і експлуатаційними показниками. На цьому етапі проектування розробляють технічну документацію, необхідну для виготовлення та експлуатації;

технологічна підготовка виробництва забезпечує розробку

технологічних процесів виготовлення окремих блоків і всієї системи загалом. На цьому етапі проектування створюється технологічна документація на основі попередніх результатів.

Кожен етап проектування зводиться до формування описів проектованого виробу, що відносяться до різних ієрархічних рівнів і аспектів його створення та експлуатації. Етапи проектування складаються з окремих проектних процедур, які завершуються приватним проектним рішенням. Типовими для проектування процедурами є аналіз і синтез описів різних рівнів і аспектів.

Процедура аналізу полягає у визначенні властивостей заданого (або обраного) опису (наприклад, розрахунок конструкцій).

Процедура синтезу полягає у створенні проектного рішення за вимогами, властивостями і обмеженнями. При цьому в процесі синтезу може створюватися структура об’єкта (структурний синтез) або можуть визначатися параметри елементів, що забезпечують потрібні характеристики (параметричний синтез).

Процедури аналізу та синтезу в процесі проектування тісно пов’язані між собою, оскільки обидві вони спрямовані на створення прийнятного або оптимального проектного рішення.

Типовою проектною процедурою є оптимізація, що призводить до оптимального (за певним критерієм) проектного рішення.

Процедура оптимізації полягає в багаторазовому аналізі при цільовій зміні параметрів схеми до задовільного наближення заданих характеристик. Оптимізація забезпечує створення (синтез) проектного рішення, але включає поетапну оцінку характеристик (аналіз).

Проектні процедури складаються з окремих проектних операцій. Наприклад, у процесі аналізу математичних моделей доводиться вирішувати диференціальні та алгебраїчні рівняння, здійснювати операції з матрицями. Такі операції можуть мати відокремлений характер, але загалом вони утворюють єдину проектну процедуру.

Проектні процедури та операції виконуються у певній послідовності, яка називається маршрутом проектування. Маршрути проектування можуть починатися з нижніх ієрархічних рівнів описів (висхідне проектування) або з верхніх (спадне проектування). Між усіма етапами проектування існує глибокий взаємозв'язок.

Так, визначення остаточної конструкції і розробка всієї технічної документації часто не можуть бути виконані до завершення розробки технологій. У процесі конструювання і розробки технологій може знадобитися корекція принципових схем, структури системи і навіть вихідних даних. Тому процес проектування є не тільки багатоетапним, але й коректованим по мірі його виконання.

У процесі проектування необхідно не просто створити об'єкт, який буде забезпечувати задане функціонування, а й оптимізувати його за широким спектром функціональних, конструкторсько-технологічних, експлуатаційних та економічних показників.

Розвиток проектування базується на системному підході і вдосконаленні процесів проектування із застосуванням математичних методів і засобів обчислювальної техніки, комплексної автоматизації трудомістких і рутинних проектних робіт, заміни макетування і натурального випробовування математичним моделюванням, використанням ефективних методів багатоваріантного проектування і оптимізації, а також підвищенням якості управління проектуванням.

Проектна процедура – це формалізована сукупність дій, виконання яких закінчується ухваленням проектного рішення. Процедури проектування опираються на мову проектування, яка є засобом лінгвістичного або графічного подання й перетворення опису об'єкта в процесі проектування. Проектна процедура складається з елементарних проектних операцій з чітко встановленим порядком їхнього виконання й спрямована на досягнення локальної мети в процесі проектування. Кожна проектна процедура характеризується набором (групою) параметрів, що містять у загальному

випадку вихідні дані, обмеження, математичну модель, процедуру обчислення, проектне рішення й критерії оцінки проектного рішення [36].

Проектною операцією називають дію або формалізовану сукупність дій, що є частиною проектної процедури, алгоритм яких залишається незмінним (інваріантним) для ряду проектних процедур. Прикладами проектних операцій є деякі обчислювальні роботи (лінеаризація характеристики, рішення рівняння й ін.), способи інтерпретації результатів (наприклад, побудова графіка, таблиці), види підготовки даних [36].

Проектне рішення – проміжний або кінцевий опис об’єкта проектування, необхідний і достатній для визначення подальшого розгляду або завершення проектування [36].

Процес проектування є складною системою з великою кількістю учасників і великим обсягом інформації. Одним із завдань роботи зі створення єдиного інформаційного простору є впорядкування і формалізація цих зв’язків та інформації, на основі яких вже вирішуються завдання управління проектами.

При розробці високотехнологічних виробів нині можуть застосовуватися кілька технологій проектування. Деякі з них вже широко застосовуються, а деякі перебувають на стадії розробки та впровадження. Розглянемо більш детально варіанти застосування цих технологій.

Технологія спадного проектування починається з уніфікації маршрутів проектування, тобто потрібно обрати уніфікований маршрут, “розбити” на проектні процедури, і ці процедури також уніфікувати. Відбувається покрокова деталізація виконуваного проекту, при цьому на кожному етапі деталізації потрібно розглянути альтернативні варіанти рішення і обрати найкращі, які потім реалізуються у вигляді проектів нижчого рівня.

При роботі з такими проектами як розробка високотехнологічних виробів, технології спадаючого проектування, показує ефективні позитивні результати для великих систем, що містять багато блоків, кожен з яких описується на своєму рівні складності.

Переваги такого підходу очевидні – простота реалізації, відсутність необхідності постійного узгодження результатів окремих етапів проектування. Недоліки технологій спадаючого проектування полягають у послідовності реалізації проекту, що призводить до додаткових тимчасових витрат у разі необхідності внесення будь-яких змін – вся процедура повинна буде повторюватися спочатку.

Технологія висхідного проектування – проектування об’єкта як складної ієрархічної системи, де виконання процедур отримання описів нижчих ієрархічних рівнів передує виконанню процедур отримання описів більш високих ієрархічних рівнів (проектування “знизу-вгору”). У цьому випадку заздалегідь не документується, для яких завдань будуть використовуватися проектні процедури, а просто формується інструментарій для автоматизації проектних процедур зі створення окремих розроблюваних модулів спільного проекту. Як наслідок – всі ці модулі об’єднуються в єдиний проект. Об’єкти, проектовані на кожному рівні при розглянутих технологіях, мають стати типовими, призначеними для багатьох використань. При висхідному проектуванні функціональні характеристики елементів відомі, а вимоги до них мають передбачений характер і їх намагаються задовольнити. Цей вид технологій мало застосовується в чистому вигляді для повного циклу проектування. Хоч кожен окремий модуль спроектований і розроблений досконало, важко досягти загальної ефективності проекту, який є простим об’єднанням проектів нижчого рівня, створення яких не було підпорядковане єдиній глобальній меті. Однак сучасні CAD/CAM/CAE-системи повністю від неї не відмовляються і поряд із застосуванням нових технологій дають змогу використовувати технології висхідного і спадного проектування окремих вузлів.

Технології наскрізного проектування забезпечують взаємозв’язок кожного попереднього етапу розробки з подальшим, ефективну передачу завершених проектних рішень кожній стадії на всі наступні ступені. У цьому випадку відбувається формування на початковій стадії проектування

аналітичної інформації про об’єкт. Технологія наскрізного проектування включає не тільки інструментарій, але також деяку організацію роботи, тобто порядок виконання проектних операцій, цілі окремих етапів проектування і розподіл ролей учасників проекту.

Наскрізне проектування кожна група розробників може адаптувати під особливості проекту (предметна область, масштабність проекту) та організація (компактна робоча група, розподілений колектив, сторонні виконавці, залучаються експерти, або члени групи). Наскрізна передача інформації на наступні етапи проектування дає змогу завчасно оцінити усіма групами проектувальників і розробників оптимальність наступного проектного рішення. Таким чином, з’являється можливість провести у групі доопрацювання раніше, ніж дійде черга до виконання цією групою свого етапу проектування. Цим досягається можливість об’єднання всіх рекомендацій від усіх груп фахівців, врахувати їх на ранніх стадіях проектування і уникнути тривалих переробок проекту.

Наскрізні методи проектування застосовуються в поєднанні з технологією низхідного або висхідного проектування, що підвищує їхню гнучкість.

Технологія паралельного автоматизованого проектування є подальшим розвитком технологій наскрізного проектування. В її основі лежить ідея суміщеного проектування виробу, а також процесів його виготовлення та супроводу, яку координує за допомогою спеціально створюваної для цієї мети розподіленого інформаційного середовища. При паралельному проектуванні інформація щодо остаточних характеристик виробу, що знаходиться в стадії розробки, формується і надається відразу всім працівникам вже на ранніх етапах процесу проектування. Розробник може створювати альтернативні стратегії та швидко оцінювати їхню ефективність, якщо він має у своєму розпорядженні спеціальні інтегровані інструментальні засоби і автоматизовані системи проектування. Фактично при використанні цієї технології вдається досягти “перекриття” всіх стадій

життєвого циклу виробу.

Поточний етап проектування вважається завершеним тільки тоді, коли враховані всі доопрацювання і зміни, що вносяться подальшими проектними групами. Такий підхід дає змогу ліквідувати повторення (можливо неодноразове) операцій проектування, як при послідовній і наскрізний технології [78].

Із поняттям “САПР” тісно зв’язане таке поняття, як моделювання.

Моделювання (англ. scientific modelling, simulation)– це метод дослідження явищ і процесів, що ґрунтується на заміні конкретного об’єкта досліджень (оригіналу) іншим, подібним до нього (моделлю) [78].

Моделювання в широкому сенсі – це особливий пізнавальний процес, метод теоретичного та практичного опосередкованого пізнання, коли суб’єкт замість безпосереднього об’єкта пізнання вибирає чи створює схожий з ним допоміжний об’єкт-замісник (модель), досліджує його, а здобуту інформацію переносить на реальний предмет вивчення [92].

Фізичне моделювання – метод експериментального вивчення фізичних явищ, який базується на їхній фізичній подібності.

Цей метод застосовується у таких випадках:

– математична модель явища (машини, процесу тощо) відсутня або така модель дуже складна, вимагає багато вихідних даних, одержання яких ускладнене;

– відтворення явища (машини, процесу) в реальних масштабах недоцільне.

Метод полягає у створенні лабораторної фізичної моделі явища у зменшеному масштабі та проведенні експериментів на цій моделі. Одержані висновки і результати розповсюджуються на явище у реальних масштабах.

Метод може дати надійні результати тільки у випадку наявності фізичної подібності реального явища і моделі. Подібність досягається за рахунок рівності для моделі та реального явища значень критеріїв подібності – безрозмірних чисел, які залежать від фізичних (у тому числі геометричних)

параметрів, що характеризують явище. Експериментальні дані, одержані на моделі, розповсюджуються на реальний об’єкт з урахуванням критеріїв подібності (на практиці – з урахуванням певних коефіцієнтів).

Математичне моделювання – метод дослідження процесів або явищ шляхом створення їхніх математичних моделей і дослідження цих моделей.

В основу методу покладено ідентичність форми рівнянь і однозначність співвідношень між змінними в рівняннях оригіналу і моделі, тобто їхню аналогію. Математичні моделі досліджуються, як правило, за допомогою аналогових обчислювальних машин, цифрових обчислювальних машин, комп’ютерів.

Математичне моделювання застосовують всі природничі та суспільні науки, що використовують математичний апарат для одержання спрощеного опису реальності за допомогою математичних понять. Математичне моделювання дає змогу замінити реальний об’єкт його моделлю і потім вивчати останню. У разі будь-якого моделювання, математична модель не описує явище абсолютно адекватно, що залишає актуальним питання про застосовність отриманих таким шляхом даних.

Комп’ютерне моделювання – метод розв’язування задачі аналізу або синтезу складної системи, що ґрунтується на використанні її комп’ютерної моделі. Сутність комп’ютерного моделювання полягає у пошуку кількісних і якісних результатів із залученням наявної моделі.

Методом комп’ютерного моделювання користуються фахівці практично всіх галузей і сфер науки і техніки, оскільки з їх допомогою можна прогнозувати і навіть імітувати явища, події або проектовані предмети у заздалегідь заданих параметрах.

Імітаційне моделювання – це метод, який дає змогу будувати моделі процесів, що описують, як ці процеси проходили б насправді. Імітаційне моделювання – це окремий випадок математичного моделювання. Існує клас об’єктів, для яких з різних причин не розроблені аналітичні моделі або методи розв’язування задач про такі моделі. У цьому випадку математична

модель замінюється імітатором або імітаційною моделлю.

Імітаційна модель, у вузькому значенні, – логіко-математичний опис об’єкта, що використовують для експерименту на комп’ютері, з метою проектування, аналізу й оцінки функціонування об’єкта.

3D-моделювання – це процес розробки математичного представлення будь-якої тривимірної поверхні об’єкта за допомогою спеціалізованого ПЗ.

3D-моделі представляють 3D-об’єкт, використовуючи набір точок у 3D-просторі, поєднаних між собою різноманітними геометричними об’єктами (трикутники, лінії тощо).

Процес моделювання в САПР якраз і зводиться до того, щоб спочатку задати на площині типовий профіль, потім додати йому просторові властивості, побудувавши так звану базову форму, а потім додавати до неї нові конструкторсько-технологічні елементи (стандартні або описувані типовими профілями).

Геометричне моделювання засновано на математичних методах аналітичної геометрії, які забезпечують введення і перетворення двохмірних і тривимірних об’єктів з урахуванням обмежень умов, пов’язаних з організацією взаємодії, можливостями засобів відображення, станом обчислювальної техніки. Основи аналітичної геометрії враховують сучасні досягнення в цій галузі.

Геометричне моделювання в САПР використовується для вирішення багатьох завдань: візуалізація, побудова розрахункових сіток, генерація програм для управління станків з числовим програмним управлінням (ЧПУ).

Завдання геометричного моделювання є важливою галуззю САПР. Оскільки дані про фізичні об’єкти реального світу не можуть бути цілком введені в комп’ютер, необхідно обмежити обсяг інформації про об’єкт у рамках цього питання, наприклад:

- Які частини об’єкта видимі?
- Який колір повинен бути присвоєний кожному елементу об’єкта?
- Яка площа поверхні, який обсяг займає об’єкт і яку масу він має?

– Чи перетинається об’єкт з іншими об’єктами?
– Об’єкт знаходиться всередині або ззовні іншого об’єкта?

І якщо правильно обрати геометричну модель об’єкта для обумовленого кола завдань, це буде ефективним рішенням.

Геометричні моделі в САПР використовуються для вирішення багатьох завдань: візуалізації, побудови розрахункових сіток, генерації керуючих програм для станків з ЧПУ тощо. Насамперед вони призначені для зберігання інформації про форму об’єктів і їхнє взаємне розташування та надання її для обробки в комп’ютерній програмі. У цьому ключова відмінність електронної геометричної моделі від креслення, яка представляє собою умовне символьно-графічне зображення, призначене для читання людиною.

Каркасне моделювання. Це історично перша технологія подання об’ємної геометрії. Вона природним чином розвинулася із систем 2D-креслення. Це простий спосіб представлення тривимірних моделей – каркасні сітки, які дають незаперечні переваги порівняно з моделюванням на площині. Вони допомагають чіткіше уявляти модель і надійно контролювати взаємне розташування складових її елементів. Крім того, каркаси можна використовувати і для створення проекційних видів. Досить прості структури даних і алгоритми роботи з каркасами дали змогу реалізувати їх на малопотужному обладнанні кінця 70-х років XX століття.

Недолік каркасного представлення моделей полягає в тому, що програми не можуть відобразити всі особливості поверхонь, визначених каркасами, і це призводить до неможливості побудови, наприклад, точних перетинів. Візуальне уявлення досить аскетичне і в деяких випадках не дає можливості інтерпретувати побачене.

Проте, навіть така технологія дала можливість істотно розширити функціональні можливості САПР порівняно з 2D-системами. Сьогодні побудова каркасів також використовується у геометричному моделюванні САПР, але лише як допоміжна система проміжних побудов.

Поверхневе моделювання. На відміну від каркасного подання,

моделювання за допомогою поверхонь має менше обмежень, тому що дає змогу визначити своєрідну “оболонку” тривимірного об’єкта.

Геометричні моделі на основі поверхневого уявлення забезпечують якісну візуалізацію, простий перехід до побудови розрахункових сіток для чисельного моделювання, а також корисні функції, такі як побудова просторових сполучень, перетинів, визначення лінії перетину оболонок, генерація креслярських проекцій.

Твердотільне моделювання. Незважаючи на досить широкі можливості, які надає поверхневе моделювання, воно має певні істотні обмеження з погляду використання в САПР, зокрема неможливість обчислення об’ємів, мас і моментів інерції об’єктів, обмеженість застосування до них булевих операцій (обчислення, об’єднання, перетину). Ці обмеження знімаються при використанні твердотільного моделювання, що став на сьогодні стандартом де-факто в 3D CAD/CAM/CAE-системах.

Для опису складних тіл, моделюючих об’єктів реального світу, отриманих після обробки матеріалу або нероз’ємної збірки, використовується ієрархічна структура, що описує тіла як послідовність застосування булевих операцій над набором елементарних твердих тіл, – так зване CSG-дерево (Constructive Solid Geometry tree). У рамках CSG подання для опису складових твердих тіл визначено такі операції над вихідними елементарними тілами: віднімання, об’єднання, перетин.

Подання твердих тіл у вигляді дерева побудов зручно також і з погляду організації призначеного для користувача інтерфейсу, що забезпечує наочний і швидкий доступ до будь-якого елементу, що входить в опис геометрії тіла, його модифікацію і отримання звітної інформації [78].

Параметричне моделювання (параметризація) – це моделювання (проектування) з використанням параметрів елементів моделі і співвідношень між цими параметрами. Параметризація дає змогу за короткий час змоделювати (за допомогою зміни параметрів або геометричних співвідношень) різні конструктивні схеми й уникнути принципових помилок.

Параметричне моделювання істотно відрізняється від звичайного двовимірного креслення або тривимірного моделювання. Конструктор у разі параметричного проектування створює математичну модель об’єктів з параметрами, при зміні яких відбуваються зміни конфігурації деталі, взаємні переміщення деталей у збірці тощо.

Тривимірне параметричне моделювання є набагато ефективнішим (але і складнішим) інструментом, ніж двовимірного параметричне моделювання. У сучасних системах середнього і важкого класу наявність параметричної моделі закладено в ідеологію самих САПР. Існування параметричного опису об’єкта є базою для всього процесу проектування [78].

Параметричне моделювання і конструювання в САПР. Параметричне моделювання засноване на моделюванні деталей і виробів з використанням параметрів елементів моделі і співвідношень між цими параметрами.

Процес проектування і конструювання, як правило, передбачає розгляд кількох варіантів, тому спрощення та автоматизація побудови моделі майбутнього виробу є однією з найважливіших задач САПР. Одним з широко поширених методів вирішення цієї задачі є параметричне проектування (або просто параметризація), засноване на моделюванні деталей та виробів з використанням параметрів елементів моделі і співвідношень між цими параметрами. Параметризація дає змогу за короткий час розглянути за допомогою змін параметрів або геометричних відносин різні конструктивні схеми, вибрати оптимальні рішення і уникнути принципових помилок.

Використовуючи технологію параметричного конструювання, користувач за необхідності має можливість легко змінювати форму моделі, швидко й ефективно отримувати альтернативні конструкції або переглянути концепцію виробу загалом. При відсутності засобів забезпечення параметричного конструювання модель визначена однозначно тільки своєю геометрією, тому внесення навіть найменших змін потребує значних трудових витрат. Зміни ж параметричної моделі виконуються так само легко, як і зміни значення розмірів на кресленнях.

Параметризація – концепція, яка охоплює всі методи для вирішення завдань конструювання. Важливою особливістю сучасної концепції параметричного конструювання є, насамперед, можливість створення геометричної моделі з використанням зв'язків та правил, які можуть змінюватися і доповнюватися на будь-якому етапі її створення. Правила ж визначаються як умови виконання базової операції (наприклад, наскрізний отвір). Існують такі типи параметризації: таблична, ієрархічна, варіаційна тощо [78].

Наступні поняття які необхідно розглянути в межах дисципліни "САПР" це – "графіка" і "комп'ютерна графіка".

Сутність поняття "комп'ютерна графіка" випливає з тлумачення слова "графіка". Графіка – це вид мистецтва, що включає малюнок і художнє зображення (походить від грецького слова "графо", що означає "пишу, креслю, малюю"). У літературних джерелах визначено декілька підходів до понять "графіка" і "комп'ютерна графіка". Розглянемо деякі з них.

У "Великому тлумачному словнику сучасної української мови" подано визначення терміну "графіка" – це вид образотворчого мистецтва, основним зображальним засобом якого є малюнок, виконаний на папері, тканині та ін., олівцем, пером, пензлем або відтиснутий на папері зі спеціально підготовленої форми. У цьому ж словнику наведені короткі визначення видів графіки: "векторна графіка" – графіка з поданням зображення у вигляді сукупності відрізків прямої (векторів); "растрова графіка" – комп'ютерна графіка, в якій зображення генерується з масиву пікселів; "інтерактивна графіка" – організація роботи графічної системи, яка дає змогу користувачеві динамічно (у діалозі) керувати вмістом зображення, його формою, розмірами, розмірами та кольором; "координатна графіка" – комп'ютерна графіка, в якій зображення генерується за допомогою команд візуалізації та координат; "комп'ютерна графіка" – це сукупність методів та способів перетворення даних у графічне зображення і з графічного зображення в дані [11].

Айлен Сінклер у “Великому тлумачному словнику комп’ютерних термінів” поняття “комп’ютерна графіка” подає як візуальне представлення на екрані відеопристроїв. Усе те, що можна зобразити на папері, може бути відтворено і на екрані. Відмінність полягає в тому, що на комп’ютері зображення можна видалити або змінити майже негайно. Крім того, комп’ютерна графіка може здійснити такі маніпуляції із зображенням, які не можна виконати на папері [153].

У “Короткому тлумачному словнику з інформатики та обчислювальної техніки” зазначено, що комп’ютерна графіка – це “програмні й апаратні засоби для зберігання, машинного перетворення і виведення на зовнішні пристрої ЕОМ інформації про креслярсько-графічні документи” [49].

У вільній електронній енциклопедії “Вікіпедія” поняття “комп’ютерна графіка” – це графіка, тобто зображення, які створюються, перетворюються, оцифровуються, обробляються і відображаються засобами обчислювальної техніки, включаючи апаратні і програмні засоби [60].

На сайті “ВікіСторінка” [61] поняття “комп’ютерна графіка” (також “машинна графіка”) представлено як галузь діяльності, в якій комп’ютери використовуються як інструмент для синтезу (створення) зображень, так і для обробки візуальної інформації, отриманої з реального світу. На цьому ж освітньому сайті наведено основні галузі застосування графіки: наукова, ділова, конструкторська, ілюстративна, художня і рекламна графіка, комп’ютерна анімація, мультимедіа.

У Бібліотеці електронних навчальних посібників Луцького НТУ надається таке визначення поняття “комп’ютерна графіка” – це застосування обчислювальної техніки для створення графічних зображень, їх відображення різними засобами і маніпулювання ними. Зв’язок традиційної і комп’ютерної графіки, з одного боку, визначає застосування розмножувальної техніки, з другого – можна знайти ще одне пояснення виникненню терміну “графіка”, яке застосовується до роботи художника-комп’юторщика. Поняття “графіка” означає зображення лініями, штрихами, точками. Всі графічні комп’ютерні

програми принципово розділяються на два типи: векторні (зображення будуються лініями) і растрові (зображення із точок) [5].

В. В. Карабчевський зазначає, що комп'ютерна графіка – один із компонентів комп'ютерних технологій, на якому базується геометричне моделювання об'єктів, процесів, явищ, автоматизація конструювання та виготовлення проектно-графічної документації [54].

О. Г. Глазунова наводить таке визначення поняттю "комп'ютерна графіка" – це сукупність засобів та прийомів, призначених для автоматизації кодування, обробки, декодування та зберігання графічної інформації. Комп'ютерна графіка є багатофункціональною складовою графічно-інформаційних технологій, найлегше сприймається та найшвидше обробляється (в інформаційному плані) і засвоюється людиною, а головне – повною мірою відповідає природним психологічним особливостям сприйняття людиною навколишнього середовища [21].

Питання використання комп'ютерної графіки і в тому числі систем автоматизованого проектування у підготовці фахівців педагогічної галузі, розглядалися в роботах: А. П. Верхоли, Р. М. Горбатюка, О. М. Джеджули, В. В. Карабачевського, М. М. Козяра, В. С. Кошелєвої, М. М. Ожга, Г. О. Райковської, Г. І. Сажко, Я. О.Слободян, О. В. Слободянюк, М. Ф. Юсупової та інші.

У своєму дослідженні М. Ф. Юсупова [178] визначила психолого-педагогічні закономірності навчально-пізнавальної діяльності студентів в умовах комп'ютерного навчання та дидактично обґрунтувала теоретичні підходи до створення автоматизованого навчального курсу з використанням універсального середовища автоматизації інженерно-графічних робіт AutoCAD, а також обґрунтувала можливості застосування інформаційних технологій у графічній підготовці студентів вищих навчальних закладів.

У науковій роботі Ю. В. Фещук окреслено потенціал розвитку просторового мислення студентів за допомогою комплексу засобів комп'ютерної графіки. Зокрема, визначено вимоги до цього комплексу:

інтерактивність – можливість оперативного управління під час вивчення нового матеріалу (довільний вибір теми; повтор матеріалу, що вивчається; тестування); наочність, яка сприяє ефективному засвоєнню навчального матеріалу студентами та розвитку їх просторового мислення; доступність – можливість використання студентами електронного засобу під час аудиторних занять і самостійної підготовки; одержання твердих копій матеріалу, що вивчається; швидкість навчання – можливість за короткий проміжок часу засвоїти великий обсяг нового матеріалу [170].

Т. П. Федорина визначила та науково обґрунтувала принципи та педагогічні умови розвитку навчально-пізнавальної діяльності та конструкторських умінь студентів, розробила методику формування конструкторських умінь та навичок студентів, яка ґрунтується на основі комплексу конструктивно-технологічних задач та творчих завдань, що забезпечують розвиток технічного конструкторського мислення студентів у процесі графічної діяльності в системі організаційних форм навчання з використанням проблемних, ігрових, евристично-діалогових способів навчальної роботи [168].

Дисертацію Г. А. Райковскої [121] присвячено науковому обґрунтуванню і розробці теоретичних і методичних засад реалізації методики графічної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей засобами інформаційних технологій. Запропонована методика спрямована на розвиток потреб студента в самореалізації та передбачає поетапне формування інженерно-конструкторських знань, умінь і навичок.

Науковець О. Г. Глазунова [21] розглядає комп’ютерну графіку як елемент нових інформаційних технологій навчання, висвітлює теоретичні та методичні аспекти її застосування на всіх етапах процесу навчання та пропонує методику навчання студентів аграрних освітніх закладів засобами комп’ютерної графіки.

С. І. Гоменюк [23] розглядає проблеми побудови універсальних систем автоматизації проектування складних інженерних конструкцій і споруд. У

роботі запропоновано новий підхід до організації САПР у машинобудуванні та будівництві, що полягає в розробці об’єктно-орієнтованої моделі складної механічної системи, яка є довільною сукупністю взаємодіючих між собою механічних об’єктів і зв’язків між ними.

У докторській дисертації М. Ф. Юсупової обґрунтовано доцільність застосування інформаційних комп’ютерних технологій у процесі навчання графічним дисциплінам та впроваджено в навчальний процес інтерактивний навчальний курс “Нарисна геометрія”, програмний комплекс автоматизованого контролю теоретичних знань і практичних навичок з нарисної геометрії. Визначено і дидактично обґрунтовано теоретичні підходи до використання автоматизованої системи проектування AutoCAD для виконання графічних завдань з нарисної геометрії. Здійснено експериментальну перевірку методики графічної підготовки студентів, що показала істотне підвищення рівня засвоєння навчального матеріалу [179].

Дисертаційну роботу П. Ю. Денисюка [28] присвячено розв’язку важливої наукової задачі – розробці математичного, інформаційного та лінгвістичного забезпечення для систем автоматизованого проектування гідравлічних мікроелектромеханічних систем. Розроблено інформаційне та лінгвістичне забезпечення, які складаються з структури даних та формату опису конструкцій мікрогідравлічних пристроїв, що дало змогу вдосконалити бібліотеку математичних моделей та розширити функціональні можливості БД САПР за допомогою використання XML-формату.

Роботу В. С. Кошелєвої [67] присвячено проблемі формування у майбутніх інженерів-педагогів економічного профілю проектувальних умінь засобами комп’ютерних технологій. Розроблено методику формування проектних умінь засобами комп’ютерних технологій.

Дисертацію Г. І. Сажко [147] присвячено проблемі формування ергономічних знань і умінь майбутніх інженерів–педагогів у галузі комп’ютерних технологій. Розроблено теоретичні і методичні основи методики формування ергономічних знань і умінь у майбутніх інженерів-

педагогів у галузі комп'ютерних технологій, яка дає змогу надавати майбутнім спеціалістам необхідний для роботи в сучасному комп'ютеризованому і роботизованому виробництві обсяг знань і умінь з урахуванням у своїй діяльності "людського фактору".

У дисертації О. В. Слободянюк [156] запропоновано науково обґрунтовану методику формування вмінь з інженерної та комп'ютерної графіки, адаптовану до різних форм організації навчального процесу в технічному ВНЗ. Удосконалено структуру організації навчальних матеріалів дистанційних курсів з з інженерної та комп'ютерної графіки.

У роботі Ю. В. Яворик [180] досліджено проблему застосування графічних комп'ютерних програм у підготовці майбутніх фахівців з дизайну, а також доведено необхідність удосконалення процесу навчання з використання графічних комп'ютерних програм; запропоновано обґрунтовану систему застосування комп'ютерних графічних програм у процесі підготовки фахівців з дизайну.

У дисертаційній роботі М.М. Ожга [100] здійснено теоретичне узагальнення та запропоновано нове розв'язання наукової задачі підвищення якості навчання систем 3D-проектування майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю. Це здійснено шляхом обґрунтування, розробки, експериментальної перевірки та впровадження цілей, змісту, методу, засобів та форм навчання систем 3D-проектування.

В. Г. Маценко у підручнику "Комп'ютерна графіка" дає таке визначення поняттю "комп'ютерна графіка" – це галузь знань, що вивчає та розробляє методи і засоби синтезу, збереження й перетворення цифрових зображень за допомогою ЕОМ та інших технічних пристроїв. Комп'ютерна графіка є важливою компонентою освіти сучасного спеціаліста. В багатьох випадках потреби в графіці можуть бути забезпечені різними існуючими графічними бібліотеками та системами. Однак, постійно виникає необхідність створювати спеціальні графічні програмні засоби. Зробити це можна, якщо оволодіти практичними навичками розв'язування типових задач

комп'ютерної графіки та відповідними теоретичними знаннями. Крім цього, слід зауважити, що навіть ефективне оволодіння існуючими графічними засобами вимагає знань теоретичних основ комп'ютерної графіки [81].

Також, В. Г. Маценко зазначає, що комп'ютерна графіка – це область інформатики, у сферу інтересів якої входять всі аспекти формування зображення за допомогою комп'ютера. Цифрові зображення потребують комп'ютерної обробки графічної інформації, їх простіше зберігати, тиражувати, компонувати тощо. Цифрові зображення можна створити сканером, цифровим фотоапаратом, а потім відредагувати в програмі обробки зображень (наприклад, в Adobe Photoshop), а можна створити цифрові малюнки з нуля, застосувавши спеціальні програми (наприклад CorelDraw) [81].

Отже, комп'ютерна графіка – це спеціальна галузь інформатики, що вивчає методи і засоби створення і редагування зображень за допомогою програмно-апаратних обчислювальних комплексів. Вона охоплює всі види і форми представлення зображень, доступних для сприйняття людиною або на екрані монітора, або у вигляді копії на папері.

Комп'ютерна графіка є одним з найбільш важливих розділів інформаційних технологій, яка широко використовується як прикладний інструмент і одночасно є предметом вивчення.

1.3. Графічна підготовка як передумова вивчення методики навчання систем автоматизованого проектування

Відповідь на питання, які професійні завдання повинен вміти вирішувати студент за допомогою отриманих знань, умінь і навичок, переконань, установок тощо, багато в чому впливає на постановку цілей освіти, які виконують системо-утворюючу функцію у педагогічній діяльності [159]. За словами В. П. Беспалько [4], для того щоб визначити зміст навчання, необхідно передусім сформулювати досить докладні та чіткі цілі

навчання.

Сформульована мета є провідним системотвірним елементом методичної системи навчання студентів.

Формулювання педагогічних цілей відповідає на питання: для чого вчити; які завдання (професійні, життєві, предметні, етичні, естетичні) повинен вміти вирішувати студент за допомогою отриманих знань, умінь, навичок, переконань, установок тощо.

Важливими вимогами до опису мети є повнота і водночас чіткість вимог, точна орієнтація на затребуваність у студентів отримання знань у майбутньому [4].

Переходячи від моделі фахівця до моделі його підготовки, вуз повинен враховувати той факт, що час неминуче вносить свої корективи в будь-яку професію. Прийнята модель діяльності фахівця за період навчання студента у вузі значною мірою застаріває. Виникає необхідність складної роботи з виявлення тенденцій у зміні характеру завдань і побудові прогностичної моделі діяльності фахівця [160].

Це є актуальним при побудові методики навчання для будь-якої дисципліни, але більшою мірою це стосується галузей, які інтенсивно розвиваються. Отже, мета викладання дисципліни “САПР” повинна мати прогностичний характер.

Зупиняючись на тих чи інших методах навчання, ми фактично відповідаємо на питання: як навчати, будуючи зміст навчального предмета, та чому навчати [160].

Системою орієнтирів для відбору змісту дисципліни “Системи автоматизованого проектування” для напряму підготовки “Технологічна освіта” з’явилися цілі педагогічного проектування, під якими ми розуміємо конкретний, якісно і кількісно охарактеризований, найбільш очікуваний результат, який планується досягти до певного часового моменту. Цілі навчання обумовлені такими критеріям:

– чіткість формулювання;

– повнота ознак очікуваного кінцевого результату;

– реальність досягнення;

– зв’язок з проблемою, концептуально значущою ідеєю, гіпотезою дослідження;

– тимчасова визначеність та обмеженість;

– прогностичність.

Загальні цілі навчання при накладенні на реальну навчальну сферу перетворюються в конкретні цілі, що визначаються, у нашому випадку, особливостями методики викладання систем автоматизованого проектування.

Метою методики навчання САПР майбутніх учителів технологій є формування у них готовності до використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій у їхній подальшій професійно-педагогічній діяльності.

Згідно з формулюванням освітньої мети виділяють такі завдання:

– ознайомити студентів з основними напрямками розвитку систем автоматизованого проектування;

– сформувати і зміцнити систему основних понять і етапів створення геометричних об’єктів як основи для подальшого вивчення програм спеціального призначення;

– оволодіння студентами глибокими знаннями теоретичних основ і закономірностей систем автоматизованого проектування;

– розвинути у студентів просторове мислення і уяву, необхідні для побудови візуальних об’єктів;

– навчити майбутніх учителів технологій оцінювати переваги, недоліки і обмеження того чи іншого пакета САПР залежно від поставленого перед ними завдання.

Після формулювання загальних завдань навчання доцільно розглянути вимоги до системи знань, умінь і навичок, тому що вони є кінцевим прогнозованим результатом у процесі вивчення дисципліни “САПР”.

Під поняттям “знання” в педагогіці мається на увазі перевірений

практикою результат пізнання [104]. У результаті вивчення дисципліни “САПР” студенти повинні знати: роль і місце систем автоматизованого проектування в системі наук та їхніх основних галузях; етапи розвитку САПР; класифікацію САПР; види забезпечення САПР та особливості їхнього застосування; типи графічних файлів та стандарти; поняття про геометричне та параметричне моделювання; правила оформлення графічної документації; перетворення координат і об’єктів; методи, алгоритми та етапи створення зображень; умови використання САПР в майбутній професійно-педагогічній діяльності.

Уміння розглядаються як “практичні дії, які можна здійснити на основі отриманих знань” [48].

Багаторазові повторення одних і тих самих дій в однакових або аналогічних умовах призводять до формування навичок.

Вміння та навички знаходяться в тісному взаємозв’язку. У деяких випадках вміння утворюються на основі вже наявних навичок. Вміння та навички прийнято ділити на спеціальні та загальнопрофесійні [175].

Завершуючи вивчення таких дисциплін, як “САПР”, майбутні вчителі технологій повинні вміти: виконувати налаштування конфігурацій пакетів САПР; поетапно створювати геометричні об’єкти, використовуючи інструментальні засоби систем автоматизованого проектування; використовувати САПР для розв’язання задач проектування, створення проектно-конструкторської документації; створювати тривимірні об’єкти, отримувати види, проекції і перетини, віднімати об’єкти і об’єднувати їх, використовуючи пакети САПР; редагувати двовимірні й тривимірні об’єкти; здійснювати обмін графічними зображеннями між різними пакетами САПР; виводити на друк створене графічне зображення; доповнювати і редагувати графічні файли, створені раніше; використовувати основні прийоми і методи роботи в пакетах САПР для отримання ефективного результату при вирішенні конкретних навчальних завдань.

У процесі навчання формуються також загальнонавчальні

інтелектуальні вміння, пов’язані з оволодінням способами роботи з різними джерелами отримання знань, веденням записів, прийомами запам’ятовування навчального матеріалу тощо.

Мотивація має функцію спонукання і спрямування діяльності і є результатом аналізу та оцінки альтернатив, вибору й прийняття рішень. Дія, що має усвідомлено цілеспрямований характер, обумовлюється тим, що людина усвідомлює мотив свого вчинку [175].

Формування мотивів навчання – це створення умов для появи внутрішніх спонукань (мотивів, цілей, емоцій) до навчання, усвідомлення їх студентом. З появою пізнавальної мотивації відбувається перебудова психічних процесів сприйняття, пам’яті, мислення та інших можливостей особистості, що сприяють виконанню діяльності, що викликала інтерес. Розвиток пізнавальної мотивації значно підвищує активність учнів і ефективність процесу навчання [12].

Підвищення рівня мотивації навчання є необхідною умовою підвищення рівня засвоєння знань, формування здатності у студентів до виконання завдань творчого характеру, підвищення ефективності навчання.

З огляду на важливість вивчення САПР майбутніми вчителями технологій, нами проаналізовано роботи вітчизняних і зарубіжних учених з цієї проблеми, де графічна підготовка виступає як передумова методики навчання САПР.

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) [32].

О. М. Джеджула [32] запропонувала методику 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 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 приводить уточнене поняття "графічної підготовки", 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 орієнтуватись в інформаційному і науковому просторі, формувати цілісний погляд на сучасні виробничі процеси та техніку не тільки вербально, а й за допомогою креслярів [121].

Зокрема А. М. Гедзик розглядає графічну підготовку як багатогранний та взаємообумовлений процес, у ході 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 [16].

А. М. Гедзик відзначив, що розробка теоретичних основ професійно-графічної підготовки майбутнього вчителя 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 повинне бути відведено забезпеченню професійної спрямованості навчання і якнайширшого залучення студентів до самостійної роботи, що відображає специфіку практичної складової графічної підготовки майбутніх учителів [16].

Досить об’ємне визначення поняття “графічна підготовка” надає В. К. Сидоренко [37], 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 відображає 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 розвиткові образного мислення студентів відіграють всі без винятку навчальні предмети. Водночас слід пам’ятати, що тільки на заняттях із креслення в процесі оперування об’єктами графічної діяльності створюються належні умови для розвитку специфічного виду мислення – просторового [37].

В. К. Сидоренко зазначає, що просторове мислення посідає важливе місце у структурі інтелекту людини. Так само, як і графічна підготовка взагалі, воно визначає рівень її інтелектуального розвитку. Це дало підстави ЮНЕСКО віднести рівень просторового мислення особистості до одного з показників інтелектуального розвитку нації [37].

Все сказане вище показує актуальність графічної підготовки для майбутніх вчителів технологій в умовах інформаційного суспільства та комп’ютеризованого навчального процесу. Розвиток комп’ютерних технологій і застосування їх у всіх сферах діяльності людини обумовлює перехід на новий зміст навчання, прогресивні форми і методи проведення занять, викликає необхідність оснастити навчальні заклади сучасними технічними та засобами навчання та обладнанням.

1.4. Концепція методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій

Будучи складною, цілеспрямованою системою, освіта підпорядкована певним соціальним цілям. Для порівняння і повноти враження від змін соціального замовлення освітньої системи наведемо позначення головних завдань вищої школи, сформульованих Ю. Г. Татур відповідно в 1979 році [86] і в 1998 році [31]. “Головним завданням вищої школи на сучасному етапі

є подальше підвищення науково-практичного рівня підготовки виховання фахівців” [86, с. 3]. “На весь зріст постає проблема випереджаючого зростання професійної компетенції кадрів ...” [31, с.6], для чого пропонується “... змістити акцент у навчанні з засвоєння готових знань на розвиток нестандартного мислення, творчих здібностей і якостей, перейти від репродуктивного до творчо-продуктивного типу навчання, покликаного забезпечити ривок у підвищенні якості підготовки фахівця ...”, при цьому Ю. Г. Татур формулює рекомендації педагогам, які теж можна розцінювати як завдання: “ ... перехід викладачів з авторитарної педагогічної позиції на колегіальну ... закріплення знань необхідно забезпечувати не їх повторенням, а їх застосуванням, тобто деякими матеріально-технічними діями ... лекційного викладання, властивий загальному підходу до підготовки фахівців, і пріоритет самостійних навчальних занять студентів, характерний для нового етапу розвитку вищої школи”.

Характеристики вимог до знань і вмінь фахівців технологічної освіти зумовлюють необхідність оволодіння студентами системним підходом як під час навчання, так і в майбутній професійно-педагогічній діяльності.

Оцінюючи якості людини, яка вміє поводитися з технічними та програмними засобами в комп’ютерному середовищі, Ф. А. Перегудов зазначає, що окрім технічних навичок роботи з апаратурою необхідні вміння системної діяльності в роботі з інформацією. “Системна діяльність увазі використання сукупності взаємопов’язаних логічних (алгоритмічних) і аналітичних процедур. Вони полегшують людині аналіз реальних життєвих ситуацій, що випереджають розумний вибір мети своєї діяльності, способів її досягнення і організаційних форм реалізації, дозволяють об’єктивно зіставляти бажане з фактично досягнутим” [106, с. 11].

Сучасний розвиток суспільства йде по шляху поступового, але неухильного розвитку автоматизованого виробництва. З огляду на це, завдання освіти фахівців полягає в підготовці кадрів, які володіють професійними знаннями і сучасними інформаційними технологіями. У

зв’язку з великою наукоємністю навчальних курсів і одночасним скороченням годин на викладання дисциплін інформатичного циклу вирішення цього завдання вимагає нових підходів до методики викладання дисциплін.

Дисципліна “САПР” – одна з дисциплін, мета якої полягає в інтеграції професійних знань студентів та інформаційних технологій.

Студенти напряму підготовки “Технологічна освіта” розпочинаю знайомство із САПР в межах дисципліни “Сучасні інформаційні технології”.

Дисципліна “Сучасні інформаційні технології”, до завдань якої включено вивчення основних понять інформатики, алгоритмізації процесів обробки інформації, використання основних прийомів роботи з сучасними програмними засобами, в базовому виконанні не передбачає вивчення професійно спрямованих програмних продуктів.

Саме тому при формуванні змісту варіативної частини дисципліни “Сучасні інформацій технології”, яка викладається для студентів другого курсу напряму підготовки 6.010103 “Технологічна освіта” в другому модулі передбачається: вивчення класифікацій і призначення систем автоматизованого проектування; ознайомлення з існуючими програмними продуктами автоматизованого проектування; формування у студентів знань, вмінь та практичних навичок по створенню найпростіших площинних креслень в пакеті AutoCAD; спонукати використовувати отримані знання у своїй майбутній професійно-педагогічній діяльності.

Але враховуючи сучасний стан розвитку інформаційного суспільства та комп’ютеризації освіти постає питання в здійсненні наскрізного безперервного навчання систем автоматизованого проектування студентів технологічної освіти, що дозволить підвищити рівень їхньої готовності до використання САПР в майбутній професійно-педагогічній діяльності.

Істотного значення для вирішення цього завдання набуває розроблена нами програма спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті”, що передбачає здійснення наскрізного безперервного навчання систем

автоматизованого проектування. Її основна концепція передбачає використання CAD-систем протягом усього циклу навчання.

Оскільки дисципліна “САПР в технологічній освіті” одна із дисциплін, де розглядаються питання застосування інформаційних технологій у майбутній професійно-педагогічній діяльності, то її зміст передбачає вивчення загальних понять про системи автоматизованого проектування, проектування конструкторської документації і власне самого технологічного процесу. Всі перераховані розділи необхідні для збереження логіки дисципліни. Але обсяг годин, що відводиться за навчальним планом на вивчення цього курсу, дає змогу вивчити означені питання лише в оглядовому порядку, а вивчення курсу в 9 семестрі не дозволяє відпрацювати отримані знання в процесі навчання. На рис. 1.1 представлено структуру САПР яка забезпечується сукупністю підсистем. Справедливо буде зазначити, що системи автоматизованого проектування є одним з видів інформаційних технологій. Тому для дисципліни “Системи автоматизованого проектування”, як і для інформаційних технологій, характерний процес колосальної динаміки у розвитку цієї галузі людських знань.

Перед викладачем дисциплін, тісно пов’язаних з інформаційними технологіями, стоїть завдання: навчити не тільки виконувати необхідний набір операцій у конкретних комп’ютерних програмах, але й вміння самостійно відшукати і освоїти незнайому операцію, яка йому буде потрібно при вирішенні конкретної задачі.

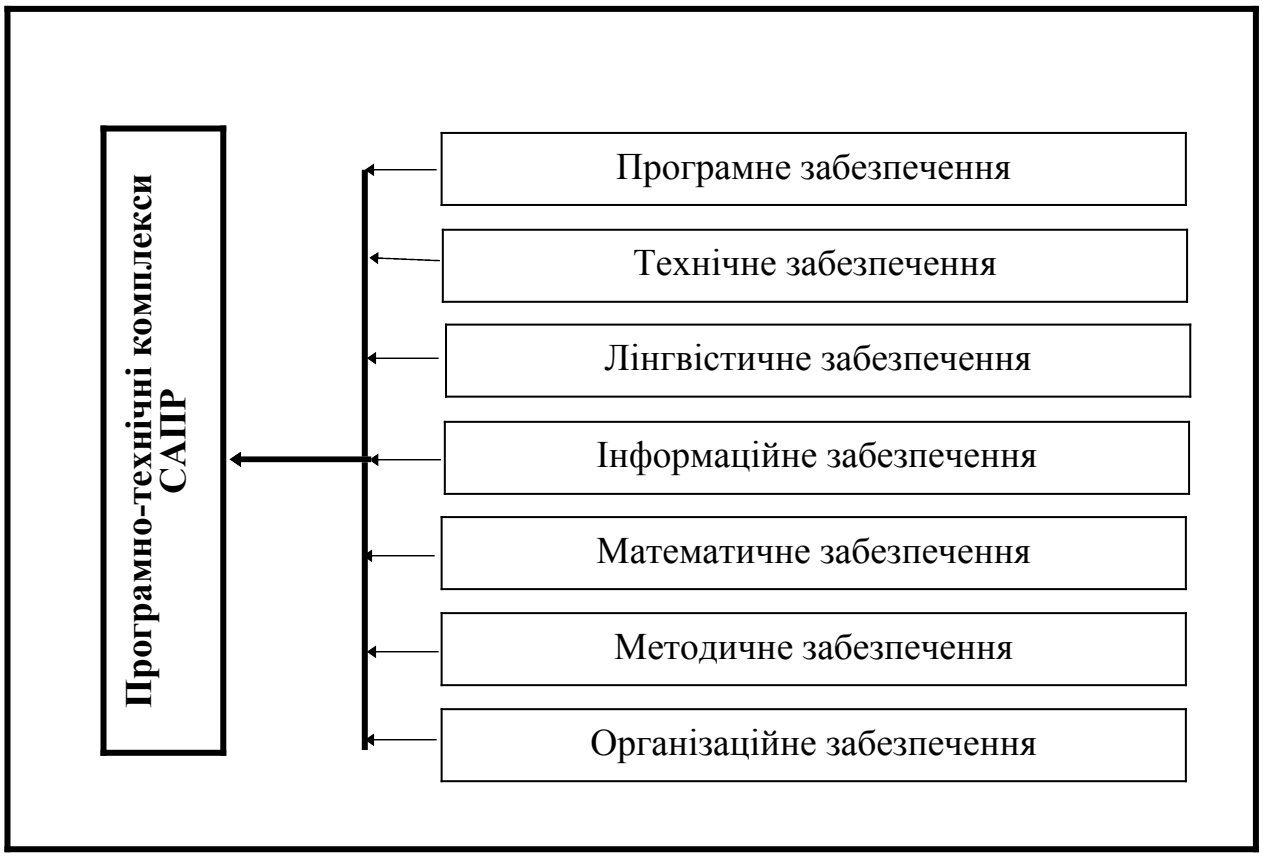


Рис 1.1. Структура системи автоматизованого проектування яка забезпечена сукупністю підсистем

Більше того, процес навчання треба побудувати таким чином, щоб студент, ставши самостійним фахівцем, умів орієнтуватися в нових програмних продуктах і самостійно їх освоювати. Видатний математик Вейерпprасс вважав, що головне завдання вищої школи – навчити вчитися.

При формуванні структури та змісту програми наскрізного безперервного навчання систем автоматизованого проектування ми виходили з таких ідей:

– забезпечення вивчення основних компонентів сучасних інформаційних технологій, представлених системами автоматизованого проектування, та усвідомлення їхньої ролі для напряму підготовки “Технологічна освіті”;

– посилення професійної спрямованості освоєння інформаційних технологій, що забезпечує підготовку майбутніх вчителів технологій у галузі автоматизованого проектування на рівні, що дає змогу майбутньому фахівцю

самостійно проектувати і реалізовувати обробку інформації в процесі професійно-педагогічної діяльності.

З огляду на окреслені положення, є необхідним вирішення таких завдань:

– визначити методичні підходи, що сприяють реалізації цілей спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті”;

– скоригувати зміст дисципліни “САПР в технологічній освіті”.

При визначенні принципів, використовуваних як орієнтирів відбору змісту дисципліни і які забезпечують наукову обґрунтованість змісту, ми керувалися принципами, які виступають у формі загальних вимог [57, с. 14]:

– відповідність обсягу змісту потребам суспільного виробництва;

– вимоги структурної єдності змісту на всіх рівнях його формування;

– вимоги єдності змістовної і процесуальної сторін навчання, а також основних груп дидактичних принципів;

– включення вимог принципу фахової спрямованості навчання.

Однією зі сторін системності освіти та фахової спрямованості є посилення міждисциплінарних зв’язків. Включення інформаційних технологій у зміст вищої педагогічної освіти спрямовано на навчання фахівця нового типу, здатного до вирішення нестандартних завдань.

Для реалізації зазначених цілей і завдань розроблено безперервне навчання систем автоматизованого проектування для майбутніх учителів технологій.

Система безперервного навчання передбачає постійне використання САПР при виконанні студентами розрахунково-графічних робіт у курсовому проектуванні. Тому перший досвід використання системи студенти набувають при вивченні дисципліни “Сучасні інформаційні технології” під час навчання на другому курсі.

Запропонована експериментальна методика підготовки майбутніх учителів технологій передбачає використання спецпрактикуму “Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті” і забезпечує

наскрізний рівень викладання дисципліни “САПР”.

Аналіз навчальних планів дав змогу визначити положення спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” в системі підготовки майбутніх учителів технологій. На рис. 1.2 представлено систему безперервного взаємопов’язаного навчання автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій.

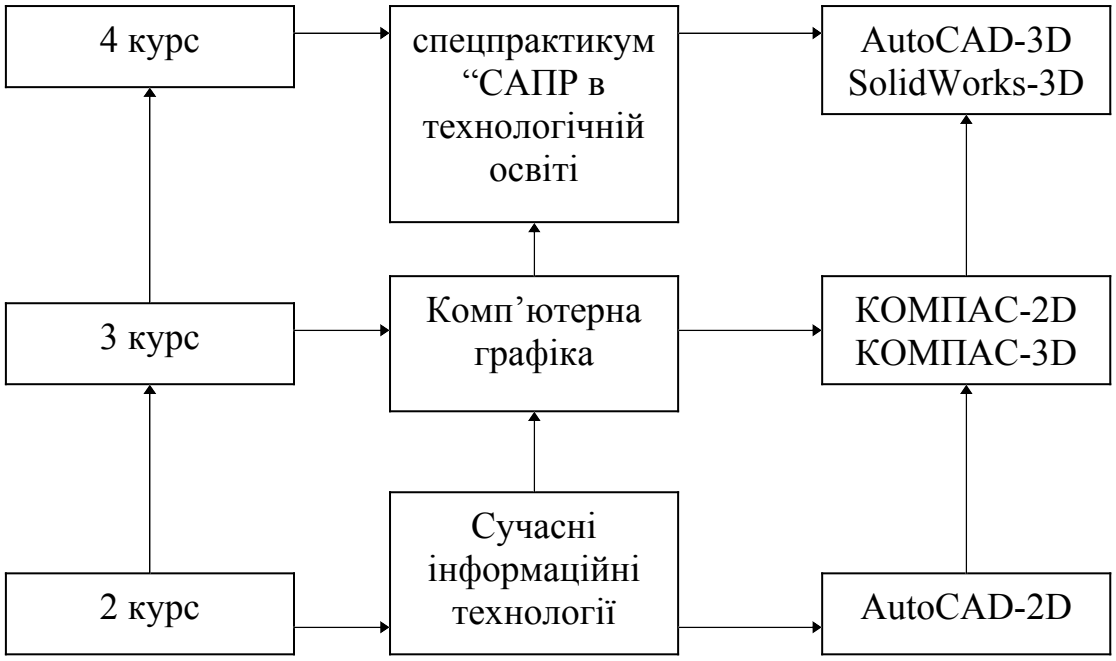


Рис. 1.2. Структура безперервного навчання систем автоматизованого проектування студентів технологічної освіти

До початку вивчення спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” майбутні вчителі технологій вже мають деякі уявлення про системи автоматизованого проектування та практичні навички проектування конструкторської документації. Для реалізації такої програми навчання студентів систем автоматизованого проектування необхідно розробити зміст і методику викладання спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” і відповідно переглянути її зміст. Все це надасть можливість вирішити проблему дефіциту часу при вивченні САПР і вимог сучасної освіти до знань і вмінь випускників у галузі застосування інформаційних технологій у своїй

педагогічній діяльності.

На основі аналізу проблеми та обґрунтування методологічних, дидактичних передумов технології педагогічного проектування спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” визначимо концептуальні положення побудови оптимальної методики навчання цій дисципліні, здатної забезпечити високоякісне засвоєння студентами важливого в фаховому відношенні курсу в умовах сформованого об’єктивного протиріччя між дефіцитом часу на його вивчення та сучасними вимогами до фахівця.

Передові досягнення сучасної педагогічної науки показують, що проектування навчального процесу стає ефективним інструментом управління підготовки майбутніх фахівців і його вдосконалення в тому випадку, якщо воно є системним і охоплює всі сторони процесу навчання. У зв’язку з цим, вирішальною умовою оптимізації навчання дисципліни “САПР в технологічній освіті” є застосування системного підходу до педагогічного проектування його структури та змісту. При проектуванні методики змісту і процесу навчання систем автоматизованого проектування необхідно розглядати його як самостійну педагогічну систему з притаманними їй, як і будь-якій системі взаємопов’язаними структурними компонентами: мета, зміст, методи, діяльність викладачів та студентів. Звідси випливає перше концептуальне положення проектування будь-якої дисципліни, яке полягає в системному підході до її розробки.

При проектуванні будь-якої методики важливим складовим елементом є вибір системоутворюючого фактора, на основі якого повинні бути “побудовані” всі її компоненти. У нашому дослідженні таким фактором виступає принцип фахової спрямованості, який надає якісну специфіку всім компонентам навчально-пізнавальної діяльності майбутніх учителів технологій.

У визначенні сутності принципу фахової спрямованості ми дотримуємося трактування цієї категорії, поданої М. І. Махмутовим: “... принцип фахової спрямованості є вид взаємозв’язку в структурі освіти

(включаючи і життєвий досвід), побудований з урахуванням мети формування спрямованості як провідної властивості особистості, змісту соціальної і технічної сторін праці. Такий взаємозв'язок створює основу поєднання загальної та вищої освіти в цілісній системі освіти і виховання особистості, підготовки його до активної участі у певній галузі фахової діяльності відповідно до особистих інтересів і суспільних потреб" [80, с. 92].

Загалом можна говорити про методологічну та регулятивну функції принципу фахової спрямованості. Методологічною функцією принципу фахової спрямованості є педагогічне вирішення соціального протиріччя між сучасним суспільним поділом праці і високою професіоналізацією діяльності людини. Регулятивної функцією принципу є зміна структури змісту, методів, засобів навчання з метою формування фахової спрямованості та забезпечення інтеграції загальної та вищої освіти, забезпечення готовності до використання систем автоматизованого проектування в майбутній педагогічній діяльності.

Для вираження основної ідеї принципу і його практичної реалізації сформулюємо вимоги до кінцевих результатів навчально-виховного процесу:

– система понять загальнотеоретичних дисциплін і способи пізнавальної діяльності повинні бути пов'язані із системою технічних і фахових знань і умінь, що містяться в загальнотехнічних і спеціальних дисциплінах;

– у студентів повинні бути сформовані науково обґрунтовані уявлення про технології сучасного виробництва;

– взаємозв'язок загальноосвітньої і фахової підготовки повинна посилити зв'язок теорії з практикою, розвиток технічного мислення, формування позитивної установки на подальшу самоосвіту.

Умовами реалізації принципу фахової спрямованості є:

– забезпечення спрямованості планування та управління підготовкою студентів технологічної освіти до майбутньої професійно-педагогічної діяльності;

– безперервність фахової підготовки в тісному взаємозв'язку

загальнотеоретичних, загальнотехнічних і спеціальних дисциплін з практикою в загальноосвітній школі;

– особистісна спрямованість на безперервний цілісний розвиток і становлення, формування навичок пошукової творчої діяльності в процесі майбутньої педагогічної діяльності.

Відповідно до вимог і умов реалізації принципу фахової спрямованості можна вказати певні правила його реалізації як приписи для практичної діяльності. На відміну від вимог, правила є керівництвом для оптимізації організації навчально-виховного процесу. Найбільш значущі правила реалізації принципу фахової спрямованості полягають у наступному:

– виходячи з вимоги про те, що спеціальність, професія повинні бути тим каркасом, на якому зводиться вся різнобічна підготовка майбутніх вчителів технологій, скласти єдину, скоординовану програму поетапного формування гармонійно розвиненої особистості на основі інтегративних якостей і видів діяльності відповідно до розвитку суспільства та інтересів самої людини;

– факти, приклади, на основі яких йде формування понять дисципліни, слід обирати зі сфери майбутньої професійно-педагогічної діяльності студентів;

– при формуванні понять з спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” слід не тільки використовувати і розвивати поняття, отримані студентами при вивченні дисциплін загальнотеоретичного циклу, але й необхідно готувати базу для подальшого використання їх у майбутній професійно-педагогічній діяльності;

– шляхом періодичного залучення студентів до творчої продуктивної праці, створювати у них потребу в уточненні засвоєних раніше наукових і технічних понять, у вирішенні на їх основі практичних завдань при виконанні курсових проектів.

Дієве навчання дисципліни “САПР в технологічній освіті” може бути побудоване як цілісна, ефективно функціонуюча система в тому випадку, якщо воно ґрунтується не тільки на принципі фахової спрямованості, але і на

його всебічній взаємодії з іншими, специфічними для технологічної освіти принципами, які виконують у своїй сукупності єдиний системоутворюючий вплив на процес навчання і його компоненти. Сюди належать принципи політехнізму, мотивації навчання, наступності, єдності навчання і виховання тощо.

Сутність політехнічного принципу полягає в тому, що це не вузько спеціалізований набір знань, а сукупність понять різних наук, зміст і логічний зв'язок яких відображають загальні основи засобів і функцій праці в умовах сучасної техніки. "Політехнічні знання є продуктом послідовного взаємозв'язку між закономірностями основ наук, технікою і технологією виробництва, природничо-математичної і трудової підготовки, навчанням і продуктивною працею молоді. Вони є результатом систематизації, синтезу та узагальнення знань про типові, загальні сторони об'єктів і процесів виробництва та їх наукових основ" [72]. Для дотримання принципу політехнізму при проектуванні процесу навчання студентів систем автоматизованого проектування необхідно дотримуватися деяких вимог. Однією з властивостей політехнічних знань є їх динамічний характер, особливо яскраво ця властивість проявляється в інформаційних технологіях. Тому одна з вимог принципу політехнизму полягає у формування в студенті уміння швидкого оволодіння загальними способами діяльності в умовах оновлення техніки і технологій.

Принцип мотивації навчання і праці надає методиці навчання САПР особистісну спрямованість і сприяє створенню таких умов вивчення дисципліни, за яких потреба в знаннях випереджає процес їх набуття, забезпечує бачення студентами перспективи розгортання процесу навчання, власного розвитку і становлення, розвиток навичок пошукової діяльності, переростання свідомого ставлення до вивчення курсу, до активної зацікавленості технічною творчістю. Загальна вимога принципів професійної спрямованості та мотивації навчання, що взаємодіють з принципом політехнізму, можна сформулювати так: знання є великою цінністю та

інтересом для майбутнього фахівця, якщо вони вписуються як елемент у загальну політехнічну систему знань з цієї професії. Однією з вимог принципу мотивації навчання і праці є безперервний контроль засвоєння вивченого матеріалу студентами та забезпечення зворотного зв'язку в процесі взаємодії педагога і студентів у процесі навчання САПР.

Реалізацію програмно-цільового підходу, відповідно до вимог принципу професійної спрямованості, до перебудови всіх компонентів системи навчання САПР неможливо здійснити без урахування вимог принципу наступності, спрямованого на створення стрункої, цілісної системи знань. У педагогіці поняття "спадкоємність" відображає зв'язок минулого сьогодення і майбутнього в змісті, методах, формах і засобах навчання. Наступність у навчанні – це опора на пройдене, використання та подальший розвиток у студентів знань, умінь і навичок, що сприяють встановленню і реалізації різноманітних спадкоємних зв'язків, взаємодії старих і нових знань, що в остаточному підсумку утворює їх систему, розкриває зміст і основні ідеї дисципліни. Порушення спадкоємних зв'язків при вивченні дисципліни призводить до нераціональних витрат навчального часу. Основна вимога принципу наступності – дотримання логіки викладання навчальної дисципліни на основі взаємозв'язку тем, розділів курсу, систем сформованих понять, досягнутого рівня навченості студентів на кожному етапі вивчення дисципліни, що забезпечує дисципліні систематичність і послідовність у вивченні.

Принцип єдності навчання і виховання спрямований на забезпечення цілісності навчально-виховного процесу і його результатів шляхом формування у студентів ділових і людських якостей кваліфікованого фахівця відповідно до суспільних потреб та змісту навчання [72]. Принцип єдності навчання і виховання реалізується в цілях, змісті, педагогічних засобах, формах і методах навчання.

Реалізація взаємодії принципу фахової спрямованості з принципом наступності, політехнізму, єдності навчання і виховання забезпечує

виконання вимог принципу мотивації навчання в майбутньої педагогічної діяльності.

Таким чином, з огляду на вищесказане, сформулюємо третє концептуальне положення: ефективне вивчення спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” можливе за умови взаємодії принципу професійної спрямованості з іншими дидактичними принципами: мотивації навчання та праці, політехнізму, наступності, єдності навчання і виховання.

Відповідно до системного підходу всі компоненти дисципліни “Системи автоматизованого проектування”: цілі та завдання, зміст, засоби і методи навчання, діяльність педагогів і студентів – повинні бути побудовані на основі програмно-цільового підходу відповідно до перерахованих вище принципів. Переважно неефективність педагогічних новацій пояснюється несистемним, локальним, ізольованим підходом до перетворення компонентів системи. Звідси четверте концептуальне положення: проектування дисципліни тільки тоді буде оптимальним, якщо воно базується на програмно-цільовому підході, пов’язаним з перебудовою всіх компонентів методики навчання САПР (цілей, змісту, методів навчання, діяльності педагогів і студентів).

Кінцевою метою розробки методики навчання систем автоматизованого проектування є формування і становлення майбутніх учителів технологій як активних суб’єктів освіти. Її вивчення неможливе без орієнтування на виховання особистості не тільки досвідченою, професійно грамотною, але й свідомою, діяльною, культурною, тобто підготовленою до реального життя в складному і суперечливому світі. Виходячи з цих цілей, необхідно в навчальному процесі активно використовувати розвиваючі види діяльності та супутні їм види спілкування.

Таким чином, п’яте концептуальне положення полягає в орієнтації проектованої системи на безперервне і цілісне професійне становлення і творчий розвиток особистості майбутнього вчителя технологій.

На основі сформульованих концептуальних положень в ході

дослідження була спроектована наскрізна експериментальна методика навчання САПР майбутніх учителів технологій, представлена на рисунку 1.2.

Щоб здійснити високоефективну підготовку майбутнього вчителя технологій в галузі автоматизованого проектування, необхідно всі компоненти дисципліни “САПР в технологічній освіті” підпорядкувати основним концептуальним положенням, сформульованим вище. Тільки за такого підходу в остаточному підсумку ми зможемо отримати високу готовність студентів використовувати системи автоматизованого проектування в майбутній професійно-педагогічній діяльності.

1.5. Визначення оптимальних пакетів програм комп’ютерної графіки та САПР для ефективної підготовки вчителів технологій

Основна ідея концепції системи освіти – формування нової якості освіти нашої держави, що відповідає вимогам міжнародних стандартів якості; задовольняє запити всіх споживачів освітніх послуг – особистості, суспільства, держави; динамічно змінює ситуацію 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 якості 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 технічні засоби навчання. Підвищення ефективності навчання технології багато в чому залежить від використання комп’ютерних технологій.

Використання інформаційно-комунікаційних технологій у підготовці майбутніх викладачів технологій вимагає від викладача величезної підготовчої роботи, займає тривалий час, але всі витрати окуповуються результатами – ефективністю навчання, створенням мотивації навчання,

сприяють підвищенню у студентів пізнавального інтересу, розкриттю творчого потенціалу та активізації самостійної навчальної діяльність.

Під інформатично-графічною компетентністю майбутніх учителів технологій розуміється цілісна властивість особистості, що характеризує єдність її знань, умінь, здібностей і навичок до творчого використання інформаційно-комунікаційних технологій в освітній галузі “Технологічна освіта”, що знаходить віддзеркалення в інтелектуальній, мотиваційній та предметно-практичній сферах особистості.

Таким чином, використання інформаційно-комунікаційних технологій при навчанні майбутніх учителів технологій сприяє формуванню у них інформатично-графічної компетентності.

Для майбутніх учителів технологій 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, В. К. Сидоренка та інших [151].

У зв’язку з загальною комп’ютеризацією і технічним розвитком володіння знаннями створення, обробки і зберігання графічних даних є актуальним на сьогодні викладання у вузах дисциплін, які тою чи іншою мірою пов’язані з комп’ютерною графікою. Вибір буде залежати 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 солідною 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 інформатиці. Інтерес фахівців викликаний потребою сучасної науки у розвитку нової технології взаємодії людини і комп'ютера [169].

Комп'ютерна графіка – це сукупність методів і прийомів для перетворення за допомогою ПК даних у графічне представлення або графічного представлення в дані, тобто машинна графіка є комплексом апаратних і програмних засобів для створення, зберігання, обробки та наочного подання графічної інформації за допомогою ПК [66].

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

Науково-дослідні роботи – комп'ютерна графіка застосовується при моделюванні (імітації) складних процесів, важко передбачуваних ситуацій при підготовці на електронних тренажерах водіїв різних транспортних засобів; при дослідженнях багатофакторних 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 та приладів і механізмів тощо.

Виробничо-оформлювальні та дизайнерські роботи – створення крою одягу; проектування малих і монументальних форм дизайну (будівлі, інтер'єри). Наприклад, архітектор, 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 [19];

Комп'ютерна графіка залежно від галузі застосування поділяється на:

– інженерну (призначена для створення графічного зображення

проектованого об’єкта);

– наукову (візуалізацію математичних моделей, процесів);

– ділову (формування і виведення графіків, діаграм);

– ілюстративну (призначена для створення красивих, ефектних віртуальних об’єктів, з її допомогою створюють або редагують зображення на екрані комп’ютера);

– педагогічну (має за мету ілюструвати оптимальні візуальні моделі досліджуваних об’єктів – предметів, явищ, процесів тощо [19].

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 [63]. Всі сучасні графічні пакети залежно від розв’язуваних ними завдань можна розділити на дві групи: спеціалізовані та універсальні.

Спеціалізовані програмні прикладні пакети призначені для вирішення якої-небудь однієї задачі. Можуть використовуватися як автономно, так і входити до складу універсальних систем. Наприклад, пакети програми для проектувальника (САПР), серед яких розрізняють такі види:

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

– пакети 3D-графіки, призначені для геометричного моделювання (з їх допомогою можуть бути вирішені також метричні і позиційні задачі, створення 2D-креслення);

– пакети, що забезпечують інженерний аналіз (CAE) і дають змогу проектувальнику оцінити міцність, теплові та інші характеристики проектованих 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 проектування, аналізу та виробництва продукції машинобудування. Вони можуть включати в себе одну або кілька спеціалізованих систем (CAD/CAM/CAE/PDM/PLM).

Слід зазначити, що час популярності не пов'язаних один з одним програм і систем, що автоматизують окремі ланки технологічного процесу виробництва, минув. У наш час 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 видавати у виробництво готові оптимальні рішення шляхом перебору великої кількості варіантів на етапі проектування і таким чином у кілька разів скоротити час випуску готової продукції [63].

Більшість пакетів систем автоматизованого проектування організовані за єдиним принципом – виконання тих чи інших дій зводиться до відпрацювання окремих команд. До таких команд 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) [19].

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

Кількість таких пакетів прикладних програм досить велика але спрямованість і завдання, які вони виконують, різні. Тому при аналізі і

відборі потрібного для навчання пакета, ми взяли найбільш популярні, які відповідають всім перерахованим вище вимогам. Крім того, ми розширили перелік вимог, що висуваються до пакетів програм САПР, які враховують специфіку педагогічного вузу і відповідають таким додатковим вимогам – популярність, доступність в освоєнні, сумісність стандартів, наявність навчального контенту, доступність для навчання. Ці додаткові критерії вимог до пакетів САПР описані більш детально в третьому розділі. Пакети САПР AutoCAD, SolidWorks, КОМПАС, які відповідають сформульованим вимогам, ми назвали оптимальними.

Висновки до першого розділу

Перший розділ присвячено аналізу специфіки застосування систем автоматизованого проектування в добу інформаційного суспільства, зокрема зроблено ретроспективний аналіз літературних джерел та узагальнено класифікацію систем автоматизованого проектування; із представленої сукупності визначень систем автоматизованого проектування окремо розглянуто ще сутність понять: “графіка”, “комп’ютерна графіка”, “проектування”, “моделювання”, які розглядаються як складові САПР.

В даному розділі розглянуто етапи розвитку та становлення технологій автоматизованого проектування, основні функції, їхні можливості і класифікації. Подано авторське визначення *систем автоматизованого проектування в технологічній освіті* – це поліфункціональна система інформатично-графічних компетентностей, під якою ми розуміємо спеціально організований педагогічний процес, спрямований на підвищення рівня готовності майбутніх учителів технологій свідомо застосовувати програмні й апаратні засоби у майбутній професійно-педагогічній діяльності.

Визначено роль і значення інформатизації освіти у фаховій підготовці майбутніх учителів технологій, яка повинна бути спрямована на формування та розвиток інтелектуального потенціалу нації, удосконалення форм і змісту

навчального процесу, впровадження комп'ютерних методів навчання та тестування.

Розглянуті умовами реалізації принципу фахової спрямованості:

– забезпечення спрямованості планування та управління підготовкою студентів технологічної освіти до майбутньої професійно-педагогічної діяльності;

– безперервність фахової підготовки в тісному взаємозв'язку загальнотеоретичних, загальнотехнічних і спеціальних дисциплін з практикою в загальноосвітній школі;

– особистісна спрямованість на безперервний цілісний розвиток і становлення, формування навичок пошукової творчої діяльності в процесі майбутньої педагогічної діяльності.

Істотного значення для вирішення цього завдання набуває розроблена нами програма спецпрактикуму "САПР в технологічній освіті", що передбачає здійснення наскрізного безперервного навчання систем автоматизованого проектування. Її основна концепція передбачає використання САПР протягом усього циклу навчання.

При формуванні структури та змісту програми наскрізного безперервного навчання систем автоматизованого проектування ми виходили з таких ідей:

– забезпечення вивчення основних компонентів сучасних інформаційних технологій, представлених системами автоматизованого проектування, та усвідомлення їхньої ролі для напряму підготовки "Технологічна освіті";

– посилення професійної спрямованості освоєння інформаційних технологій, що забезпечує підготовку майбутніх вчителів технологій у галузі автоматизованого проектування на рівні, що дає змогу майбутньому фахівцю самостійно проектувати і реалізовувати обробку інформації в процесі професійно-педагогічної діяльності.

Аналіз проблеми та обґрунтування методичних, дидактичних передумов технології педагогічного проектування спецпрактикуму "Системи

автоматизованого проектування в технологічній освіті" дали змогу сформулювати п'ять концептуальних положень побудови оптимальної методики навчання дисципліни:

– перше концептуальне положення полягає в системному підході до розробки методики навчання студентів автоматизованого проектування;

– друге концептуальне положення проектованої методики полягає у висуванні принципу фахової спрямованості як системоутворюючого фактора, що впливає на процес проектування навчання та його компоненти;

– третє концептуальне положення: ефективне вивчення дисципліни "САПР в технологічній освіті" можливо, якщо її проектування ґрунтується на взаємодії принципу професійної спрямованості з іншими дидактичними принципами: мотивації навчання та праці, політехнізму, наступності, єдності навчання та виховання;

– четверте концептуальне положення проектування дисципліни тільки тоді буде оптимальним, якщо воно базується на програмно цільовому підході, пов'язаному з перебудовою всіх компонентів методики навчання САПР (цілей, змісту, методів навчання, діяльності педагогів і студентів);

– п'яте концептуальне положення полягає в орієнтації проектованої системи на безперервне і цілісне професійне становлення і творчий розвиток особистості майбутнього вчителя технологій.

Щоб здійснити високоефективну підготовку майбутнього вчителя технологій в галузі автоматизованого проектування, необхідно всі компоненти дисципліни "САПР в технологічній освіті" підпорядкувати основним концептуальним положенням, сформульованим вище. Тільки за такого підходу в остаточному підсумку ми зможемо отримати високу готовність студентів використовувати системи автоматизованого проектування в майбутній професійно-педагогічній діяльності.

РОЗДІЛ ІІ.
НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ АСПЕКТ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1. Електронний навчально-методичний комплекс як складова методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій

Відповідно до традиційного підходу, що сформувався в педагогіці, методична система розглядається як сукупність п’яти взаємозв’язаних компонентів: цілей, змісту, методів, організаційних форм і засобів навчання [177; 149]. Одним з основних елементів запропонованої методичної системи навчання майбутніх учителів технологій є навчально-методичний комплекс, що містить електронний навчально-методичний комплекс (ЕНМК), 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). Їх використання, на думку деяких дослідників [2, с. 124; 64 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 [15; 27; 88; 173 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) [148, 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. Так, Н. Ф. Міхеєва ЕНМК визначає як “множину різноманітних елементів (електронних інформаційних продуктів), що наділена структурою і організацією” [85, с. 79]. Л. Є. Солянкіна вбачає в них “систему педагогічних засобів, інтегруючих традиційні методики навчання з інноваційними технологіями” [163, 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” [68, с. 72].

У низці джерел підкреслюється, що ЕНМК – це електронна навчальна система комплексного призначення [34; 142; 164 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:

- електронні навчально-тематичні плани і програми дисциплін і курсів;
- мультимедійні електронні підручники і навчальні посібники;
- лекції-візуалізації;
- комп'ютерні практикуми;
- електронні карти інструкцій;
- навчальні Web-сайти;
- електронні системи тестування;
- банки оцифрованої графіки;
- електронні списки літератури і довідники;
- 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 ресурси мережі Інтернет.

ЕНМК мають певні переваги перед традиційними навчальними виданнями: а) освітній процес не обмежується часовими рамками (розкладом аудиторних занять); б) ЕНМК дають змогу розвинути навички самостійної роботи у студентів; в) структура електронного навчального посібника допомагає встановлювати контроль над вивченням певних блоків тем; г) електронні НМК, як правило, мають додаткові можливості порівняно з паперовим варіантом (гіпертекстова структура, візуалізація навчального матеріалу) [82].

Застосування електронного НМК призводить до зміни співвідношення між заняттями, що проводяться під керівництвом викладача, і самостійною роботою студентів. При цьому роль педагога не зменшується, оскільки в цих

умовах процес навчання стає керованим, удосконалюються його форми і методи. Л. Ф. Соловйова вказує, що “тільки сумісне використання двох підсистем – паперової та електронної – забезпечить найбільш ефективне застосування всього НМК загалом” [162, с. 146].

Незважаючи на те, що створення і застосування електронних освітніх ресурсів є вільним творчим процесом, необхідно дотримуватися певних вимог, які детально висвітлені в науковій літературі. Ці вимоги можна розділити на кілька груп.

Змістові вимоги: а) повнота викладу навчального матеріалу, що визначає можливість використання електронного НМК у самоосвіті [41]; б) структуризація матеріалу, що передбачає таку побудову матеріалу, за якої нові знання представлятимуться у взаємозв’язку з раніше вивченим матеріалом, забезпечуючи системність і повноту інформаційно-технологічного мислення [173].

Організаційні вимоги: а) забезпечення вивчення представленого в НМК 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 [27; 69; 84; 161; 172].

Експлуатаційні вимоги: а) відповідність вимогам, що висуваються до програмного забезпечення навчального призначення [69]; б) використання методично обґрунтованого екранного дизайну і зручного, призначеного для користувача інтерфейсу [84], врахування індивідуальних пізнавальних стилів [27; 172]; в) інтерактивний, діалоговий режим роботи [84; 161]; г) доступність користувачеві з будь-яким рівнем інформаційно-технологічної підготовки [172].

Проектування ЕНМК повинно підпорядковуватись певній логіці. Так, А. С. Волох [15], В. В. Гура [27], В. Б. Мойсеєвий [88], Л. В. Сидорова [152], А. В. Хуторський [173] 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 вказує на необхідність проектування ЕНМК як багатошарової структури, кожен рівень якої утворений самостійною частиною – модулем, який є завершеним інформаційним продуктом і, у свою чергу, об’єднує сукупність електронних сторінок і медіа-ресурсів [27, с. 23-25].

Відповідно до цих теоретичних положень нами розроблено ЕНМК “САПР в технологічній освіті”, призначений для теоретичного і практичного навчання майбутніх учителів технологій комплексного застосування комп’ютерних засобів у навчальному процесі (рис. 2.1).

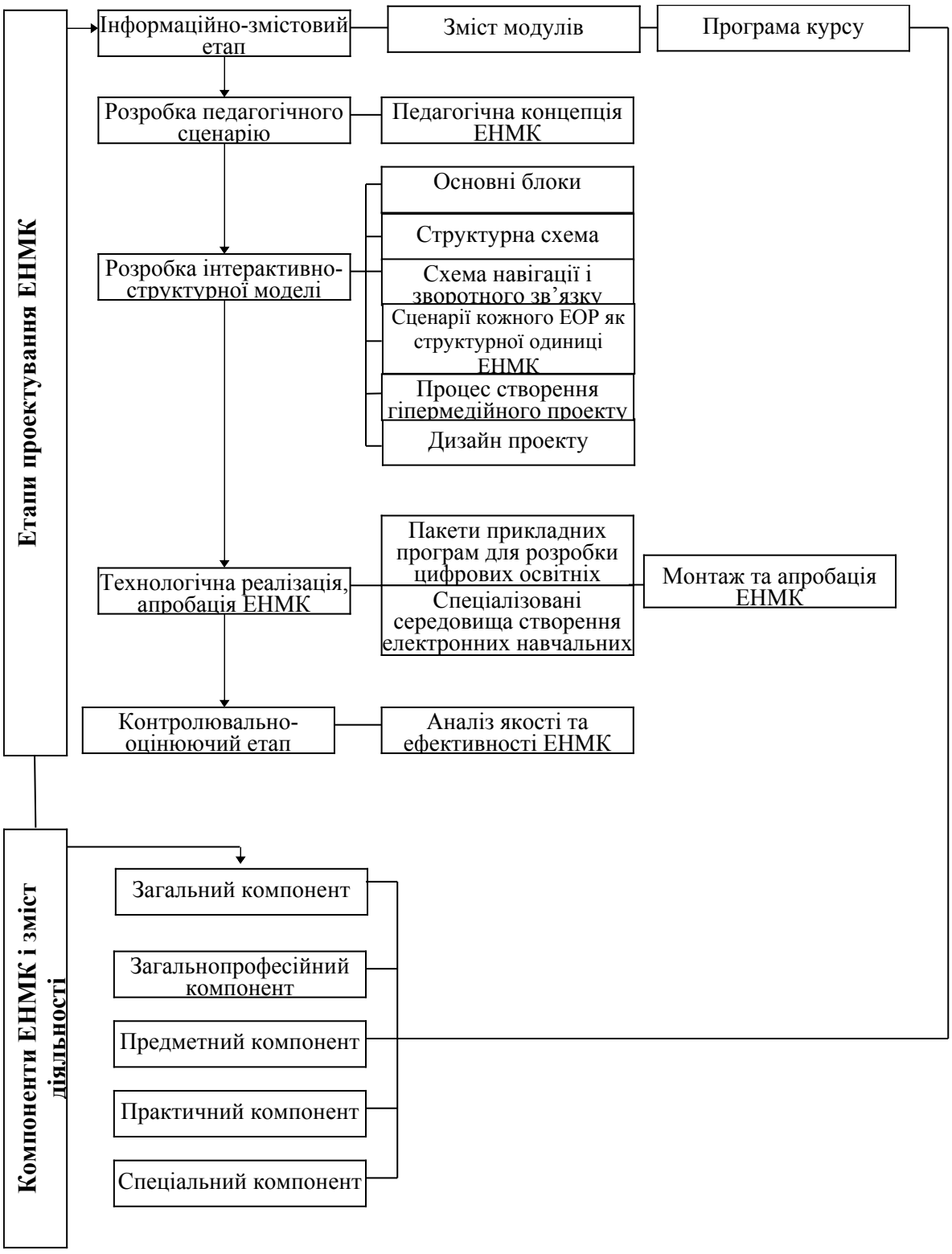


Рис. 2.1. Етапи проектування ЕНМК та їхнє змістове наповнення

Структуру ЕНМК представлено у вигляді трьох взаємопов'язаних частин: дидактичної підструктури (її утворюють такі тематичні розділи: "На допомогу студентові", "На допомогу викладачеві"), ресурсів мережі Інтернет і автоматизованої системи контролю рівня знань (рис. 2.2).

ЕНМК є гіпертекстовою багаторівневою структурою, навігація в якій здійснюється за допомогою спеціальних меню і системи гіперпосилань.

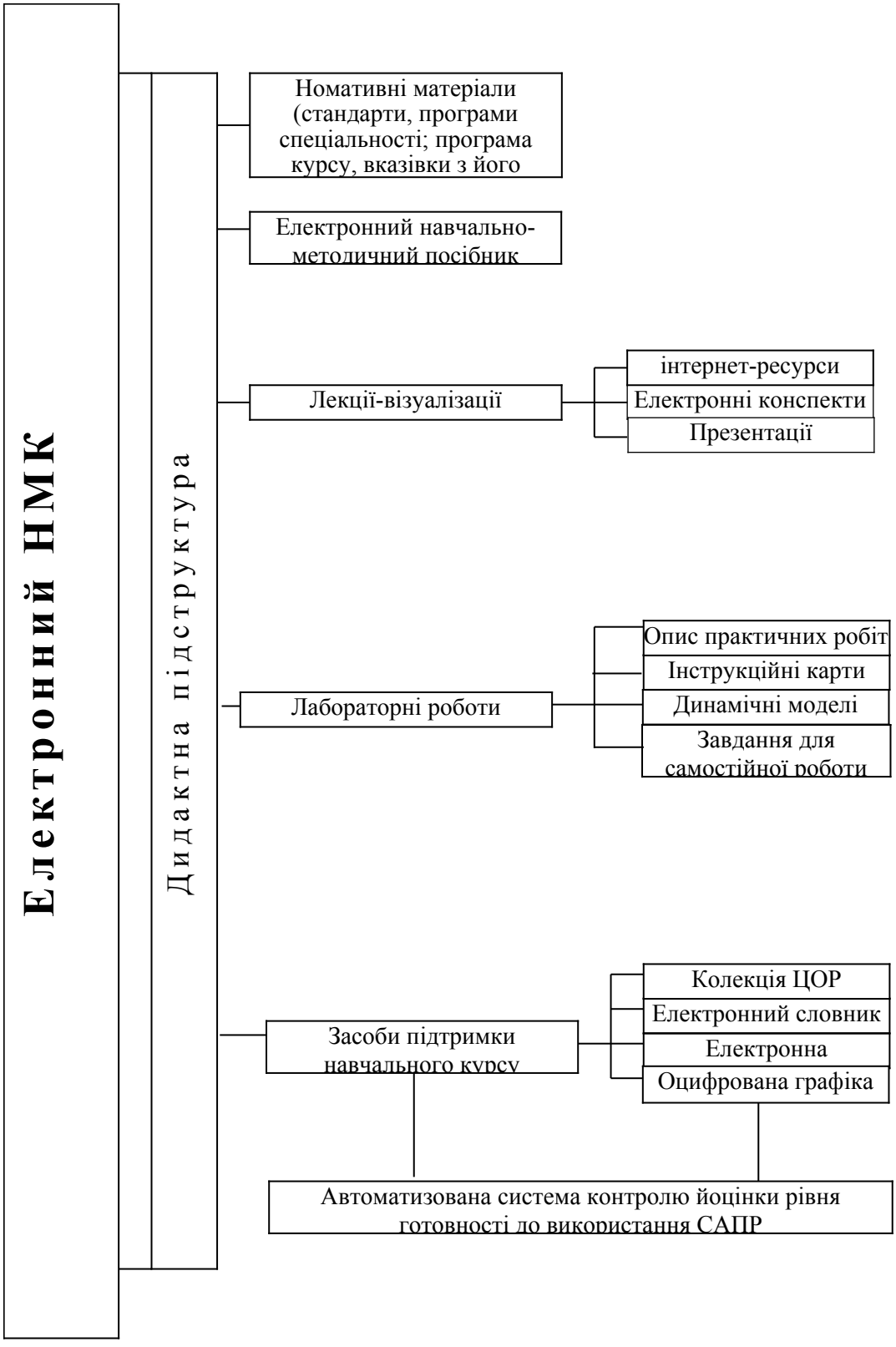


Рис. 2.2. Структура ЕНМК «Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті»

Зміст ЕНМК включає те, що неможливо показати за допомогою звичайного підручника і що дає змогу зробити інформатично-графічну підготовку майбутніх педагогів цікавішою та ефективнішою. У розділі “На допомогу студентові” наводяться засоби інформаційної підтримки дисципліни (спецпрактикуму) (навчально-методичний посібник в електронному форматі, мультимедійні презентації і конспекти лекцій, плани і завдання до семінарських занять, вказівки до виконання лабораторних робіт з проектування ЕНМК у різних програмних середовищах, початкові файли із завданнями і зразки мультимедійних та відео файлів).

Крім того, в цьому розділі представлено засоби педагогічної комунікації (посилання на ресурси мережі Інтернет технологічної спрямованості, адреси форумів, методичних мережевих об’єднань учителів технологій) і тести автоматизованої системи контролю й оцінки знань.

Для забезпечення контрольно-оцінних функцій в ЕНМК навчальної дисципліни передбачено наявність автоматизованої системи оцінювання знань студентів. Названий елемент реалізований у вигляді контрольно-навчальної програми, що дає змогу користувачеві самостійно оцінювати засвоєння ним необхідних знань. Розроблено електронні тести з кожної теми курсу та електронний підсумковий тест.

Матеріали для поточного рубіжного і підсумкового контролю – це контрольні завдання, тести, екзаменаційні білети, що містять:

– тести для визначення початкового рівня готовності студента;

– тести для проміжного і підсумкового контролю;

– тести для перевірки готовності до переходу на іншу тему;

– тести для виявлення глибини розуміння матеріалу, що вивчається;

– питання для самоконтролю (загальні, детальні);

– питання до заліків та екзаменів;

– критерії оцінювання тестів і контрольних робіт.

Для кожного тесту наведено критерії оцінювання, які заздалегідь повідомляються студентові. Такий автоматизований контроль за чіткими,

наперед заданими й відомими студентові критеріями оцінювання унеможливлює необ’єктивність оцінювання студента викладачем, що створює для студента комфортніші психологічні умови. Перевагу автоматизованого контролю Л. Ф. Соловйова вбачає в тому, що він “забезпечує необхідний зворотний зв’язок, даючи змогу самому студентові вибрати (за наслідками контролю і самоконтролю) послідовність вивчення тем навчального матеріалу, і зрештою відбувається підбір раціональної стратегії навчання для кожного студента” [162, с. 103].

Подібна система тестування використовується для проміжного контролю. Для завершального, підсумкового, контролю застосовується система навчальних проектів, спрямована на розвиток і підвищення рівня інформатично-графічної компетентності студентів.

Засоби інформаційно-комунікаційних технологій, у тому числі на базі інформаційних технологій, в сукупності з навчально-методичними матеріалами (підручниками, навчальними посібниками для студентів, методичними посібниками для викладача) утворюють деяку цілісність, представлену певним складом і структурою, систему – мережевий навчально-методичний комплекс.

Провідна роль електронного навчально-методичного комплексу у розвитку інформаційно-навчального середовища, у формуванні інформатично-графічної компетентності майбутнього вчителя технологій обумовлена низкою переваг, які полягають у:

– забезпеченні принципово нового рівня інформатично-графічної компетентності за коротші терміни навчання при збереженні її якості;

– розширенні освітнього середовища закладів освіти та його інтеграції в національний та світовий освітній простір;

– інтеграції денної і заочної форм технологічної освіти, що дає змогу неперервно їх удосконалювати.

До загальнодидактичних принципів, що реалізуються в навчально-методичних комплексах, можна віднести:

– науковість. У навчально-методичних комплексах цей принцип забезпечується, по-перше, відповідністю навчальних матеріалів сучасним науковим знанням, постійним і оперативним поповненням навчального матеріалу на навчальних системах, базах даних тощо. По-друге, відповідно до діяльнісної освітньої парадигми і з урахуванням специфіки формування інформатично-графічної компетентності, основна увага приділяється загальнонауковим способам пізнання інформаційної картини світу;

– систематичність і послідовність. Навчально-методичний комплекс містить схеми, графи змістово-логічних зв'язків, методичні настанови студентам і викладачам про різні передбачувані взаємозв'язки в процесі формування інформатично-графічної компетентності з урахуванням індивідуальних можливостей студентів, їх підготовки. Для реалізації принципу системності в навчально-методичному комплексі передбачено тезаурус з детальним аналізом і поясненнями;

– міжпредметні зв'язки. Для реалізації цього загальнодидактичного принципу в навчально-методичному комплексі передбачено такий поділ матеріалу на блоки, за якого відповідно до завдань щодо формування інформатично-графічної компетентності на різних спеціалізаціях, а також при зміні навчального плану (зміна кількості годин, перенесення деяких предметів з одних семестрів на інші тощо) зберігається можливість погодженого, а також паралельного вивчення теорії і загальних понять для різних спеціальностей. У навчально-методичному комплексі передбачено такий розподіл навчального матеріалу, який у конкретній ситуації виявляється найбільш прийнятним;

– зв'язок життя і практики. Багато хто з дослідників відзначають відірваність, заформалізованість знань студентів, їх невміння пов'язати ці знання з практичними завданнями і навпаки;

– професійна спрямованість. Основним способом реалізації цього загальнодидактичного принципу в навчально-методичному комплексі є включення до змісту курсу професійно значущих матеріалів залежно від

інституту (факультету), на якому цей курс вивчається. Таким чином, використання комплексу дає змогу чіткіше пристосовувати курс для врахування професійних потреб окремих спеціальностей і підвищувати його професійну спрямованість;

– наочність. Реалізація принципу предметності і наочності є дуже важливою. Визначається вона використанням у навчально-методичних комплексах мультимедійних демонстрацій, що дає змогу створити в ході інформатичної підготовки яскравий і адекватно, особистісно орієнтований огляд реального явища. При цьому можна ефективно вичленовувати істотні компоненти явища, змінюючи різні його характеристики, створюючи його цілісний образ. Наприклад, у навчально-методичний комплекс вбудований комплекс демонстрацій до всіх основних лекцій з курсу “Системи автоматизованого проектування” у ВНЗ;

– доступність. Змістом цього загальнодидактичного принципу є відповідність обсягу і складності навчального матеріалу можливостям студента. З цим принципом тісно пов’язаний принцип індивідуалізації процесу формування інформатично-графічної компетентності майбутнього вчителя при врахуванні психологічних особливостей студента;

– мотивація і створення позитивного ставлення до процесу формування інформатично-графічної компетентності. Однією з проблем сучасного процесу формування інформатично-графічної компетентності є відсутність мотивації до навчання у досить значної частини студентів у вузі, оскільки вони не усвідомлюють життєву й особистісну значущість цього процесу.

Найважливішою проблемою під час розробки програмних засобів є добір змісту навчального матеріалу до складу електронного навчально-методичного комплексу відповідно до програм, планів, специфіки технологічної освіти у педагогічному вузі. При цьому зміст навчально-методичного комплексу повинен бути дібраний з урахуванням і дотриманням навчальних принципів систематичності, доступності, предметності тощо.

При плануванні змісту електронного навчально-методичного комплексу використовується модифікований варіант інформаційно-технологічного підходу, згідно з яким визначення і подання блоків в єдиній понятійній формі, побудова блокових структур навчального матеріалу у вигляді графів, розрахунок інформаційного обсягу окремого блоку передбачає аналіз смислової структури та розрахунок обсягу кожного блоку, що виконується з урахуванням семантичної, ентропійної і абстрагуючої характеристик. Визначення обсягу матеріалів всіх типів проводиться за спеціальною формою, де враховується інформаційна ємність кожного блоку та їх послідовність [184].

Використання сучасних технологій істотно впливає на процес формування інформатично-графічної компетентності майбутніх учителів технологій, що заснований на цих технологіях. Отже, потрібен перегляд способів використання електронних навчально-методичних комплексів та формування інформатично-графічної компетентності майбутніх учителів технологій.

Зміст підготовки майбутніх учителів технологій має складну і багатокомпонентну структуру, відрізняється великою різноманітністю об’єктів, що вивчаються, явищ і процесів. Разом з глибоким засвоєнням значного обсягу теоретичних знань у студентів мають бути сформовані розвинені практичні навички й уміння, що надасть можливість творчо використовувати їх у різних навчальних і реальних умовах.

Дидактичні завдання, що виконуються в процесі підготовки студентів з кожної дисципліни навчального плану, мають професійну теоретичну і практичну спрямованість, характеризуються цілісністю і завершеністю. З метою формування інформатично-графічної компетентності майбутніх учителів технологій необхідно використовувати ЕНМК “САПР в технологічній освіті”, який призначений забезпечити наскрізний рівень підготовки майбутніх учителів технологій у галуз автоматизованого проектування.

Виходячи з вищенаведеного, під застосуванням електронного навчально-методичного комплексу для цілей формування пропонується розуміти спрямовану на вирішення дидактичних завдань систему планомірних педагогічних дій на студентів, що здійснюються викладачем з використанням спеціального взаємообумовленого поєднання комп'ютерних та інформаційних засобів упродовж всього процесу формування інформатично-графічної компетентності, що забезпечує досягнення навчальних цілей.

Зупинимося на деяких особливостях застосування електронних навчально-методичних комплексів. Перш за все визначимо доцільні сфери їх використання.

Аналіз показує, що основними з них є: демонстрація важкодоступних для безпосереднього спостереження процесів і явищ за допомогою математичних і фізичних моделей; дослідження об'єктів, процесів і явищ на різних видах практичних занять і в процесі підготовки до занять; виконання завдань проектування; формування знань, умінь і навичок різного характеру; всебічне забезпечення ігрових форм занять; самостійна робота студентів без реєстрації їх діяльності з метою вивчення навчального матеріалу і самоконтролю отриманих знань тощо.

Залежно від конкретних дидактичних завдань методики навчання систем автоматизованого проектування можуть ефективно застосовуватися електронні навчально-методичні комплекси. При цьому необхідно усвідомлювати, що комплексне їх застосування може виконати свою роль у формуванні інформатично-графічної компетентності майбутніх учителів технологій лише в тому випадку, якщо воно буде природною складовою частиною всього навчального процесу. Тоді як фрагментарне, епізодичне, не пов'язане єдиним задумом їх використання в системі інформатичної підготовки не лише не дасть необхідного ефекту, але й може призвести до зворотного результату.

Практичний досвід свідчить про можливість використання електронних навчально-методичних комплексів у багатьох традиційних формах організації процесу формування інформатично-графічної компетентності майбутніх учителів технологій. До організаційних форм процесу формування інформатично-графічних компетентностей, в яких потрібно використовувати цей підхід, доцільно відносити лекції, лабораторні роботи, спеціальні заняття з розрахунків і проектування, курсові, дипломні, науково-дослідні роботи та всі види самостійної навчальної роботи (аудиторної та позааудиторної), а також роботу в режимі “тренажер”.

Відповідно до такої послідовності застосування ЕНМК пропонується після проведення лекційних занять з використанням динамічних і статичних сторінок електронного підручника організовувати і проводити самостійну підготовку студентів під керівництвом викладача із застосуванням всього набору модулів електронного підручника. Закріплення матеріалу пропонується проводити на семінарських, групових або лабораторних заняттях, використовуючи при цьому, залежно від виконуваних дидактичних завдань, потрібні компоненти електронного навчально-методичного комплексу (лабораторні роботи, функціональні тренажери, відеоуроки, мультимедійні лекції тощо).

Застосування комплексу визначається методичними настановами, що містяться в текстовій частині підручника. Для підготовки до групових видів навчальних занять студентам рекомендується в позаурочний час самостійно працювати з підручником через мережевий доступ до нього. Ці рекомендації запропоновано з урахуванням того, що застосування ЕНМК лише для самостійної роботи поза плановими заняттями означало б звуження дидактичних можливостей його використання. Результати експерименту з реалізацією методичної системи формування інформатично-графічної компетентності майбутніх учителів технологій свідчать про те, що дотримання подібного підходу дає змогу не лише інтенсифікувати процес навчання, але й активізувати пізнавальну активність студентів, сприяє

розвиткові їх творчих здібностей, викликає бажання глибше вивчити навчальний матеріал [182; 183].

Підсумовуючи вище сказане, а також спираючись на особистий досвід реалізації методики навчання САПР майбутніх учителів технологій слід констатувати, що лише комплексне, пов’язане єдиним дидактичним задумом використання електронних навчально-методичних комплексів дає змогу суттєво підвищити ефективність формування інформатично-графічної компетентності в системі фахової підготовки майбутніх учителів технологій.

2.2. Інформаційно-дидактичне забезпечення процесу навчання майбутніх учителів технологій систем автоматизованого проектування

Зміна умов життя суспільства незмінно викликає вдосконалення освітніх концепцій. Під впливом інформаційно-комунікаційних технологій змінюється погляд на самоосвіту, зміст і методи навчання предметних дисциплін [93].

Інформація та інформаційні ресурси на світовому ринку стають найважливішим високотехнологічним продуктом. Інформаційні технології (ІТ) відкривають нові можливості в підвищенні ефективності виробничих процесів, у сфері освіти і побуту, вони виводять на новий рівень автоматизацію технологічних процесів і управлінську працю, забезпечують виконання проектних робіт тощо.

Останнім часом широкого поширення набули терміни: безпаперова технологія, інтерактивна технологія, технологія програмування, технологія проектування баз даних, CALS-технологія, мережева технологія, Інтернет-технологія, технологія аналізу та реінжинірингу бізнес-процесів тощо. Всі вони припускають використання інформації, тобто будь-якого виду відомостей про предмети, факти, поняття предметної галузі [50].

Сучасні тенденції проектування машин і систем свідчать про те, що для досягнення навчальної мети майбутній учитель технології повинен добре

орієнтуватися: в апараті обробки та аналізі вихідної інформації про об’єкт, процес, систему; в математичному моделюванні, тобто в постановці і формалізації, яке полягає в умінні перевести технічне завдання з проблемно-смислового на мову математичних схем і моделей, а потім спеціальне програмне забезпечення; в методах пошуку оптимального рішення; у відповідному програмному забезпеченні систем автоматизованого проектування (діалогових системах, банках даних, базах знань тощо); у вільному володінні засобами обчислювальної техніки [13].

Безперечні переваги використання персональних комп’ютерів у навчальному процесі мають місце тоді, коли необхідно замінити рутинну працю викладача, розглянути порівняно велику кількість варіантів тощо. Вивчення САПР, наприклад, необхідне вже на етапі вивчення курсу “Креслення”, що є теоретичною основою для вивчення інших графічних дисциплін, в процесі підготовки майбутніх учителів технологій. Потрібно зазначити, що використання програмних засобів для забезпечення інформатично-графічних компетентностей майбутніх вчителів технологій насамперед пов’язане із впровадженням систем автоматизованого проектування, які, з’явившись як конкурент кульмана та олівця, нині переступили “креслярські” межі. Як результат, зазнав змін і сам процес проектування. В процесі використання сучасних САПР з’явилась можливість, використовуючи комп’ютерні моделі проектованих деталей і виробів, проводити розрахунки на міцність, динамічний аналіз тощо [179].

Використання в навчальному процесі САПР дає змогу активізувати експериментально-дослідницьку діяльність майбутніх вчителів технологій. Ефективним інструментарієм для організації такої діяльності є комп’ютерне моделювання, яке дає змогу створити на екрані монітора картину навчальних дослідів і явищ, і сприяє вдосконаленню навчально-виховного процесу [3].

Підвищення якості підготовки майбутнього вчителя технології значною мірою залежить від того, які цілі ставляться при його підготовці. Підготовку майбутнього вчителя технології необхідно розглядати як

проблему підготовки спеціаліста широкої сфери діяльності.

Вчитель технологій, у своїй практичній діяльності покликаний вирішувати проблеми творчого характеру. Від цього величезною мірою залежить затребуваність випускника ВНЗ як фахівця. Тому завдання вузу – підготовка висококваліфікованого фахівця, здатного вирішувати, крім навчальних завдань, ще й творчі.

Основним практико-орієнтованим навчальним предметом загальноосвітньої школи є технологія, в процесі вивчення якої є можливість показати учням основні напрямки автоматизації та інформатизації виробничих процесів. Відзначена особливість напряму підготовки "Технологічна освіта" ставить специфічні вимоги до рівня професійної підготовки вчителя технологій у галузі інформаційних технології [167].

Саме на уроках технологій школярі отримують перший досвід різноманітної практичної діяльності, яка дає конкретний результат. З цієї причини вчителі технологій повинні бути "озброєні" сучасними інформаційними технологіями, і в тому числі володіти прийомами роботи з системами автоматизованого проектування.

Навчання студентів за напрямом підготовки "Технологічна освіта" передбачає використання великої кількості наочних посібників (таблиць, схем, малюнків тощо). Організація процесу навчання із застосуванням нових інформаційних технологій в освітній галузі "Технологія" дає змогу вирішувати завдання розвиваючого навчання [70].

Основою освітньої галузі "Технологія" є інформаційно-освітнє середовище, тобто перед викладачами стоїть завдання – сформувати інформаційно-освітнє середовище підготовки майбутніх учителів технологій з урахуванням вимог, що висуваються Державним освітнім стандартом, з урахуванням стрімкого поширення й оновлення інформаційних технологій.

Відповідно до "Національної стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року", модернізація і розвиток освіти повинні набути випереджального безперервного характеру, гнучко реагувати на всі процеси,

що відбуваються в Україні та світі. Підвищення якісного рівня освіти має бути спрямовано на забезпечення економічного зростання держави та розв'язання соціальних проблем суспільства, подальше навчання і розвиток особистості. Якісна освіта є необхідною умовою забезпечення сталого демократичного розвитку суспільства [138].

Організація навчального процесу із застосуванням всіх доступних на сьогодні інформаційних матеріалів вимагає особливої кваліфікації вчителя технологій. Саме тому при навчанні студентів напряму підготовки "Технологічна освіта" необхідно приділяти велику увагу вивченню дисциплін "Сучасні інформаційні технології", "Комп'ютерна графіка", "Системи автоматизованого проектування" тощо.

Вимоги до підготовки фахівців в галузі інформаційно-комунікаційних технологій змінюються дуже швидко, удосконалюється техніка, програмне забезпечення, змінюються стандарти і підходи до вирішення тих чи інших професійних завдань. Жорстко прописати вимоги до підготовки фахівця в цій галузі в сучасних умовах неможливо, тому необхідний постійний моніторинг, як вимог роботодавців, так і пропонованих на ринку технологій, програмних продуктів, технічних засобів тощо.

При формуванні нових стандартів необхідно не тільки вивчати інформаційно-комунікаційні технології як окрему дисципліну або блок дисциплін, а й інтегрувати ці технології в кожну дисципліну професійної підготовки для формування відповідної компетенції. Наприклад, при вивченні конструювання і моделювання на завершальному етапі підготовки саме системи автоматизованого проектування розширюють можливості процесу конструювання, дають змогу студентам зосередитись на творчій складовій, а комп'ютерна техніка забезпечить виконання математичних обчислень.

Системи автоматизованого проектування дають змогу отримати не тільки певні практичні навички, але й розкрити творчі, інтелектуальні, проектні, технічні, конструкторські, дизайнерські здібності, сформувати

творчі якості для ефективного вирішення стандартних і нестандартних завдань проектування і моделювання в системах автоматизованого проектування. Вивчення САПР також відіграє істотну роль у розвитку пізнавальної діяльності студентів через освоєння засобів і методів технічного моделювання.

У процесі підготовки майбутніх учителів технологій відповідно до загальних тенденцій останніх років основне місце в процесі формування інформатично-графічної компетентності починають займати системи автоматизованого проектування.

І. В. Роберт зазначає, що при виборі програмного забезпечення слід орієнтуватися на базове, інструментальне і прикладне програмне забезпечення, що відноситься тільки до програм загального призначення (наприклад, бази даних, електронні таблиці, програми реєстрації даних, інструментальні програмні засоби або системи комп'ютерного моделювання тощо) [141].

Перед вивченням систем автоматизованого проектування, що забезпечують автоматизацію завдань із креслярської документації, студенти педагогічного ВНЗ повинні опанувати вміння використання базових інформаційних технологій для вирішення професійних завдань. Як показує практика, студенти напряму підготовки "Технологічна освіта" зазвичай не мають високого рівня математичної підготовки і тим більше основних навичок проектування [108]. У цих умовах особливе значення має освоєння прийомів обробки числової інформації і набуття первинних навичок роботи з креслярською документацією за допомогою комп'ютера, що дають згодом можливість на старших курсах здійснювати 3D-моделювання в системах автоматизованого проектування, серед яких найбільш популярними є пакети: КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD.

Доцільність використання САПР на першому етапі графічної підготовки студентів – вивченні курсу "Креслення" – викликає сьогодні діаметрально протилежні думки: від затвердження марності і навіть

шкідливості, до підміни змістовної частини предмета вивченням інтерфейсу та інструментальних можливостей програми.

Разом з тим, необхідність впровадження в навчальний процес підготовки майбутніх учителів технологій дисципліни “САПР” не означає відмову від традиційного курсу креслення, адже можливості комп’ютера слід розглядати лише як потужний засіб, що прийшов на допомогу тому, хто виконує креслення, проектує, моделює. Сам по собі комп’ютер, без участі людини, не здатний створити креслення, тому що в системі “людина-комп’ютер” провідна роль все ще належить людині, яка здатна мислити просторовими образами та створювати їх в уяві.

На нашу думку, застосування САПР під час вивчення курсу “Креслення” робить зміст дисципліни більш доступним для сприйняття студентами. Заміна матеріальних моделей досліджуваних геометричних об’єктів на віртуальні тривимірні моделі, виконані з використанням САПР, дає змогу в процесі демонстрації навчального матеріалу використовувати складніші геометричні форми. Відображення тривимірної моделі на екрані монітора – на площині в каркасному або тонованому режимі перегляду, зіставлення їх з традиційним двовимірним зображенням дозволяють на якісно новому рівні представляти навчальну інформацію.

На сьогодні системи автоматизованого проектування є основними інструментами для майбутніх учителів технологій, тому чим раніш студенти розпочнуть вивчати САПР, тим вищою буде їхня інформатично-графічна компетентність.

На кафедрі інформаційних систем і технологій Інженерно-педагогічного інституту НПУ імені М. П. Драгоманова майбутні вчителі технологій розпочинають вивчати САПР на 2 курсі в розділі дисципліни “Сучасні інформаційні технології”.

Навчальна дисципліна “Сучасні інформаційні технології” охоплює 1 кредит навчального плану підготовки бакалавра технологічної освіти.

Загальна кількість годин складає 72 години. Навчальна дисципліна складається з двох модулів.

Вивчаючи перший модуль, студенти ознайомлюються з основними поняттями “інформація” та “інформатика”. Розглядають такі питання: роль і значення інформаційних технологій в сучасному суспільстві; кодування інформації; апаратне забезпечення персонального комп’ютера; базова апаратна конфігурація ПК та периферійні пристрої; загальні відомості про операційні системи; рівні програмного забезпечення; системне і службове програмне забезпечення.

В другому модулі розглядаються питання використання прикладного програмного забезпечення в майбутній професійно-педагогічній діяльності. Знайомство із основними принципами створення 2D-креслення в системі автоматизованого проектування AutoCAD. Використання прикладного програмного забезпечення для створення дидактичних і методичних матеріалів в майбутній професійній діяльності на прикладі пакету AutoCAD.

Завданнями другого модуля даної дисципліни є: вивчення концептуальних питань роботи САПР, вивчення методів формалізації процесу проектування, ознайомлення з принципами функціонування систем і ознайомлення з класифікацією САПР.

Практична частина курсу передбачає вирішення актуальних завдань із курсу креслення. Така спрямованість практичних завдань підвищує мотивацію до вивчення предмета, стимулює мислення студентів, навчає шукати різні способи рішення завдань, сприяє здійсненню міжпредметних зв’язків. Комплекс вправ включає готові методичні розробки, адаптовані до процесу навчання САПР студентів педагогічного ВНЗ за допомогою розроблених практичних завдань.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати:

– сутність процесів отримання, зберігання та обробки інформації в сучасних операційних системах;

– принципи будови сучасних персональних комп’ютерів та характеристику основних параметрів їх складових;

– особливості та переваги програмних додатків для оптимального вибору інструментів під час розв’язання професійних завдань;

– вплив засобів сучасних інформаційних технології на науково-технічний і соціально-економічний розвиток суспільства.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні вміти:

– працювати в ролі користувачів персонального комп’ютера, самостійно використовувати сучасні зовнішні носії інформації для обміну даними, створювати резервні копії й архіви даних і програм;

– використовувати прикладне програмне забезпечення для автоматизації креслярських робіт;

– застосовувати основні засоби і методи сучасних інформаційних технологій, їх теоретичну і технічну базу, можливі напрямки використання;

– ефективно використовувати засоби автоматизації проектних робіт у своїй майбутній професійній діяльності.

На практичних заняттях заплановано освоєння пакету прикладних програм, призначеного для вирішення проектувальних завдань системи AutoCAD (Automated Computer Aided Drafting and Design – Автоматизоване комп’ютерне креслення і проектування) продукту компанії Autodesk. AutoCAD – це програмний пакет, що дає змогу виконувати креслення вузлів, деталей, архітектурних об’єктів, будувати просторові моделі, виконувати їх фотореалістичну візуалізацію тощо. Вибір цієї системи як об’єкту вивчення майбутніми вчителями технологій був не випадковим.

По-перше, хоча сьогодні в світі й створено величезну кількість різноманітних систем автоматизованого проектування (наприклад, КОМПАС, Creo, Autodesk Invertor, SolidWorks та ін.), які використовуються в різних галузях машинобудування, безперечно, найбільш поширеною з них є AutoCAD. З моменту виходу в 1982 році першої версії AutoCAD, ця система набула величезної популярності, і сьогодні професійно використовується

більш ніж у 120 країнах світу. Основною її перевагою є забезпечення високого професійного рівня розробок при відносній простоті у використанні.

По-друге, система AutoCAD є універсальним програмним продуктом, що дає змогу використовувати її як для створення простих креслень деталей і механізмів, так і в машинобудуванні, архітектурі та будівництві, картографії та кадастрі, в електротехніці та електроніці.

По-третє, AutoCAD є базовою системою для цілого ряду інших САПР, що широко використовуються в різних галузях господарства. Студенти, які оволоділи системою AutoCAD, відносно легко вивчають і опановують інші аналогічні системи автоматизованого проектування [167].

AutoCAD є середовищем проектування, яке постійно розвивається, кожна нова версія успадковує все найкраще від попередніх і спрямована на вирішення таких основних завдань: підвищення продуктивності та ефективності роботи користувачів; забезпечення багаторазового використання наявних напрацювань; адаптація AutoCAD до індивідуальних потреб розробників об’єктно-орієнтованих завдань.

Запорука успіху компанії Autodesk – світове визнання AutoCAD як стандарту де-факто для розробки продуктів і комплектуючих, а також документації.

Враховуючи вищезазначені переваги системи AutoCAD вона була впроваджена, як основна система автоматизованого проектування для майбутніх учителів технологій. На кафедрі інформаційних систем і технологій Інженерно-педагогічно інститут для здійснення процесу інформатично-графічної підготовки майбутніх учителів технологій із використанням систем автоматизованого проектування розроблено п’ять лабораторних робіт, загальна тематика яких є такою:

1. Знайомство з AutoCAD. Налаштування параметрів робочого середовища.
2. Координатна сітка та прив’язка. Створення шаблонів.

3. Графічні примітиви в AutoCAD. Робота з шарами.
4. Формування тексту та нанесення розмірів на кресленні засобами AutoCAD.
5. Редагування креслення засобами AutoCAD.

Основна мета розроблених лабораторних робіт – дати студентам – майбутнім учителям технологій – початкові знання про систему AutoCAD, допомогти в набутті практичних навичок зі створення найпростіших креслень плоских деталей засобами програми, а також закласти “фундамент” необхідних знань, умінь та навичок для подальшого самостійного вивчення AutoCAD та інших, спеціалізованих або альтернативних, систем автоматизованого проектування.

У першій лабораторній роботі студенти набувають навичок з налаштування основних параметрів майбутнього креслення: формат та точність виводу одиниць вимірювання, формат представлення кутових одиниць, база відліку кутів, напрям відліку кутів та розміри самого креслення. Також студенти повинні ознайомитись з інтерфейсом програми, з розташуванням та призначенням основних елементів робочого вікна AutoCAD: рядок меню, панелі інструментів, графічна зона вікна, командний рядок, рядок стану тощо. Особлива увага в роботі приділяється методиці введення точок на кресленні в абсолютній, відносній та полярній системах координат.

Друга лабораторна робота має величезне значення для подальшого вивчення цієї програми та створення її засобами креслень деталей та механізмів. Вона має на меті ознайомити студентів з поняттям та типами прив’язки в AutoCAD та навчити використовувати її для формування складних зображень із простих графічних елементів. Поняття прив’язки в AutoCAD є одним із найскладніших для опанування, що вимагає особливої уваги до навчального матеріалу. Необхідно відзначити, що такі завдання можуть бути використані майбутніми вчителями технологій у своїй практичній діяльності в школі при викладанні основ комп’ютерного

моделювання та конструювання засобами програми AutoCAD. Для закріплення набутих знань та вмінь студентам пропонується самостійно створити засобами AutoCAD блок штампу формату А4 та А3 та використовувати його як шаблон.

При виконанні третьої лабораторної роботи студенти опановують методику креслення основних графічних примітивів: відрізка, прямої, променя, многокутника, кола, дуги, еліпса, кільця тощо. Багато уваги приділяється методиці створення шарів та використання їх для налагодження основних властивостей об’єктів на кресленні. Ознайомлення з методикою використання шарів дає змогу студентам оволодіти раціональними прийомами роботи в середовищі AutoCAD, що значно підвищує її продуктивність.

Четверта лабораторна робота знайомить студентів із засобами створення і редагування текстових написів на кресленні. В роботі розглядається технологія створення однорядного та багаторядного тексту, розмірних стилів та нанесення таких типів розмірів на кресленні, як лінійні, паралельні, розміри діаметру кіл та дуг, розміри радіусів кіл та дуг, кутові розміри, нанесення маркерів центрів тощо. Для закріплення отриманих знань студентам пропонується заповнити текстом блок штампу формату А4 (або А3), зберегти його у файлі шаблону, і на основі цього шаблону виконати практичне завдання.

П’ята лабораторна робота цього циклу має на меті ознайомити студентів з основними інструментами редагування об’єктів на кресленні: копіювання, переміщення, масштабування, поворот, дзеркальне відображення об’єктів, підрізання “зайвих” частин зображення, формування фасок та спряжень геометричних елементів тощо. Також в роботі розглядається методика роботи з “ручками”, які дають змогу значно полегшити виконання деяких стандартних операцій редагування. Практичне завдання, яке пропонується студентам у цій лабораторній роботі, містить графічні елементи, створення яких пов’язане з перетворенням їх форми та

просторового розташування (наприклад масштабування, дзеркальне відображення, розтягування об’єктів тощо). Такі завдання є сильним засобом формування у студентів прогресивних прийомів графічної діяльності і особливо позитивно впливають на розвиток динамічної просторової уяви. Крім того, зміст цих завдань є логічним завершенням циклу лабораторних робіт з вивчення AutoCAD і дає змогу перевірити рівень набутих студентами знань, умінь і навичок у цій програмі.

Для закріплення вивченого матеріалу з дисципліни “Сучасні інформаційні технології” і формування інформатично-графічної компетентності студенти виконують самостійне завдання в системі AutoCAD. Один із варіантів завдання самостійної роботи наведений на рис. 2.3.

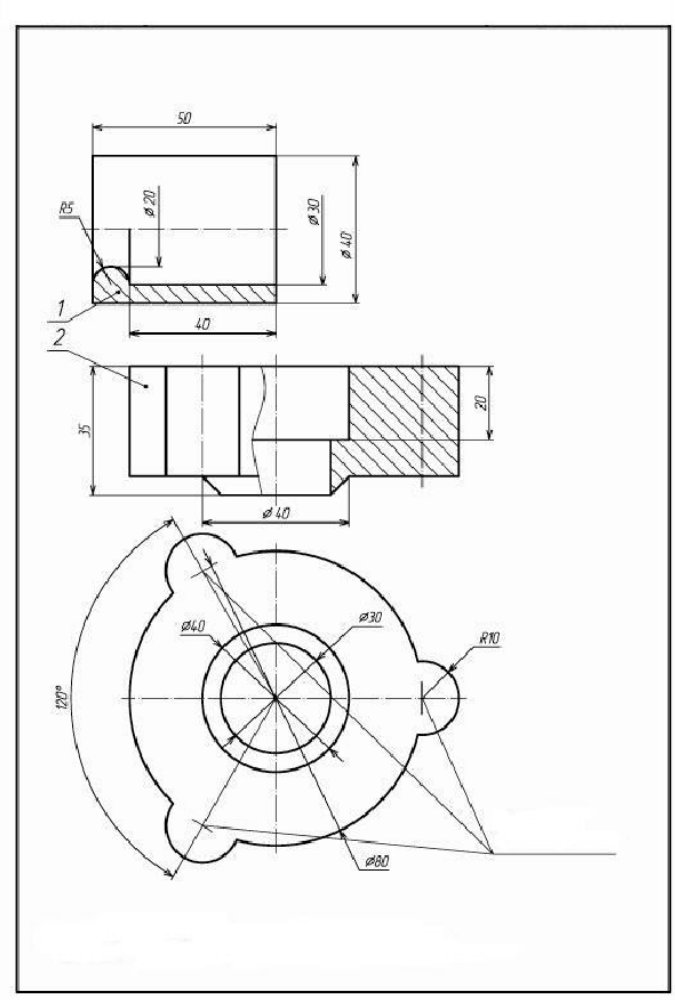


Рис. 2.3. Приклад завдання для самостійної роботи в системі AutoCAD

Вивчення пакету AutoCAD дає змогу майбутнім учителям технологій розвивати технічне і конструкторське мислення, що допоможе більш професійно здійснювати навчально-виховну діяльність у школі під час проведення уроків технологій.

Технічне, конструкторське мислення, сформоване в процесі вивчення систем автоматизованого проектування, набуває загальнонаукового значення, а вміння та навички, способи діяльності, що освоюються при їх вивченні, мають загально інтелектуальний, загально навчальний, науковий характер і формують інформатично-графічну компетентність.

Педагогічна діяльність учителя технологій передбачає не виконання інженерних розрахунків, а застосування технічних завдань у процесі навчання для розвитку технологічних, проектно-конструкторських умінь і навичок учнів, творчого мислення, розвитку інтересу до техніки, підготовки до здійснення проектної діяльності. При цьому необхідно мати здатність перетворювати матеріал, переводити його на шкільний рівень, підбирати і складати технічні завдання, проектні завдання тощо. Тому однією з важливих складових професійно-педагогічної підготовки майбутнього вчителя технологій (на відміну від інженера) є методична підготовка, тобто формування умінь майбутнього фахівця здійснювати навчально-виховний процес.

2.3. Принципи добору і структурування змісту навчального матеріалу методики навчання САПР майбутніх учителів технологій за допомогою 3D-технологій

2.3.1. КОМПАС 3D при вивченні дисципліни “Комп'ютерна графіка”

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, що дає змогу перейти на якісно новий рівень розробки.

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, що в міру підготовки фахівців, які володіють новими методами роботи, 3D-технологія стане переважаючим методом моделювання та проектування.

На нашу думку, 3D-технології сприяють освоєнню креслення студентами, в тому числі і зі слабкою загальною підготовкою, тому що побудова комп'ютерних моделей у них не викликає труднощів, а отримання креслення на основі моделі багато в чому має формальний характер, оскільки побудова проекцій, розрізів перетинів автоматизовано. Для таких студентів в особливій мірі має значення зовнішня привабливість комп'ютерних технологій – робота за комп'ютером, колір і динаміка формування моделей і креслень тощо.

3D-модель отримують після того, як виконано проектування, тобто на завершальній стадії і значною мірою в автоматичному режимі. САПР сама будує необхідні види, розрізи, в першому наближенні проставляє розміри, хоча за проектувальником залишається завдання визначити оптимальний вміст креслення. Тим самим здійснюється розвантаження роботи проектувальника.

Для створення комп'ютерних моделей і вирішення завдань навчального характеру на лабораторних заняттях найбільше підходить система тривимірного твердотільного моделювання КОМПАС-3D [12].

Практичний досвід експлуатації систем КОМПАС показав, що вона легко освоюється користувачами, при цьому значно прискорюється процес випуску креслярської документації і помітно підвищують її якість [103].

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 ЕСКД [62].

Основний недолік 2D-проектування полягає в тому, що площинні креслення не дають повного візуального уявлення про спроектовані деталі або механізми, а вивчити їх в реальних умовах не завжди представляється можливим. Складність ще з'являється тоді, коли немає наочних посібників (макетів) різних деталей і механізмів. Тому в процесі навчання достатню увагу необхідно приділяти побудові тривимірних моделей деталей. З вирішенням цього завдання відмінно дає змогу впоратися 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 не тільки розглянути і вивчити різні технічні деталі та механізми загалом, але й миттєво зробити необхідні розрізи, а також у різних проекціях побачити деталі та механізми у тривимірному зображенні.

Використання САПР КОМПАС-3D виводить на якісно новий рівень навчальний процес. На думку студентів, до проектованого 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 діяльності, повторити й узагальнити весь курс креслення. З погляду викладача, КОМПАС-3D дає змогу активізувати роботу студентів, розширити їхній світогляд, а також підвищити їхній освітній рівень і самооцінку, вдосконалити навички самостійної роботи.

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.

Виходячи з цього положення, доцільно побудувати програму освоєння САПР КОМПАС, починаючи з 3D-моделювання послідовно освоюючи різні способи створення моделі і паралельно вивчаючи інструменти побудови 2D-ескізу. На перших етапах освоєння програми необхідно розвивати у студентів елементи проектного мислення. Для цього програму навчання САПР КОМПАС доцільно розділити на кілька блоків. У першому блоці студентам пропонуються завдання на систематизацію уявлень про форму предметів, вироблення умінь аналізувати форму і створювати 3D-моделі (рис. 2.4)

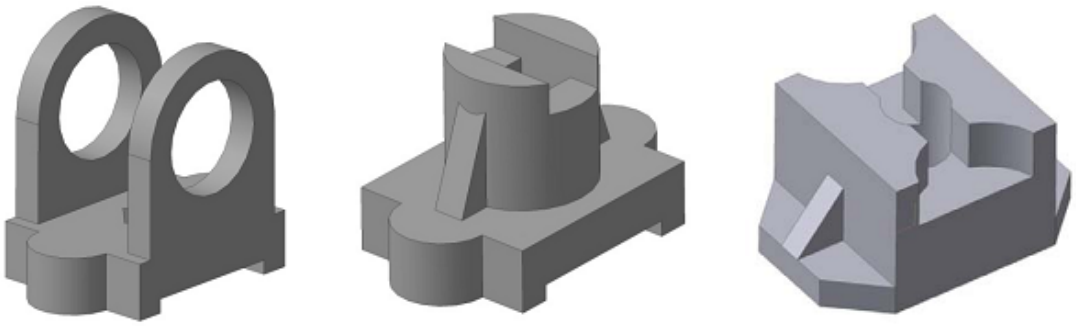


Рис. 2.4. Створення 3D-моделей

Ефективність процесу освоєння КОМПАС залежить від реалізованої методики навчання і правильності підбору завдань до лабораторних робіт.

Саме тому на формувальному етапі студенти експериментальної групи вивчали 3D-моделювання в системі КОМПАС паралельно із вивченням площинного проектування, на відміну від студентів із контрольної групи – які вивчали тільки КОМПАС-2D у розділі дисципліни “Комп’ютерна графіка”.

Студенти експериментальних груп вивчаючи 3D-моделювання під час аудиторних занять і самостійної роботи користувалися ЕНМК “САПР в

технологічній освіті”, який призначений забезпечити наскрізний рівень інформатично-графічної готовності майбутніх учителів технологій до використання САПР у професійно-педагогічній діяльності. ЕНМК “САПР в технологічній освіті” також містить навчальний матеріал з попереднього курсу, на якому студенти вивчали проектування в системі AutoCAD.

Одночасно з освоєнням 3D-моделювання студенти вивчають можливості побудови двовимірних зображень, редагування отриманих зображень, а також можливості програми зі збереження, обробки і використання отриманих моделей. Вивчаються різновиди створюваних програмою КОМПАС документів. Створюваним моделям привласнюються атрибути: матеріал, колір, позначення, найменування.

У лабораторній роботі “Моделювання тіла обертанням”, яка виконується в системі КОМПАС-3D, наведено приклад процесу побудови 3D-моделі валу. Будь-який процес моделювання у програмі КОМПАС розпочинається з побудови ескізу (рис. 2.5). Ескіз є перетином об’ємного елементу. Іноді ескіз є траєкторією переміщення іншого ескізу – розтину.

Основні вимоги до ескізу:

– контури в ескізі не перетинаються і не мають спільних точок;
– контур в ескізі зображується стилем лінії «Основна».

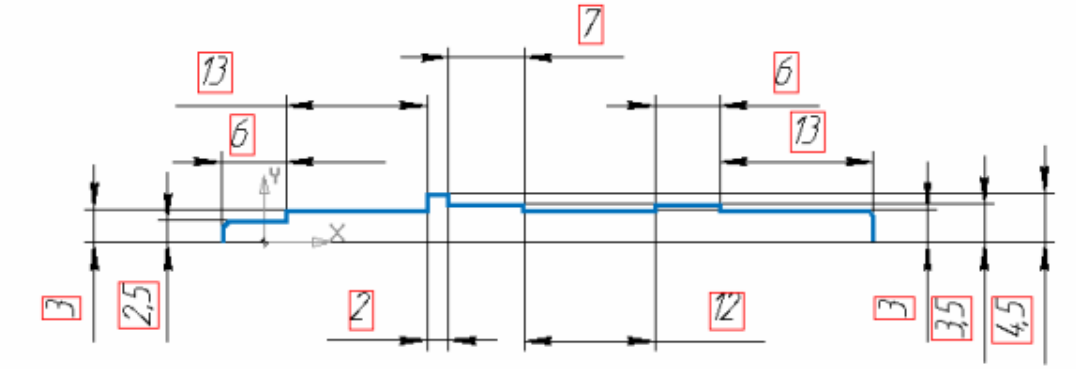


Рис. 2.5. Ескіз валу

Під контуром розуміється будь-який лінійний графічний об’єкт або сукупність послідовно з’єднаних лінійних графічних об’єктів (відрізків, дуг, сплайнів, ламаних тощо).

Іноді для побудови контуру в ескізі (особливо параметричного) потрібні допоміжні об’єкти, що не включені до контуру. Їх можна зображувати іншими стилями ліній; такі об’єкти не будуть враховуватися при виконанні операцій тривимірного моделювання.

Існує декілька вимог до ескізу – елементу обертання:

– вісь обертання повинна бути зображена в ескізі відрізком зі стилем лінії “Осьова”;

– вісь обертання повинна бути одна;

– в ескізі деталі може бути один або декілька контурів;

– якщо контур один, то він може бути розімкненим або замкнутим;

– якщо контурів декілька, всі вони повинні бути замкнуті;

– якщо контурів декілька, один з них повинен бути зовнішнім, а інші вкладеними в нього;

– допускається один рівень вкладеності контурів;

– жоден з контурів не повинен перетинати вісь обертання (відрізок зі стилем лінії “Осьова” або його продовження).

Існує два підходи до моделювання тіла обертання.

Перший – видавлювання ескізу у вигляді кола на певну величину. Далі приклеювання видавлюванням наступного ескізу, побудованого на одній з торцевих поверхонь циліндра (конуса) тощо.

Другий – більш раціональний, обертання потрібного профілю майбутнього тіла навколо осі (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Побудова тривимірної моделі операцією “обертання”

Під час виконання лабораторної роботи студенти створюють тривимірні моделі за допомогою різних операцій. При побудові моделей студенти отримують початкові навички у роботі з редактором змінних і наступними командами: операція видавлювання, булеві операції (додавання і віднімання), операція обертання, операція по перетинах, лінійний масив, згладжування ребер тощо.

Сучасні 3D-системи, в тому числі САПР КОМПАС, мають у своєму розпорядженні ефективні засоби моделювання, які дають змогу створювати тривимірні моделі найскладніших деталей і збірок. Часто алгоритм проектування відтворює технологічний процес виготовлення деталі, вузла або механізму [115].

Зміст другого блоку спрямовано на вивчення способів створення моделей збірок, що складається з декількох деталей, а також вивчення можливостей програми КОМПАС з виконання креслень деталей (рис. 2.7).

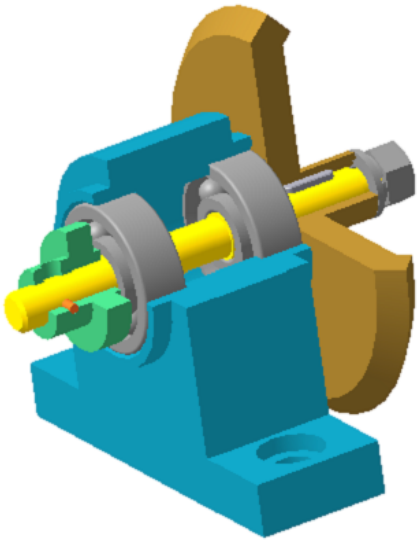


Рис. 2.7. Створення збірок із декількох деталей

Наступний етап присвячується вивченню можливостей програми зі створення повного комплекту документації на виріб, що складається з тривимірних моделей деталей, які входять у збірку тривимірного виробу, креслень деталей і складального креслення (рис. 2.8) [9].

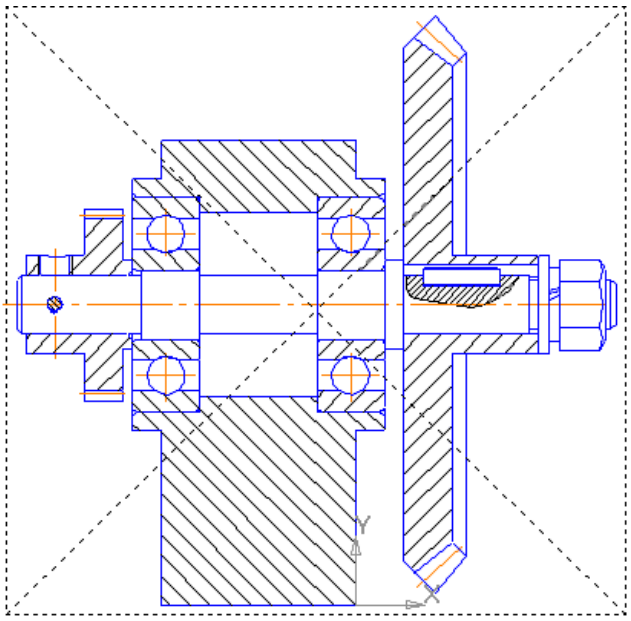


Рис. 2.8. Створення складального креслення і специфікації

Підготовка конструкторської документації в сучасному виробництві здійснюється в середовищі САПР і ґрунтується на тривимірному моделюванні. Тому на етапі ознайомлення з правилами оформлення креслення деталі, складальної одиниці студенти, що працюють в КОМПАС, мають можливість створення тривимірних твердотільних моделей і побудови на їх основі асоціативних креслень, тим самим отримуючи уявлення про сучасні методи проектування. Помилки, допущені при моделюванні деталей, наочно виявляються під час їх з'єднання в складальну одиницю і при оформленні асоціативного креслення. Виправлення неточностей моделі деталі призводить до автоматичного виправлення моделі складальної одиниці і креслень, демонструючи переваги конструювання виробів у режимі тривимірного твердотільного моделювання.

Цей цикл лабораторних робіт виконується з навчальними та демонстраційними версіями програм. Вибір програмного забезпечення обумовлений його властивостями: простота роботи, підтримка стандартів, ступінь поширення, наявність технічної та методичної підтримки з боку виробників. Зазначена програма для освітніх цілей надається виробником безкоштовно. Студенти детально освоюють програмний комплекс КОМПАС-

3D сучасних версій. Вирішуються завдання побудови 3D-моделей на основі креслень, або створення конструкторської документації на основі 3D-моделей, або виконання обох завдань одночасно в ході розробки конкретного проекту. Побудова креслення з 3D-моделі еквівалентно створенню креслень матеріальної деталі.

Навчальний курс, за яким студенти експериментальної групи вивчали САПР КОМПАС-3D, міститься в ЕНМК “САПР в технологічній освіті”, побудований за принципом послідовного ускладнення завдань і складається з п’яти тем:

Тема 1. Завдання вивчення дисципліни. Призначення САПР КОМПАС. Просторові моделі виробів. Графічний редактор. Початок роботи.

Тема 2. Створення твердотільних моделей деталей. Команди видавлювання, обертання, кінематична операція, по перетинах. Робота з бібліотеками.

Тема 3. Створення збірок. Редагування збірок. Способи проектування зверху вниз, знизу вгору, змішаний. Основні правила редагування. Накладення взаємозв’язків.

Тема 4. Створення робочих креслень деталей. Правила створення креслень. Види, схеми видів, включення і відключення видів. Нові креслення, формати і рамки. Місцевий розріз, правила виконання. Вид з розривом, правила виконання. Створення складальних креслень, правила створення, виносні елементи, позиції.

Тема 5. Оформлення складальних креслень. Створення специфікацій. Варіанти створення специфікацій. Зв’язки специфікацій зі складанням, автоматичне оновлення специфікацій. Об’єкти специфікацій. Внутрішні і зовнішні об’єкти.

Враховуючи специфіку подання і сприйняття матеріалу, лекційний курс представлений в ЕНМК “САПР в технологічній освіті” у певні послідовності і відповідності до лабораторного курсу. Інформація на сторінках ЕНМК “САПР в технологічній освіті” містить завдання, що

розглядаються на конкретному занятті, принципи їх вирішення, основні методи і способи створення і редагування елементів. Відеофільми містять відображення ходу вирішення конкретних завдань отримані за допомогою програми, що здійснює запис відео з екрану.

Лабораторний курс призначений для формування у студентів навичок роботи в системі КОМПАС-3D і заснований на виконанні студентами індивідуальних завдань, розрахованих на виготовлення 3D-моделей деталей.

Кожна наступна робота базується на попередній. Терміни виконання кожної роботи обмежені. Результати кожного завдання оцінюються відповідно до рейтингової системи балів. Таким чином, студенти вивчають правила розробки виробів, повинні вкладатися в графік розробки і знайомляться з різними методами проектування.

Основні завдання використання програми КОМПАС-3D:

– сформувати у студентів цілісну систему понять, пов’язаних з створенням тривимірних і площинних моделей об’єктів;

– показати основні прийоми ефективного використання систем автоматизованого проектування, сформувати логічні зв’язки з іншими дисциплінами системи вищої педагогічної освіти;

– дати майбутнім учителям технологій 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 робот студенти зустрічають незнайомі технічні терміни, що уповільнюють роботу. Тому перш за все необхідно ознайомитися з термінологією. При цьому потрібно звернути увагу студентів на ті терміни, які мають відмінні від первинних і звичних у традиційному курсі графіки значення. Технічні терміни які використовуються в САПР КОМПАС, включено до ЕНМК “САПР в технологічній освіті” і наведено в Додатку 1.

Розглянувши можливості систем автоматизованого проектування, ми дійшли до висновку, що застосування системи КОМПАС-3D у процесі підготовки вчителя технологій дає імпульс до розвитку студентських наукових досліджень у галузі вирішення завдань із застосуванням САПР; дає змогу підвищити якість підготовки, дає їм досвід використання сучасних технологій проектування.

Використання САПР у процесі підготовки майбутніх учителів технології вимагає від викладача величезної підготовчої роботи, займає тривалий час, але всі витрати окупаються результатами – ефективністю навчання, створенням мотивації навчання, що сприяє підвищенню у студентів пізнавального інтересу, розкриттю творчого потенціалу, підвищенню інтересу та активізації самостійної навчальної діяльності.

Ефективність навчального процесу під час вивчення САПР забезпечується системою дидактичних умов і сучасних засобів, а саме ЕНМК “САПР в технологічній освіті”, які допомагають урізноманітнити заняття, зробити їх пізнавальними і більш цікавими, організувати самостійну роботу. Використання інформаційних технологій повинно бути своєрідним доповненням для підвищення ефективності навчання.

2.3.2. Системи AutoCAD-3D і SolidWorks- 3D в процесі вивчення спецпрактикум "САПР в технологічній освіті"

У процесі проведення другого формувального експерименту студенти 4 курсу експериментальної групи напряму підготовки "Технологічна освіта" навчалися за програмою спецпрактикуму "САПР в технологічній освіті", який розроблений з метою проведення наскрізної підготовки майбутніх учителів технологій і формування в них інформатично-графічної компетентності.

Метою викладання спецпрактикуму "САПР в технологічній освіті" є формування у студентів знань, вмінь та практичних навичок, які необхідні майбутнім учителям технологій для впровадження систем автоматизованого проектування у навчально-виховний процес та використання в своїй майбутній діяльності; а також формування у студентів інформатично-графічних компетенцій, пов'язаних з використанням теоретичних знань та практичних навичок у галузі автоматизованого проектування.

Вивчення спецпрактикуму "САПР в технологічній освіті" передбачає ознайомлення майбутніх учителів технологій з: історією розвитку та основними видами існуючих на сьогодні САПР відповідно до їх призначення; зі структурою та їх практичним застосуванням для вирішення проектно-конструкторських і технологічних задач; із застосуванням систем автоматизовано проектування в різних галузях народного господарства. Вивчення спецпрактикуму забезпечить оволодіння студентами практичних навичок зі створення креслень плоских деталей, тривимірних об'єктів та формування збірок засобами комп'ютерних програм: AutoCAD, SolidWorks.

Вивчення поданого у програмі спецпрактикуму навчального матеріалу ґрунтується на міжпредметних зв'язках спецпрактикуму "САПР в технологічній освіті" з іншими навчальними дисциплінами, такими як "Комп'ютерна графіка", "Сучасні інформаційні технології", "Креслення".

Обсяг навчального навантаження розподілено таким чином, що

лекційний курс дає змогу викладачеві познайомити студентів з історією розвитку САПР, основними принципами роботи, їх можливостями і перспективами розвитку незалежно від галузі застосування. Важливо дати зрозуміти, що автоматизовані системи не просто “інструмент” у руках проектувальника, а цілий комплекс, що охоплює не тільки етап створення креслень, але й всі етапи проектно-конструкторської розробки виробів.

Основним завданням вивчення спецпрактикуму є:

– формування уявлення про сучасні системи автоматизованого проектування та їх вплив на науково-технічний і соціально-економічний розвиток суспільства;

– ознайомити студентів з прикладним програмним забезпеченням, яке використовується для проектування в різних галузях господарства;

– отримання практичних навичок роботи з сучасними САПР та можливості їх використання для вирішення різних завдань, пов’язаних з професійною діяльністю;

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні знати:

– класифікацію, структуру, призначення та основні принципи створення САПР;

– загальну структуру САПР;

– основну термінологію в галузі автоматизованого проектування;

– види забезпечення САПР та їх призначення;

– склад і основні характеристики підсистем САПР і базових програмно-методичних компонентів;

– вплив сучасних інформаційних технології на науково-технічний і соціально-економічний розвиток суспільства;

– особливості тривимірного проектування в AutoCAD і SolidWorks;

– способи обміну інформацією між різними системами;

– основні методи геометричного та параметричного моделювання;

– основні поняття про швидке прототипіювання (3D-друк).

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні

вміти:

– використовувати САПР для розв’язання задач проектування, створення проектно-конструкторської документації;

– ефективно використовувати системи автоматизованого проектування в начальному процесі та в своїй майбутній професійній діяльності;

– працювати в графічному середовищі AutoCAD і SolidWorks;

– створювати тривимірні об’єкти, отримувати види, проекції і перетину, віднімати об’єкти і об’єднувати їх використовуючи AutoCAD і SolidWorks;

– здійснювати процес створення збірок у системі SolidWorks.

На вивчення спецпрактикуму відводиться 108 години /3 кредити ECTS.

Викладається спецпрактикум у 8 семестрі на четвертому курсі для студентів напряму підготовки “Технологічна освіта” (див. додаток 4).

Лабораторні заняття проводяться в навчальних комп’ютерних аудиторіях, під час яких студенти виконують завдання, передбачені тематикою навчальної програми спецпрактикуму. Під час самостійної роботи і аудиторних занять студенти здійснюють теоретичну і практичну підготовку з відповідних тем лекційного курсу і лабораторних робіт, використовуючи електронний навчально-методичний комплекс “САПР в технологічній освіті”, який забезпечує наскрізний рівень підготовки майбутніх учителів технологій.

На основі отриманих умінь і навичок роботи в AutoCAD-2D відбувається подальше поглиблене вивчення можливостей тривимірного проектування таких систем автоматизованого проектування, як AutoCAD-3D і SolidWorks, що передбачає побудову тривимірних моделей деталей, редагування 3D-моделей, робота з бібліотеками, створення збірок, підготовка моделей до 3D-друку тощо. Вивчення прийомів роботи з САПР не є самоціллю, а має прикладний характер. Починаючи з 3 курсу, студенти активно застосовують набуті навички в галузі автоматизованого проектування при виконанні графічних робіт, курсових проектів з навчальних дисциплін загальнопрофесійного та спеціального 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 в основному визначається тим, наскільки зручні засоби введення і редагування об’єктів вона надає користувачеві [9].

Кожен викладач знає, що наявність наочної моделі істотно полегшує побудову її креслення. У зв’язку з цим, що може бути краще динамічної об’ємної моделі, яку можна обертати на екрані і розглядати з усіх сторін. Досвід викладачів показує, що вміння будувати 3D-моделі студентами формується за два-три заняття і вдосконалюється у процесі виконання складніших завдань.

Сутність 3D-проектування 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 оглянути з усіх сторін, розрізати, отримати довільний перетин, відредагувати форму. За допомогою додаткових програмних засобів модель, можна навантажити і виконати розрахунок на міцність. Для архітектурних об’єктів – побудувати перспективу, фотореалістичне зображення тощо. Цей природний для людини варіант проектування став реально можливим в останні двадцять років завдяки комп’ютерній графіці, що надає можливість досить просто створювати тривимірні віртуальні моделі об’єктів і наочно відображати 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-(двомірну) 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 величезне заощадження часу порівняно з “ручним” кресленням. Знання і вміння при проектуванні технологічних вузлів і механізмів, елементів конструкцій, і в усіх галузях, так або інакше пов’язаних з кресленням, є абсолютно необхідним і використовуються студентами технологічної освіти на наступних курсах навчання при вивченні таких дисциплін, як: “Комп’ютерний дизайн”, “Інформаційні технології у виробництві”, “Основи графічного конструювання” тощо.

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 має певні переваги і недоліки. Для моделей кожного типу існує своя технологія створення та редагування [8].

Оскільки даними типами моделювання використовуються власні методи створення просторових моделей і способи редагування, не рекомендується змішувати кілька типів в одному проекті.

Каркасна модель – це сукупність двомірних примітивів в 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 в 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. В разі основи для створення поверхні часто використовується каркасна модель. Система AutoCAD будує поверхні на основі багатокутних мереж. Оскільки межі мережі плоскі, уявлення криволінійних поверхонь проводиться шляхом їх апроксимації.

Для розрізняння 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. За допомогою цього типу моделювання можна будувати 3D-об'єкти методом обертання навколо осі.

Твердотільне моделювання дає змогу не тільки ефективно вирішувати

компонувальні завдання, а й визначати інерційно-масові характеристики, а також 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, тіла якнайповніше з усіх типів тривимірних моделей 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. А також, твердотільні моделі можуть бути перетворені в більш прості типи моделей – мережі і каркасні моделі.

Під час виконання лабораторних робіт зі спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” студенти 4 курсу експериментальної групи виконують 3D-моделювання використовуючи три типи побудови просторових моделей описаних вище. Також, під час виконання лабораторних робот студенти використовують ЕНМК “САПР в технологічній освіті”, де крім опису лабораторних робіт представлено теоретичний лекційний курс і наведено основні поняття та визначення, які зустрічаються в лабораторних роботах. Для візуалізації пояснень стосовно виконання лабораторних робіт ЕНМК “САПР в технологічній освіті” містить відео фрагменти, в яких відображено хід виконання конкретних завдань лабораторних робіт, які записані за допомогою програми запису відео з екрану монітора.

Наведемо деякі поняття та визначення, що зустрічаються в

лабораторних роботах і використовуються в тривимірному твердотільному моделюванні:

– 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.

На лабораторних роботах студенти експериментальної групи, виконуючи 3D-моделювання в системі AutoCAD, вивчають команди, призначені для побудови твердотільних об’єктів:

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

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

“клин” (wedge) будує клин, основа якого завжди паралельна площині

XY поточної користувальницької системи координат;

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

“сфера” (sphere) будує сферу;

”циліндр” (cylinder) будує циліндр;

“тор” (torus) будує твердотільний тор;

“пирамида” (pyramid) будує твердотельну піраміду.

Крім того 3D-моделювання в системі AutoCAD виконується за допомогою основних операцій:

“видавить” (extrude) дає змогу створювати твердотільні об’єкти методом видавлювання двовимірних об’єктів у заданому напряму 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.

Також студенти експериментальної групи в процесі виконання лабораторних робіт спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” вивчають 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;
- обрізка і подовження тривимірних об’єктів;

- побудова перетинів;
- отримання розрізів.

На основі виділеної нами системи принципів була побудована методична система навчання САПР AutoCAD-3D в процесі вивчення спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті”. Відповідно до програми спецпрактикуму розроблений цикл лабораторних робіт, в якому студенти 4 курсу експериментальної групи вивчають 3D-моделювання в системі AutoCAD маючи досвід роботи в цій програмі на 2 курсі (вивчення 2D-проектування в розділі дисципліни “Сучасні інформаційні технології”) і на 3 курсі (вивчення 2D і 3D проектування в системі КОМПАС). Відповідно на 4 курсі студенти експериментальної групи демонструють високу готовність до використання систем автоматизованого проектування.

Враховуючи студенти 4 курсу вже знайомі з системо AutoCAD, цикл лабораторних робіт спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” розпочинається із вивчення AutoCAD-3D.

Загальна тематика лабораторних робіт в системі AutoCAD.

Побудова і редагування 3D-моделей

Тема 1. Основні елементи інтерфейсу системи AutoCAD-3D. Тривимірна система координат. Абсолютні і відносні Декартові координати в тривимірних кресленнях AutoCAD. Циліндричні і сферичні координати. Специфіка використання координатних фільтрів, об’єктних прив’язок і ручок.

Тема 2. Базові типи 3D-моделей. Побудова тривимірних поверхонь і каркасних моделей. Особливості побудови тривимірних поліліній. Особливості побудови тривимірних дуг. Побудова тривимірних поверхонь. Поверхні зсуву. Поверхні обертання. Поверхні з’єднання.

Тема 3. Команди побудови твердотільних 3D-об’єктів. Створення твердотільних моделей. Створення твердотільних моделей. Загальні правила побудови твердотільних моделей. Формування типових об’ємних твердотільних об’єктів. Команди видавлювання, обертання, кінематична

операція. Створення складних тіл за допомогою булевих операцій. Перетини і розрізи.

Тема 4. Редагування тривимірних об’єктів, поворот навколо осі, вирівнювання об’єктів, дзеркальне відображення відносно площини, обрізка і подовження тривимірних об’єктів, побудова перетинів, отримання розрізів. Команди редагування твердотільних моделей. Округлення граней. Зняття фасок. Тривимірні аналоги двовимірних команд редагування.

Тема 5. Візуалізація тривимірних моделей. Тонування моделей. Видові екрани в просторі аркуша. Компонування креслень тривимірних моделей. Виведення на друк тривимірних моделей.

Для забезпечення наскрізної підготовки формування навичок самостійної роботи студенти мали можливість користуватися ЕНМК “САПР в технологічній освіті”. А також для здійснення процесу проектування і моделювання в системі AutoCAD студентам 4 курсу експериментальної групи було запропоновано встановити безкоштовну навчальну версію AutoCAD на своїх домашніх комп’ютерах.

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 комп’ютерах 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 можливість повністю оволодіти функціональними можливостями необхідних програм.

Доступні для безкоштовного завантаження такі програмні продукти: AutoCAD, Inventor Professional, AutoCAD Architecture, AutoCAD Mechanical, Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya та інші [130].

Іншою, досить популярною в галузі автоматизованого проектування є система SolidWorks, яка призначення 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 являє собою інструментальне середовище, призначене для автоматизації проектування складних виробів в машинобудуванні та інших галузях промисловості.

Система SolidWorks є системою гібридного (твердотільного і поверхневого) параметричного моделювання, вона призначена для проектування деталей і збірок в тривимірному просторі (3D проектування), а також для оформлення конструкторської документації. SolidWorks також підтримує поверхневе моделювання, проектування деталей виготовлених литтям і з листового матеріалу. Перевагою системи є підтримка ЄСКД, що вигідно відрізняє SolidWorks від інших зарубіжних САПР. В 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 виконання 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 часто використовувані елементи в бібліотеці стандартних елементів. Також до пакету SolidWorks включена панель бібліотечних елементів, яка включає стандартні деталі машин та виробів. Готові деталі складаються в збірку за допомогою відповідних інструментів. Складання компонентів може здійснюватися як “зверху-вниз”, так і “знизу-вверх”. 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. Система розроблена спеціально для операційного середовища MS Windows і повною мірою використовує всі її можливості для забезпечення користувачу максимального комфорту і зручності в роботі [8].

Враховуючи досить високу популярність та широкий спектр функціональних можливостей системи SolidWorks її було обрано для демонстрації можливостей твердотільного параметричного моделювання і виконання збірок спроектованих деталей, під час вивчення спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” студентами напряму підготовки 6.010103 “Технологічна освіта”.

Загальна тематика лабораторних робіт в системі SolidWorks

Тема 1. Введення в систему SolidWorks.

Загальні відомості про систему SolidWorks. Загальні відомості та принципи роботи в програмі SolidWorks. Основні функціональні можливості. Системні вимоги. Основні етапи твердотільного моделювання в SolidWorks. Інтерфейс програми. Базові налаштування: налаштування користувача і налаштування панелі інструментів.

Тема 2. Побудова ескізів твердотільних моделей.

Команди побудови твердотільних 3D-об’єктів. Площина ескізу; об’єкти ескізу; інструменти ескізу; додавання геометричних взаємозв’язків; нанесення розмірів.

Тема 3. Створення тривимірної моделі.

Управління режимом відображення деталі. Поняття про дерево конструювання. Основні способи побудови деталей; додаткові можливості побудови деталей (округлення; фаски; оболонки; масиви; дзеркальне відображення). Зміна кольору і структури деталі. Призначення матеріалу деталі.

Тема 4. Створення креслень деталей.

Особливості виконання креслень в SolidWorks. Створення основного напису в SolidWorks. Створення креслярських видів. Додавання розмірів до креслення. Створення і використання шарів в SolidWorks. Налаштування відображення виносних і розмірних ліній. Вирівнювання розмірів. Налаштування відображення розміру тексту. Додавання в креслення приміток.

Тема 5. Створення і редагування збірок в системі SolidWorks.

Методи проектування збірок: вставка і додавання компонентів збірки; переміщення і обертання компонентів; сполучення в збірці. Використання бібліотек стандартних деталей. Редагування збірок в системі SolidWorks. Додавання в збірку стандартних виробів і однакових компонентів. Способи проектування зверху вниз, знизу вгору, змішаний.

Тема 6. Створення складального креслення і специфікації.

Створення складального креслення. Створення специфікації. Додаткові можливості: властивості виду на складальному кресленні; зміна типу ліній і кольору компонентів на складальному кресленні.

В Додотку 6 представлено один із варіантів лабораторної роботи в системі SolidWorks.

На четвертому курсі, після завершенням вивчення спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” серед студентів експериментальної групи

було проведення анкетування з метою виявлення найбільш оптимальної САПР для використання в майбутній професійно-педагогічній діяльності. (Додаток 2).

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

– доступність для навчання (наявність безкоштовних навчальних версій);

– наявність навчального контенту (методичні посібники, відео-уроки, 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.

Серед систем автоматизованого проектування найбільш популярною виявилась система AutoCAD (41,7%), а найбільш доступною в освоєнні студенти назвали систему SolidWorks (37,8%). Стосовно доступності для навчання перше місце розділили САПР AutoCAD (37%) і КОМПАС-3D (36,2%). Серед систем з високою сумісністю стандартів студенти виділили AutoCAD (37,8%) і КОМПАС-3D (33,1%). Стосовно різноманітності навчального контенту перше місце зайняла система КОМПАС-3D (38,6%). В загальному рейтингу популярності перше місце зайняла система AutoCAD (37%), що підтверджує міжнародний рейтинг серед систем автоматизованого проектування (рис. 2.9).

Таблиця 2.1

Оцінювання САПР за певними категоріями

Категорії оцінювання	AutoCAD		КОМПАС-3D		SolidWorks	
	к-ть	%	к-ть	%	к-ть	%
Доступність для навчання	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%

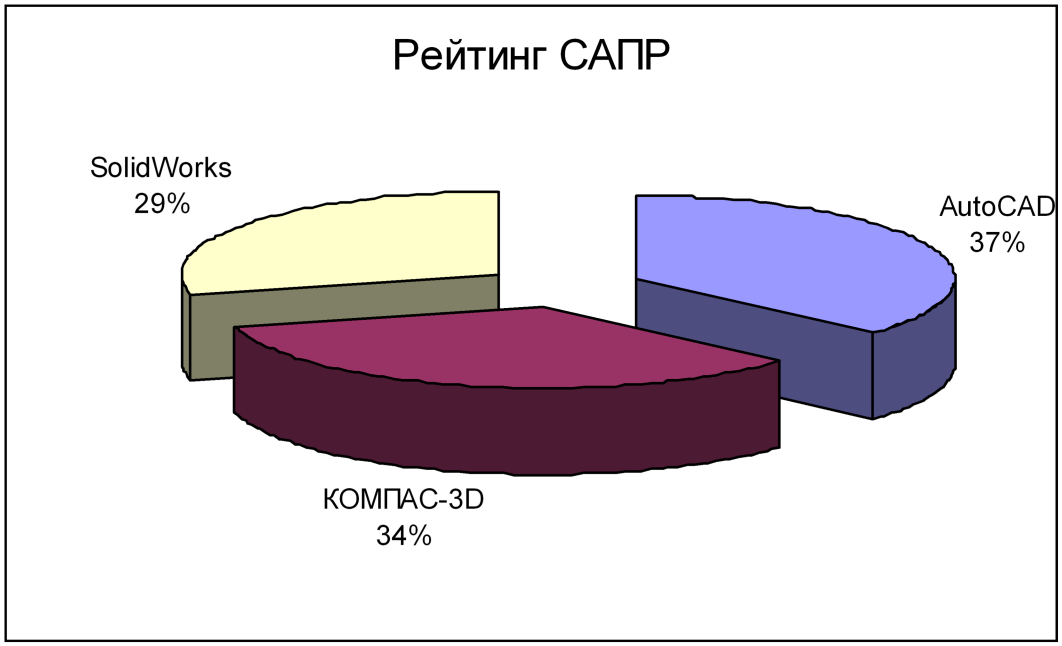


Рис. 2.9. Результати анкетування щодо популярності САПР

На запитання анкети щодо актуальності вивчення САПР майбутніми вчителя технологій студенти експериментальної групи в своїй більшості дали позитивні відповіді (85,0%) (рис. 2.10).

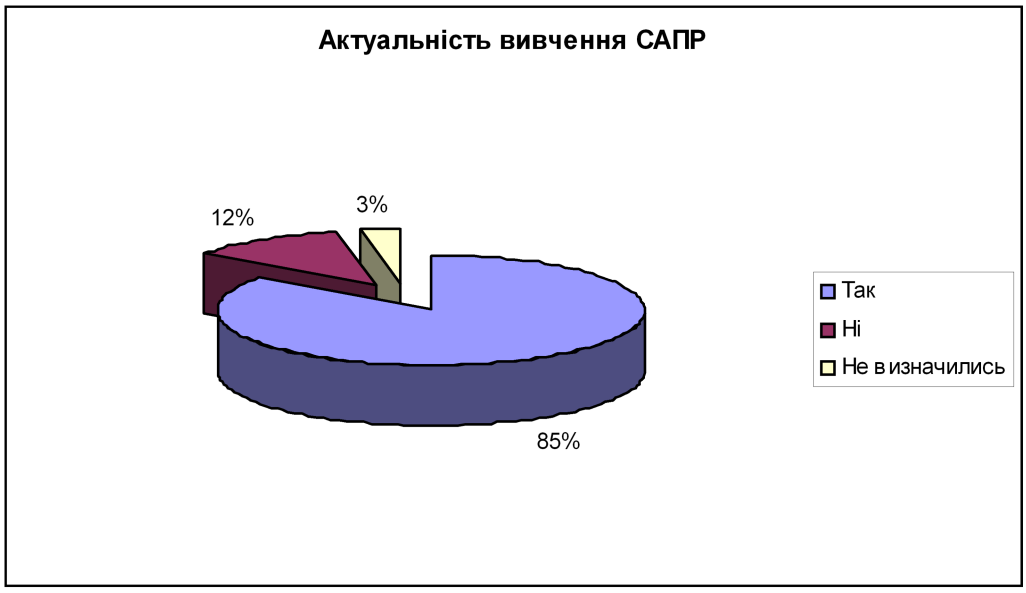


Рис. 2.10. Результати анкетування щодо актуальності вивчення САПР майбутніми вчителями технологій

За результатами проведеного анкетування більшість студентів (82,7%) погоджуються з тим, що майбутній вчитель технологій повинен вміти працювати в системах автоматизованого проектування і використовувати їх в професійно-педагогічній діяльності (рис. 2.11).

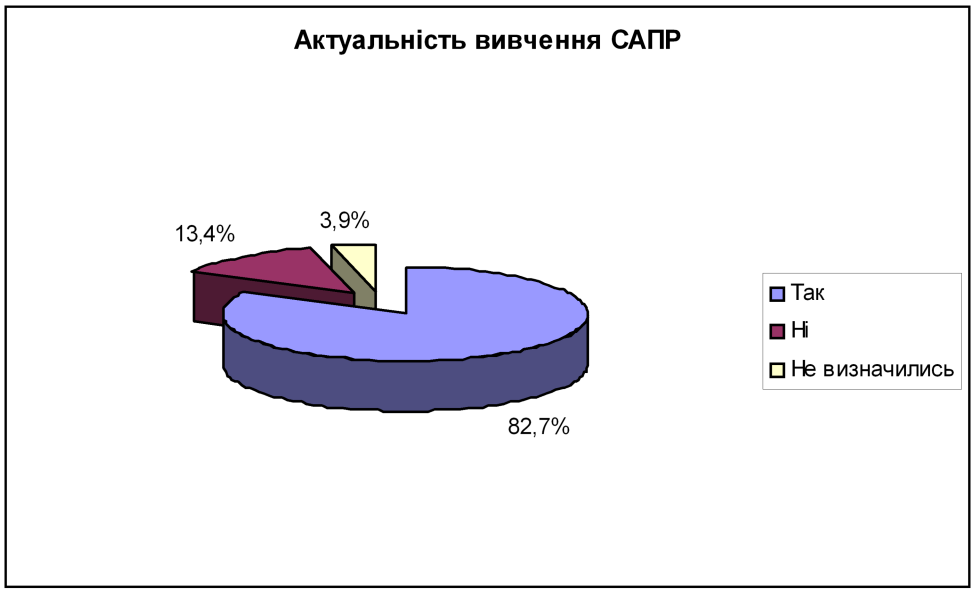


Рис. 2.11. Результати анкетування щодо актуальності вивчення САПР

Методичні рекомендації щодо використання ЕНМК "САПР в технологічній освіті" під час проведення формувального експерименту.

Враховуючи швидкий перехід до інформаційного суспільства і розповсюдження комп'ютерних технологій, у тому числі 3D-технологій, необхідно забезпечити випереджаючий характер процесу підготовки майбутніх учителів технологій з урахуванням потреб сьогодення.

Останніми роками в процесі інформатизації сфери освіти в навчальний процес активно впроваджуються інформаційно-комунікаційні технології. З'явилися альтернативи традиційним друкарським підручникам і навчально-методичним посібникам: електронні підручники, програмні засоби для контролю і вимірювання рівня знань, умінь і навичок студентів, електронні

тренажери, автоматизовані навчальні системи тощо [30; 29; 38]. У цих умовах викладач встає перед вибором, якому варіанту віддати перевагу.

Програмне забезпечення, що є предметом вивчення у рамках курсів, які так чи інакше зв'язані з інформатикою, постійно оновлюється. В комп'ютерних лабораторіях з часом встановлюються нові версії комп'ютерних програм. Але основні прийоми роботи з цими програмами в більшості випадків практично не змінюються. У нових версіях програм, як правило, розширюється спектр можливостей і альтернативних прийомів виконання одних і тих самих операцій. Змінюється зовнішній вигляд діалогових вікон та інших елементів програмного інтерфейсу. У зв'язку з цими змінами друковані видання швидко втрачають актуальність. Перевидання друкарської продукції є невигідним з економічного погляду, а внесення невеликих змін в ілюстрації або послідовність команд, додавання декількох текстових абзаців до ЕНМК, організованого у вигляді html-файлів, не складає проблем.

На лабораторних заняттях, які так чи інакше пов'язані з інформаційними технологіями, традиційно використовується один з двох варіантів подачі навчального матеріалу: електронний навчально-методичний комплекс з практичними рекомендаціями з виконання завдань або роздатковий матеріал у вигляді карток. У викладача, навіть якщо він з року в рік працює за одним навчальним планом, часто виникає необхідність змінити умови завдань, внести зміни відповідно до оновлення інтерфейсу програми тощо. Деякі завдання можуть застаріти: через початкові дані, пов'язані з реальністю, або рекомендації щодо виконання завдань, з огляду на використання нового програмного забезпечення.

В електронному варіанті полегшується процес представлення і оновлення завдань. Розширюються можливості візуального представлення навчального матеріалу. Студенти можуть прочитати умови, скопіювати таблиці або текст з початковими даними тощо. При цьому зводиться до мінімуму час на конспектування навчального матеріалу.

У електронній версії підручника з’являється можливість здійснювати представлення навчального матеріалу в кольоровому вигляді, що значно покращує сприйняття і запам’ятовування навчального матеріалу. Наприклад, описуючи принципи роботи з комп’ютерними програмами, необхідно наводити ілюстрації вікон, кнопок та інших елементів інтерфейсу. При цьому кольорові друкарські видання досить дорогі і зустрічаються рідко, а за допомогою монохромного друку ця інформація передається не досить точно і може бути не правильно сприйнята [26; 111; 150; 154].

Наступний аргумент на користь застосування в навчальному процесі електронного посібника стосується забезпечення всіх студентів в аудиторії необхідною літературою. Для цього або має завжди бути в наявності необхідна кількість друкарських видань, або з будь-якого комп’ютера повинен надаватися доступ до електронної версії посібника. Реалізація останнього варіанту в умовах використання локальної мережі не становить ніяких труднощів і є найбільш ефективною з економічного погляду.

Ми розробили на основі спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” ЕНМК “САПР в технологічній освіті” методичну систему його використання в процесі навчання студентів педагогічного ВНЗ, яка буде сприяти:

– розвитку рефлексивно-оціночного компонента особистості майбутніх учителів технологій;

– формуванню базових знань, умінь і навичок у галузі використання інформаційно-комунікаційних технологій і в тому числі систем автоматизованого проектування з подальшим їх вдосконаленням;

– створенню освітнього середовища, що сприятиме розвитку навичок самостійної діяльності студентів.

Проектування методики навчання на основі використання інформаційних і комунікаційних технологій складається з послідовних етапів:

1) завдання мети вивчення конкретної навчальної дисципліни (або її розділу);

2) відбір і структуризація змісту навчання, адекватного заданій меті;

3) завдання рівнів засвоєння навчальних тем навчальної дисципліни;

4) вибір комп'ютерних та інформаційних засобів навчання;

5) розробка завдань для засвоєння знань, формування умінь і контролю за засвоєнням змісту навчальної дисципліни;

6) розробка структури проведення і планування лабораторних занять;

7) визначення сукупності способів і прийомів організації пізнавальної діяльності студентів;

8) створення електронного навчального посібника;

9) експериментальна апробація електронного посібника в навчальному процесі;

10) аналіз результатів;

11) коригування змісту, завдань, методики використання.

Завдання мети вивчення теми завершується визначенням необхідного рівня її засвоєння, тобто уміння виконувати складну дію з певною мірою самостійності. Якщо тема є базовою тільки для цієї навчальної дисципліни, то в цьому випадку викладач, сам може визначити рівень засвоєння цієї теми. Для цього він повинен проаналізувати зв'язки між різними темами і, виходячи з конкретних цілей, визначити необхідний рівень засвоєння знань. Якщо тема забезпечує засвоєння матеріалу інших дисциплін, то необхідний рівень навченості визначається, з погляду на навчальні дисципліни, для яких має значення вивчення питань цієї теми [96; 110; 97; 99; 101].

Цілі вивчення теми, як правило, повинні формулюватися в уміннях виконувати складні дії на необхідному рівні його засвоєння. Це націлює студента на конкретне опанування навчального матеріалу з необхідною якістю і дає змогу діагностувати міру його засвоєння.

При навчанні студентів напряму підготовки “Технологічна освіта” роботи з системами КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD нами були визначені цілі навчання. Після вивчення цих розділів студенти повинні:

– знати можливості систем автоматизованого проектування, вміти використовувати їх для виконання процесу проектування і моделювання;

– здійснювати самостійне вирішення завдань, уміти проводити аналіз отриманого рішення, знаходити помилки і виявляти їх причини, вміти їх усувати;

– мати уміння і навички самостійної роботи з сучасними джерелами інформації, що дасть можливість продовжити освіту в майбутньому.

Вказані цілі можна конкретизувати, сформулювавши їх у термінах вимог до знань і умінь студентів відповідно до змісту навчання.

Студенти повинні 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;

Студенти повинні вміти:

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

– відкривати, читати, зберігати робочий документ на диск в системах КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD;

– 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 використовуючи команди “видавлювання”, “обертання”, “кінематична” операція тощо;

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

– використовувати КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD для виготовлення збірок і отримання креслярської документації;

– оформлення складальних креслень у системі КОМПАС-3D.

Дидактична спрямованість ЕНМК “САПР в технологічній освіті” реалізується завдяки обліку при його розробці психологічно обґрунтованої послідовності етапів пізнавальної діяльності, серед яких: сприйняття, осмислення і фіксація знань, формування особового досвіду (умінь, навичок, професійно орієнтованої інтуїції), проектно-дослідна і пошукова діяльність.

Навчальна інформація може відбивати один і той самий об’єкт вивчення з різною мірою подробиць і деталізації. Виходячи з цього, потрібні проведення структурного аналізу і вибір критеріїв оцінки повноти змісту. Вони повинні найточніше відбивати вимоги до знань і умінь студентів, необхідних у майбутній навчальній і педагогічній діяльності. Ця робота проводилася нами на основі аналізу навчання студентів напряму підготовки “Технологічна освіта” з урахуванням вхідного рівня знань і тих труднощів, які виникали у студентів при освоєнні технології обробки інформації в системах КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD.

Аналіз навчального матеріалу дає змогу виділити найбільш суттєві (ключові) елементи теми, виявити зв’язки між ними. Необхідно враховувати і те, як та або інша структура навчального матеріалу впливає на мотивацію навчання, на формування інтересу до навчання і наукового стилю мислення. Аналізуючи зміст навчання з цієї дисципліни, необхідно виділити елементи структури (розділи, теми, поняття), за якими навчання слід вести на рівні знань, умінь, навичок, творчого підходу до практичного застосування. Найважливішим педагогічним завданням при проведенні структурного

аналізу навчального матеріалу є складання повного переліку найістотніших елементів (тем, питань), робота над вивченням яких у сумі дасть засвоєння дисципліни в цілому [52].

При відборі змісту слід відштовхуватися від необхідності підготувати студентів до конкретної практичної діяльності. Проаналізувавши навчально-методичну літературу з дисциплін інформатичного циклу, вимоги до бакалаврів напряму підготовки “Технологічна освіта”, орієнтуючись на виділені нами цілі навчання, було визначено зміст навчання студентів у системах КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD.

На основі аналізу науково-методичної літератури [14; 56; 91], до складу електронного навчального комплексу нами були включені такі компоненти:

1) вступ до ЕНМК, в якому знаходиться змістовна частина дисципліни, розбита на модулі і довідка по роботі з ним;

2) зміст ЕНМК, організований у вигляді посилань, що дають змогу переходити до вибраної теми;

3) завдання для виконання на лабораторних заняттях;

4) питання для повторення по кожній темі;

5) глосарій;

6) підсумкові тести з кожного розділу дисципліни САПР;

7) список рекомендованої літератури та інтернет-ресурсів, виконаних у вигляді гіперпосилань.

Розроблений електронний навчально-методичний комплекс “САПР в технологічній освіті” призначений для студентів III і IV курсів напряму підготовки “Технологічна освіта”. Цей ЕНМК дає змогу набути стійких практичних навичок роботи на персональному комп’ютері (ПК) з системами автоматизованого проектування КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD, відповідно до програм дисциплін: “СІТ”, “Комп’ютерна графіка”, спецпрактикум “САПР в технологічній освіті” для студентів напряму підготовки “Технологічна освіта” і здатен забезпечити наскрізний рівень формування інформатично-графічних компетентностей майбутніх учителів

технологій. ЕНМК “САПР в технологічній освіті” може використовуватися: при первинному сприйнятті і освоєнні навчального матеріалу, як довідник при виконанні лабораторних робіт, для самостійного вивчення і закріплення навчального матеріалу.

Електронний навчально-методичний комплекс базується на методиці викладання, що пройшла тривалу перевірку в процесі проведення лекцій, лабораторних занять і тестування знань студентів.

Потрібно відзначити, що матеріал, який вивчається в розділах КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD, абсолютно новий для студентів. Протягом перших п’яти занять, паралельно з постійним закріпленням пройденого, розглядається обов’язкова частина нового матеріалу. Студенти, відвідуючи кожне заняття, мають можливість закріпити отримані знання, отримуючи вміння використовувати їх на практиці. При регулярному виконанні лабораторних робіт формуються стійкі навички виконання найбільш поширених операцій при роботі з системами автоматизованого проектування.

Студенти, що пропустили лабораторні заняття, відчувають при вирішенні завдань великі труднощі. Для підвищення ефективності навчання повинна існувати можливість отримання ними необхідної інформації. Цю задачу вирішує вільний доступ до електронного комплексу на лабораторних заняттях і під час самостійної роботи.

У процесі навчання може виникнути багато ситуацій нерозуміння, неповного усвідомлення і засвоєння, про які студенти навіть не завжди підозрюють, а все разом це призводить до слабкого засвоєння дисципліни. При роботі з електронним комплексом ця проблема має просте вирішення. У тексті ЕНМК є посилання на пояснення до всіх термінів, по яких можуть виникнути запитання, є переходи до того матеріалу, який слід знати для освоєння нової теми. Якщо студентом не засвоєні вже пройдені теми, він має можливість повторити їх використовуючи для цього ЕНМК.

Як показують спостереження і результати анкетування, на заняттях з дисциплін: “СІТ”, “Комп’ютерна графіка”, спецпрактикуму “САПР в

технологічній освіті” – студенти вважають за краще отримувати допомогу або від викладача, або від одногрупників. Викладачеві ж доводиться на перших порах привчати їх до самостійної освітньої діяльності: пропонувати скористатись ЕНМК для самостійного пошуку відповіді на питання, запобігати підказкам при виконанні лабораторних робіт.

Успіх при цьому залежить багато в чому від мотивації студентів. Регулярно відвідуючи заняття, студенти частіше проявляють допитливість і інтерес до навчання, прагнуть самостійно знайти рішення задачі. Студенти, що пропустили заняття, мають прогалини в знаннях і найчастіше намагаються виконати завдання швидше, скориставшись підказкою сусіда. При цьому не завжди досягається розуміння сенсу виконаних дій. Завдання викладача в цьому випадку: при перевірці виконаного завдання поставити додаткові запитання, які дають змогу перевірити якість засвоєння навчального матеріалу при виконанні лабораторної роботи.

Відповідно до вищезазначеного, використання цієї методичної системи роботи з ЕНМК основними видами діяльності, в ході яких відбувається засвоєння знань і формування умінь, є: самостійне вирішення завдань фахової спрямованості; аналіз отриманих рішень; виявлення помилок; самостійна робота з електронними джерелами інформації з метою пошуку відомостей, необхідних для вирішення завдань.

Багато хто з педагогів і психологів пропонують будувати процес осмислення відповідно до рівневого підходу: відтворення студентами матеріалу при його розумінні; застосування знань у знайомій ситуації; застосування знань у зміненій і новій ситуації [47; 146]. Слідуючи цим закономірностям, можна організувати навчальний процес з використанням ЕНМК “САПР в технологічній освіті”, включивши в нього систему рівневих завдань.

Під час навчання роботи з прикладними програмами часто використовується технологія, за якої студент отримує інструкцію з

детальним покроковим описом усіх необхідних дій, виконання яких приведе до виконання завдання.

Ми використовували подібні прийоми епізодично лише на початкових етапах засвоєння теми, при поясненні технології виконання тих або інших дій. При вивченні нового матеріалу увага студентів спрямована на представлений у ЕНМК приклад розв'язання задачі, потім дається завдання виконати розглянуті дії самостійно, відкривши з допомогою посилання розділ із прикладом для вирішення. В електронному навчально-методичному комплексі наводяться приклади рішення завдань в системах КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD з досить детальним описом, що дає змогу студентові самостійно розібратися з конкретним питанням, знаходиться завдання, яке студент повинен виконати з позитивним результатом. За такого підходу: по-перше, наочно видно, що повинно бути в результаті вирішення завдання; по-друге, у студента завжди існує можливість повернутися до пояснення завдання, якщо необхідно повторити вирішення спочатку. Тим самим увага концентрується на основній меті завдання, підтримується інтерес до виконуваної діяльності.

Після розгляду прикладу використання певного засобу під час проектування в системах КОМПАС, SolidWorks і AutoCAD, студенти отримують завдання, яке повинні виконати самостійно. Завдання можуть містити лише пояснення до рішення, але не алгоритм дій. При виконанні завдання студенти мають можливість користуватися своїми записами в зошиті, поки не запам'ятали потрібну інформацію. Але знайти цю інформацію вони повинні самі, усвідомлюючи проблему, що стоїть перед ними.

При розробці системи завдань слід виходити з розуміння завдань як засобу, що сприяє усвідомленню студентами мети, умов і операційної структури дій, що визначають склад уміння, яке підлягає формуванню на цьому етапі навчання, а потім буде необхідно для самостійної професійної діяльності. У кінці кожного розділу електронного навчально-методичного

комплексу розміщений перелік завдань для виконання лабораторної роботи, які слід вирішити самостійно для повного освоєння знань. Якщо в процесі виконання цих завдань виникнуть труднощі, студенти можуть за допомогою гіперпосилань перейти до потрібного підрозділу і опрацювати необхідну інформацію ще раз, щоб знайти відповіді на необхідні питання.

Для формування навичок самостійної діяльності в процесі навчання, для забезпечення ефективності процесу мимовільного запам'ятовування, ми вважаємо обов'язковим забезпечення студентів зручним джерелом інформації, потрібної для виконання завдань. А електронний навчально-методичний комплекс, що має словник термінів і, відповідно, посилання від кожного терміну, що зустрічається в тексті, до його визначення, допоможе студенту легко знайти відповіді на всі запитання, які можуть виникнути при роботі з таким комплексом.

Таким чином, студент під керівництвом викладача сам вибирає з електронного навчального посібника необхідну для запам'ятовування інформацію, виділяє важливі моменти найбільш зручним йому способом, задаючи звичні для власного сприйняття розмір, гарнітуру, зображення, виділення кольором, представляє інформацію у зручному вигляді.

Для ефективної організації навчального процесу з використанням засобів інформаційно-комунікаційних технологій необхідно здійснювати систематичний контроль над процесом самостійної навчальної діяльності студентів. Такий контроль має бути не так адміністративним, як виконувати дидактичні умови, що позитивно впливають на ефективність навчальної діяльності загалом. Завдання викладача при цьому зводиться до того, щоб підібрати індивідуальні завдання з урахуванням складності навчального матеріалу і можливостей студентів, а також забезпечити їм доступ до інформаційних освітніх ресурсів і надати необхідну консультацію.

Характер допомоги викладача в процесі виконання студентами завдань повинен залежати від індивідуальних здібностей кожного студента. Комусь для успішного продовження виконання завдання необхідно тільки натякнути,

де шукати помилку, поставити навідне запитання; хтось потребує пояснення суті помилки і поради з пошуку відповіді на питання; в ситуації, коли велика частина групи має складності під час виконання завдання, необхідно спільно обговорити причину виниклої проблеми і шляхи її вирішення.

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 рутинних 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;

– непрямий характер допомоги викладача, що здійснюється студентами при виконанні завдань проектування.

Отже, можемо стверджувати, що використання ЕНМК “САПР в технологічній освіті” в сукупності з широкими освітніми можливостями глобальної мережі Інтернет стає сьогодні важливим інструментом у процесі підготовки майбутніх учителів технологій, а також сприяє вдосконаленню традиційних методик вивчення таких спеціальних дисциплін, як САПР.

Електронні навчально-методичні комплекси відкривають нові перспективи для підвищення ефективності освітнього процесу. Забезпечити реалізацію цієї мети на сучасному етапі розвитку суспільства неможливо без застосування методів активного пізнання, самоосвіти, дистанційних освітніх програм, що надасть можливість оптимізувати самостійну роботу студентів у

процесі інформатично-графічної підготовки на високому рівні.

С. Подолянчук, Р. Гуревич стверджують, що 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 і ілюстративно-пояснювальні методи, які широко використовуються традиційною методикою навчання. Паралельно цьому відбувається впровадження в навчальний процес сучасних інформаційних технологій, що дає змогу значно підвищити його якість, і зробити більш гнучким, стимулювати студентів до самостійної роботи [109].

2.3.3. Технології 3D-друку

Зміни у сфері виробничих технологій зумовлюють необхідність формування у майбутніх учителів технологій особливих знань, умінь і навичок, якостей і здібностей, що забезпечують їх професійну мобільність і конкурентоспроможність. Для розвитку перерахованих якостей, необхідний високий рівень сформованості пізнавальної активності людини, що досить важко зробити без використання сучасних інформаційних технологій.

Сучасні інформаційні та інформаційно-комунікаційні технології радикально змінюють форму, через це змінюються і зміст подання наукового знання. Новизна освітнього середовища вже визначається не тільки і не стільки характеристиками її мультимедійності, скільки якісною зміною її структури та принципів існування. Таким чином, 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 двоїстий 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'а, нині вони створюють нові види медіа-комунікацій [71].

Провідні позиції в розробці та впровадженні нових освітніх проектів повинна зайняти інфраструктура, що забезпечує підготовку викладацьких кадрів. Якщо установи, які готують викладачів, не хочуть змиритися з відставанням 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 педагогічних вузів, так і викладачів [51].

Бурхливий розвиток техніки і технологій в останні десятиліття вимагають 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 "іти в ногу з часом", відслідковувати технологічні новинки і знайомити з ними своїх студентів. Студенти повинні прагнути бути в курсі поточних новинок виробництва. Досить актуально це не тільки для майбутніх інженерів і конструкторів, але й для вчителів технологій. Маючи високу технологічну підготовку, майбутній учитель технологій зможе не тільки познайомити своїх учнів з комп'ютерними технологіями, які використовуються на виробництві, але й "доторкнутися" до цих технологій у школі. Однією з таких технологій є технологія 3D-друку, яка дає змогу створити за короткий період часу не лише прототип необхідної деталі, але й саму деталь або кілька деталей, що надасть можливість майбутньому вчителю технологій показати весь процес від проектування до виготовлення виробу.

Загальновизнано, що існує значна прогалина між знаннями і навичками, які більшість студентів отримують у ВНЗ і які їм дійсно необхідні для роботи в XXI столітті.

Саме тому у процес підготовки майбутніх учителів технологій необхідно впроваджувати технології 3D-друку. Тому що немає кращого способу допомогти студентам зрозуміти основи хорошого 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 і отримувати сильну мотивацію до подальшого вдосконалення.

На сучасному ринку доступна велика кількість конкуруючих технологій, що дають змогу надрукувати 3D-модель. 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 попіксельно 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, при цьому склеюючись.

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’єкту;

– 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. Зовсім недавно 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 дозволяють вдосконалити процес навчання багатьох дисциплін, у тому числи 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 інженерних дисциплін.

Історія розвитку технології 3D-друку [187]. Розвиток технології 3D-друку набирає стрімких обертів і, скоріш за все, 3D-принтер стане однією з невід’ємних частин майбутнього суспільства, захоплюючи при цьому все нові галузі.

Технологія 3D-друку увійшла в технологічний світ у 1984 році. Чарльз Хол (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 Крампом (S. Scott Crump) у 1989 році. В 1993 році Массучесетский Технологічний Інститут – MIT (Massachusetts Institute of Technology) патентує “3D-технологію друку” схожу з технологією звичайних струменевих принтерів. У 1995 році Z Corporation отримала ліцензію від MIT для використання технології 3D-принтерів на основі технології 3DP. 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 Холом 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 заздалегідь спроектованою CAD-моделлю. Хоча тривимірний друк часто називають магічною технологією, насправді цей процес вимагає величезної кількості попередньої 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 (http://www.stratasys.com), в якій Крамп був співзасновником [124]. У 2012 році об’єдналася з іншим лідером ринку, компанією Objet, щоб найбільшим великим 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 був потрібний спеціальний техперсонал). По-справжньому доступними і простими у використанні вони стали лише кілька десятиліть тому. 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 сматрфони і планшети [187].

Методичні рекомендації із запуску 3D-принтера.

За допомогою 3D-принтера для студентів стає можливим 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 можуть розробляти 3D-деталі, друкувати, тестувати й оцінювати їх. Застосування 3D-технологій неминуче веде до збільшення частки інновацій у студентських проектах.

Одного разу, створивши свою модель в 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 кропіткий процес. До нього залучено багато різних речей, які повинні взаємодіяти і злагоджено працювати:

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 особливо ретельно, в ній можуть бути дефекти. Тому можна спробувати виправити їх за допомогою спеціальної програми (етап відновлення полігональної сітки або “mesh repairing”).

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

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

П’ятий крок – запустити 3D-принтер, почати друкувати і чекати результату друку.

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 на наступних сторінках.

Перший крок – 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.

Наведемо приклади саме безкоштовних програм, які підійдуть для навчання, а також які можна використати в майбутній професійній

діяльності. Приклади безкоштовних програм для технічного 3D-моделювання:

Google SketchUp [136] – 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 за допомогою яких можна видавлювати будь-яку плоску поверхню в 3D-форматі. Крім того, вона працює разом з Google Earth, з якого можна імпортувати масштабні аерофотознімки.

FreeCAD [132] – програма з відкритим вихідним кодом для Win/Mac/Linux з можливістю двомірного і тривимірного параметричного моделювання, досить складна для вивчення, але з хорошою документацією.

Blender [131] – 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.

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

OpenSCAD [133] – це програмне забезпечення для створення 3D-твердотілих об’єктів. Це безкоштовне програмне забезпечення доступне для Linux/UNIX, MS Windows і Mac OS X.

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

Autodesk ™ Inventor Fusion [125] – професійна САПР програма для Win/Mac, безкоштовна для некомерційного використання.

Комерційне програмне забезпечення САПР, таке як AutoCAD, Pro

Engineer, SolidWorks, програмні пакети Rhino, Maya, також підходять для проектування 3D-моделей.

Отримання 3D-моделей з Інтернет. Гарною ідеєю буде, 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 [137] – ресурс використовується більшістю ентузіастів дешевого 3D-друку як джерело готових моделей і для обміну своїми моделями. Тут пропонується більше 50 тис. користувальницьких 3D-моделей. Більшість з них зроблено для 3D-друку, але є також моделі для лазерного різання та інших, більш традиційних методів обробки. Весь вміст можна завантажити безкоштовно. Більшість моделей легко надрукувати, але краще спочатку перевірити, чи була певна модель вже надрукована ким-небудь з користувачів і з яким результатом (можна переглянути розділ “who has made it” – “хто зробив це” в описі моделі).

Autodesk 123D [128] – сайт з великою кількістю об’єктів, які можна безкоштовно завантажити після реєстрації. Файли вже у форматі STL.

Shapeways [135] – веб-сайт, що пропонує безліч чудових проектів, завантажених користувачами, але на ньому майже нічого немає у вільному доступі. Ви можете заплатити, щоб завантажити деякі моделі, або просто замовити у Shapeways роздруківку їх у пластику або металі (від алюмінію до міді або сталі, а також позолочені або покриті сріблом).

3D warehouse [127] – електронне сховище SketchUp, з сотнями моделей самих різних типів об’єктів.

3D via [129] – невелике сховище 3D-моделей, які можна безкоштовно завантажити після реєстрації.

На більшості цих сайтів доступні для скачування файли пропонуються в декількох форматах, що дозволяє легко змінити моделі і підігнати їх під свої вимоги. Вони також можуть служити джерелом вправ для вивчення

можливостей сучасних програм для 3D-проектування.

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. Багато хто завантажує і друкує моделі найвідоміших розробників-аматорів або використовують їх у якості основи і джерела натхнення при створенні нових і більш підходящих для друку моделей, не порушуючи при цьому авторські права, ліцензії або моральні принципи. Це вже давно поширена практика для роботи з вихідним програмним кодом (що є основою філософії відкритих джерел), але вона майже безпрецедентна в художньому та технічному світі, де люди набагато частіше застосовують авторське право на блокування своєї роботи всіма юридичними та технічними засобами в спробі захистити їх від копіювання або зміни.

А також можна роздрукувати змодельований 3D-об’єкт в друкарні, наприклад, компанія Smartprint в Україні надає послуги 3D-друку попередньо завантаживши необхідну модель на сайт [122]. Ціна буде залежати від кількості витратних матеріалів 3D-об’єкту.

Другий крок – методичні рекомендації щодо виправлення полігональної сітки [187]. Файл STL використовує деякі програмні засоби моделювання, може бути ще не готовий до друку, незалежно від того, наскільки акуратним був процес створення. Навіть під час використання кращих безкоштовних програм для 3D-проектування неможливо уникнути деяких помилок таких дефектів, як отвори або вивернута поверхня. Це типові проблеми, які майже неминучі, коли іде процес створення складних моделей, що включають впадини, перетини поверхонь або просто вигнуті поверхні.

Ідеальна 3D-модель, придатна для друку, повинна бути герметичною і монолітною, не полою. Ми, звичайно, можемо проектувати такі об’єкти, як вази або “полі” об’єкти, але фактично вони завжди мають внутрішню частину, яка тверда і цілісна (навіть якщо це просто тонка “стінка”). З цієї причини, завжди краще перевіряти 3D-моделі на подібні проблеми перед

нарізкою, що може бути зроблено за допомогою безкоштовної програми netfabb Studio Basic [126], яка доступна для Windows, Mac і Linux. Виявлені проблеми можуть бути виправлені за допомогою програми моделювання або використанням netfabb.

Третій крок – етап нарізки для 3D-принтера. Цей крок, можливо, найцікавіший у довгому процесі руху від ідеї до реального тривимірного об'єкта, тому що він розкриває в найтонших і глибоких подробицях 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), виконується за допомогою комплексу програм, які називаються слайсерами.

На цьому етапі 3D-модель "нарізається" на безліч горизонтальних шарів, перетворюючись в 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). В даний час існують два види пластика, які широко використовуються в недорогих 3D-принтерах і декілька менш поширених [187].

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 видавлюється трохи легше, управляється трохи краще.

Полілактид (PLA). Найбільш поширена пластмасова нитка, зроблена з полімолочной кислоти (або полілактид (PolyLactide Acid) – скорочено PLA), біорозкладний і екологічний пластик, отриманий з крохмалю. Температура плавлення в межах 180-230°C. Він не має неприємного запаху під час друку і його пари безпечні, тому під час друку не потрібно застосовувати

спеціальних заходів безпеки або примусової вентиляції. Предмети, надруковані за допомого 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 триває довгий час. Температура плавлення ABS 210-260°C.

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

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

Полікарбонат (PC). Полікарбонат (Polycarbonate – PC), 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 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).

П’ятий крок – запуск 3D-принтера. У цій частині у нас повинен бути ретельно підібраний принтер, готовий до запуску, нитка відповідного діаметру для цього принтера; відповідний тип і колір, і файл g-коду, створений програмою-слайсером, належним чином сформований згідно з властивостями, які ми хотіли б отримати для нашого об’єкта. Тепер настав час включити принтер, з’єднати його з комп’ютером і почати процедуру калібрування:

1. 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 повинна відповідати правильним значенням.
2. Коли, після декількох спроб і помилок, зв’язок встановлено, ми можемо почати посилати команди g-коду принтеру, щоб перевірити, чи працює все належним чином. Процедура калібрування повинна включати перевірку всіх кінцевих датчиків, датчиків температури (термісторів) і крокових двигунів.
3. 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, маються на увазі кілька гвинтів, що піднімають або опускають чотири кути платформи.
4. Після вирівнювання платформа повинна бути ретельно очищена і покрита необхідним видом поверхні: це може бути зроблено одним або більше шарами синьої стрічки (для PLA) або каптоновою стрічкою (для ABS), або відповідним матеріалом для інших видів пластмаси.

5. Якщо використовувати нитку ABS, необхідно попередньо нагріти підставу для друку (платформу друку).
6. Наступний крок вимагає завантаження нитки: для цього необхідно нагріти друкуючу головку (тобто сопла) і дії механізму 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.
7. Тепер необхідно завантажити g-код для об'єкта, який ми хочемо надрукувати на принтері.
8. Безпосередньо сам процес друку на 3D-принтері.

Час друку невеликого полого об'єкта, шириною кілька сантиметрів може бути 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 закінчив друкувати 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 різака, необхідно видалити підкладку і/або підтримуючі опори.

Доступний тривимірний настільний друк, незважаючи на те, що знаходиться в 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, даючи можливість істотно економити час і кошти в дослідно-конструкторських розробках. Можливості технології 3D-друку повсюдно використовують в професійному середовищі розробники, а тепер все частіше використовуються в освітніх і науково-дослідних програмах

технічних та педагогічних вищих навчальних закладах. Раннє знайомство студентів з технологією об'ємного друку сприятиме зміцненню їхнього інтересу до майбутньої професії, допоможе підняти їх авторитет серед учнів і вже сьогодні доторкнутися до технологій майбутнього [134].

Перед технологіями 3D-прототипування відкрито велике майбутнє. Не так давно люди мріяли про 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 і більш доступним, щоб 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 [123].

3D-друк – це явище вже не стільки технологічне, скільки економічне і соціальне. Так само, як кілька 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.

Висновки до другого розділу

Підвищення якості підготовки майбутнього вчителя технологій значною мірою залежить від того, які цілі ставляться при його підготовці. Підготовку майбутнього вчителя технологій необхідно розглядати як проблему підготовки спеціаліста широкої сфери діяльності.

Учитель технологій, у своїй практичній діяльності покликаний

вирішувати проблеми творчого характеру. Від цього великою мірою залежить затребуваність випускника ВНЗ як фахівця. Тому завдання вузу – підготовка висококваліфікованого фахівця, здатного вирішувати крім навчальних завдань, ще й творчі.

Основою освітньої галузі “Технологія” є інформаційно-освітнє середовище, тобто перед викладачами стоїть завдання – сформувати інформаційно-освітнє середовище підготовки майбутніх учителів технологій з урахуванням вимог, що ставляться Державним освітнім стандартом, і з урахуванням стрімкого поширення й оновлення інформаційних технологій.

У процесі підготовки майбутніх учителів технологій відповідно до загальних тенденцій останніх років основне місце в процесі забезпечення інформатично-графічних компетентностей починаю займати саме системи автоматизованого проектування.

Системи автоматизованого проектування дають змогу отримати не тільки певні практичні навички, але й розкрити творчі, інтелектуальні, проектні, технічні, конструкторські, дизайнерські здібності, сформувати творчі якості, для ефективного вирішення стандартних і нестандартних задач. Вивчення САПР також відіграє істотну роль у розвитку пізнавальної діяльності студентів через освоєння засобів і методів технічного моделювання.

На сьогодні системи автоматизованого проектування є основними інструментами для майбутніх учителів технологій, тому необхідно якомога раніше починати вивчати САПР для підвищення рівня інформатично-графічної компетентність.

Зміст підготовки майбутніх учителів технологій має складну і багатокомпонентну структуру, відрізняється великою різноманітністю об’єктів, що вивчаються, явищ і процесів. Разом з глибоким засвоєнням значного обсягу теоретичних знань у студентів мають бути сформовані практичні навички й уміння, що надасть можливість творчо використовувати їх у різних навчальних і реальних умовах.

Одним з основних елементів запропонованої методичної системи навчання майбутніх вчителів технологій є спецпрактикум “САПР в технологічній освіті”, що містять ЕНМК “САПР в технологічній освіті”, систему спеціально відібраних і структурованих за блоково-модульним принципом завдань, комплекс різнорівневих індивідуальних завдань, спрямованих на формування умінь самостійного вирішення фахових завдань і контроль знань.

Ефективність навчального процесу під час вивчення САПР забезпечується системою дидактичних умов і сучасних засобів, а саме ЕНМК “САПР в технологічній освіті”, які допомагають урізноманітнити заняття, зробити їх пізнавальними і більш цікавими, організувати самостійну роботу. Використання інформаційних технологій повинно бути своєрідним доповненням для підвищення ефективності навчання.

РОЗДІЛ ІІІ.
ОРГАНІЗАЦІЯ І РЕЗУЛЬТАТИ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОРСЬКОЇ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ

Результати педагогічного експерименту дають змогу активно впливати на педагогічний процес шляхом зміни та створення нових умов, у відповідно до мети дослідження.

В третьому розділі дисертаційного дослідження викладено сутність методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій, основні етапи та результати педагогічного експерименту.

Дослідно-експериментальна робота проводилася протягом 2010-2014 рр. Усього дослідженням було охоплено 255 студентів 2-4 курсів освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” напряму підготовки “Технологічна освіта”. Студенти експериментальних груп (127 осіб) цілеспрямовано навчалися за запропонованою експериментальною методикою, студенти контрольних груп (128 осіб) – за традиційною.

У цьому розділі представлено методику, завдання і результати всіх етапів педагогічного експерименту, а також способи перевірки ефективності використаних методів, що полегшує висновок про вірогідність одержаних у дослідженні результатів.

Перевірка ефективності авторської методики навчання САПР здійснена за допомогою педагогічного експерименту, який проводився на базі Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова, Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини та Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка, Державного вищого навчального закладу “Донбаський

державний педагогічний університет”.

Мета педагогічного експерименту полягала у підтвердженні концепції дослідження та у визначенні ефективності розробленої експериментальної методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій напряму підготовки “Технологічна освіта” у педагогічному вузі.

На кожному етапі дослідно-експериментальної роботи визначалися її цілі, завдання, зміст, здійснювався аналіз отриманих дослідницьких результатів. На перших двох етапах, початковому і базовому, проводився паралельний експеримент – навчання в контрольних і експериментальних групах здійснювалося за традиційною методикою. На третьому – інтегрально-інформатичному – та четвертому – практично-рефлексивному – етапах вдалися до послідовного експерименту, оскільки в експериментальних групах вводився якісно новий зміст навчання.

На *початковому – пропедевтичному* – етапі передбачалося виявлення у студентів залишкових знань і умінь зі шкільного курсу інформатики. Йдеться про актуалізацію у студентів мінімуму необхідних знань і практичних навичок роботи на персональному комп’ютері. Проведений за допомогою тест-програми “SunRav TestOfficePro” зріз дав можливість зробити висновок, що рівень готовності у студентів контрольних і експериментальних груп достатньо низький і приблизно однаковий.

Базовий – констатувальний – етап характеризується усвідомленням та сприйняттям студентами загальної мети та конкретних завдань для виявлення рівня готовності використовувати системи автоматизованого проектування у процесі навчання. Цей етап має наслідувальний характер оволодіння вміннями і реалізується шляхом отримання практичних навичок роботи з прикладним програмним забезпеченням на лабораторних заняттях під час вивчення дисципліни “Сучасні інформаційні технології”.

Метою навчання на базовому етапі на основі поєднання особистісно орієнтованого, рефлексивно-діяльнісного та індивідуально-творчого підходів

в процесі вивчення дисципліни “Сучасні інформаційні технології” було розпочато формування у студентів інформатично-графічної компетентності. Контрольний зріз, проведений після базового етапу, засвідчив, що рівень готовності до використання систем автоматизованого проектування у студентів експериментальних і контрольних груп значно підвищився.

На *формувальному – інтегрально-інформатичному* – етапі студенти експериментальної групи в процесі вивчення дисципліни «Комп’ютерна графіка» використовували наскрізний електронний навчально-методичний комплекс “САПР в технологічній освіті” в якому представлено цикл лабораторних робіт і теоретичний матеріал для вивчення 3D-моделювання в системі КОМПАС-3D, тоді як студенти контрольної групи вивчали тільки площинне проектування в системі КОМПАС-2D. Як показують педагогічні спостереження, цей етап характеризується проявом високого рівня активності та самостійності у процесі практичного використання набутих знань та попередніх умінь, розширенням сфери пошукової діяльності.

На *формувальному – практично-рефлексивному* – етапі передбачалося формування у майбутніх учителів технологій поліфункціональних умінь. Для цього на основі глибокого розуміння студентами структури та змісту пакетів прикладних програм викладався спецпрактикум «Системи автоматизованого проектування в технологічній освіти», що містить: навчальну програму, методичні рекомендації щодо проведення лекцій та лабораторного практикуму, комплексу завдань, тестів, таблиць, графіків, схем. Це дало змогу сформувати готовність майбутнього вчителя технологій щодо використання систем автоматизованого проектування в майбутній професійно-педагогічній діяльності.

На практично-рефлексивному етапі педагогічного експерименту підбито підсумки дослідження: визначено результати впровадження експерименту, теоретично узагальнено практичні надбання, показані переваги експериментальної методики над традиційною, сформульовано теоретичні висновки. Здійснено опрацювання даних, які представлені у

вигляді опису, таблиць, діаграм.

За допомогою розподілу за рівнями засвоєння знань за критерієм Пірсона була доведена ефективність впливу навчання за розробленою експериментальною методикою навчання на ступінь готовності студентів використовувати САПР у подальшій педагогічній діяльності.

В якості об'єкта проведеного педагогічного експерименту виступили студенти Інженерно-педагогічного інституту Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова, Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини, Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка, Державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет».

3.1. Результати дослідно-експериментальної роботи

Авторська експериментальна методики навчання систем автоматизованого проектування розроблена для майбутніх учителів технологій носить 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.

Розглянемо критерії, які використовувалися для виявлення рівнів готовності майбутніх учителів технологій використовувати САПР у майбутній педагогічній діяльності:

– зацікавленість, потреба й установка на необхідність використання систем автоматизованого проектування у процесі навчання;

– якість знань, які розкривають сутність, зміст, теорію та методику використання систем автоматизованого проектування у процесі навчання;

– рівень готовності використовувати системи автоматизованого проектування у майбутній професійно-педагогічній діяльності;

– якість оцінювання та самооцінювання результатів готовності до

використання САПР у майбутній професійно-педагогічній діяльності.

На основі аналізу наукової літератури, розуміння специфіки підготовки майбутнього вчителя технологій і вимог до його особистості були визначені рівні, які характеризують його готовність до використання систем автоматизованого проектування: оптимальний, припустимий, критичний, неприпустимий.

Оптимальний рівень – професійна діяльність із використанням САПР стає внутрішньою потребою, має активно дійовий характер. Стійкий інтерес до необхідності використання САПР у процесі підготовки проявляється постійно. Студент володіє глибокими систематизованими знаннями з проблеми, достатньо ознайомлений із досягненнями теорії і практики. Основні вміння використовувати САПР у процесі підготовки сформовані, їх застосування має творчий характер. Студенти керуються у своїй діяльності визначеною метою, зберігають самоконтроль у професійній ситуації, виявляють нестандартний підхід до вирішення поставлених завдань, здатні самостійно і швидко переходити до їх виконання, мають добре розвинені організаторські здібності в досягненні поставленої мети, добре сформовані вміння аналізу і самоаналізу власної діяльності.

Припустимий рівень визначається професійною значимістю використовувати системи автоматизованого проектування у майбутній діяльності вчителя, що зумовлює позитивне ставлення до їх засвоєння. Особистий інтерес виявляється у поєднанні із зовнішніми стимулами. Достатній рівень психолого-педагогічних знань з проблеми. Основні вміння використовувати САПР у процесі підготовки сформовані, застосування їх відбувається періодично і має продуктивний характер. Студенти керуються у своїй діяльності визначеною метою, здійснюють самоконтроль у професійній ситуації, виявляють ініціативу і рішучість, мають достатньо розвинені вміння аналізу і самоаналізу власної діяльності.

Критичний рівень у мотиваційній сфері переважають мотиви обов’язковості, значущість використання САПР у процесі навчання

недооцінюється. Студент виявляє нестійкий інтерес до оволодіння вміннями використання САПР у майбутній професійній діяльності. Психолого-педагогічні знання з проблеми задовільні. Вміння використовувати САПР потребують подальшого вдосконалення, застосовуються на репродуктивному рівні і в стандартних ситуаціях. Студентам притаманне поверхове формулювання мети та знань щодо використання САПР в процесі підготовки. Використовуються елементи існуючих методичних розробок та схем. Самоконтроль та ініціативність у професійній ситуації недостатньо виражені. Уміння аналізу і самоаналізу власної діяльності сформовані на низькому рівні.

Неприпустимий рівень характеризується проявом пасивного ставлення до використання САПР. До цього виду роботи студенти підходять формально, у мотиваційній сфері домінують ситуативні мотиви вимушеності виконання окремих елементів такої роботи. Пізнавальний інтерес до використання САПР відсутній. Психолого-педагогічні знання з проблеми фрагментарні. Знання і вміння з теми використання САПР не сформовані та перебувають на низькому рівні. Практичні завдання виконуються на інтуїтивному рівні. Самоконтроль та ініціативність у вирішенні практичних завдань відсутні. Вміння аналізу і самоаналізу власної діяльності не сформовані.

На кожному етапі експериментальної роботи визначалися її цілі, завдання, зміст, здійснювався аналіз отриманих дослідницьких результатів. На перших двох етапах, початковому і базовому, проводився паралельний експеримент – навчання в контрольних і експериментальних групах здійснювалося за традиційною підготовкою в розділі дисципліни “Сучасні інформаційні технології”.

На третьому – інтегрально-інформатичному – та четвертому – практично-рефлексивному – етапах вдалися до послідовного експерименту, оскільки в експериментальних групах вводився якісно новий зміст навчання. На третьому – інтегрально-інформатичному – етапі навчання САПР в

експериментальних групах здійснювалося із використанням електронного навчально-методичного комплексу “САПР в технологічній освіті”.

На четвертому – практично-рефлексивному – етапі навчання САПР здійснювалося за допомогою спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” і також із використанням ЕНМК “САПР в технологічній освіті”. В контрольних групах на другому і третьому етапах навчання здійснювалося за традиційною методикою. Після кожного етапу в контрольних і експериментальних групах здійснювався контрольний зріз знань щодо готовності використовувати САПР у майбутній педагогічній діяльності.

Мета *початкового етапу* – виявити ступінь сформованості залишкових знань і вмінь після вивчення інформатики в школі.

Для отримання попередньої інформації про вхідний рівень знань студентів II курсу напряму підготовки “Технологічна освіта” ми провели тестування їхнього рівня знань із шкільного курсу інформатики. Дослідження показало, що рівень готовності у 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. Тестування проводилося з метою виявлення рівня готовності майбутніх учителів технологій до використання САПР у процесі навчання і в майбутній педагогічній діяльності.

Для реалізації цієї задачі був використаний пакет програм SunRav TestOfficePro, який містить такі модулі: tMaker (розробка тестів), tTester (виконання тестування), tAdmin (генерація результатів тестування). (Додаток 6). 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 по кожному студенту (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.

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

Для виявлення рівня готовності використовувати САПР була встановлена шкала залишкових знань і вмінь з шкільного курсу інформатики: оптимальний – від 90 до 100 балів, припустимий – від 70 до 89 балів, критичний – від 60 до 69 балів, неприпустимий – від 59 балів і нижче (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Рівень готовності до застосування САПР (початковий етап)

Рівні готовності	Кількість балів	Контрольна група (128 студентів)		Експериментальна група (127 студентів)	
		кількість	%	кількість	%
оптимальний	від 90 до 100	4	3,13	5	3,94
припустимий	від 70 до 89	24	18,75	26	20,47
критичний	від 60 до 69	72	56,25	71	55,91
неприпустимий	менше 60	28	21,87	25	19,68

Проведений за допомогою комп’ютерної програми тестування SunRav TestOfficePro аналіз рівня готовності до застосування САПР дав можливість зробити висновок, що у більшості студентів рівень базових знань в контрольних і в експериментальних групах відповідає критичному рівню (рис. 3.1). Рівні готовності в контрольних групах: оптимальний – 3,13%, припустимий – 18,75%, критичний – 56,25% (в сукупності – 78,13%), неприпустимий – 21,87%; в експериментальних групах: оптимальний – 3,94%, припустимий – 20,47%, критичний – 55,91% (в сукупності – 80,32%), неприпустимий – 19,68%. Це пояснюється рядом суб’єктивних і об’єктивних

причин: по-перше, не у всіх школах вивчення інформатики відбувається на якісному рівні з використанням сучасної комп'ютерної техніки; по-друге, не всі студенти мають можливість постійно вдосконалювати свій рівень комп'ютерної компетентності; по-третє, у більшості студентів відсутня потреба вдосконалення своїх практичних навичок роботи з комп'ютерною технікою.

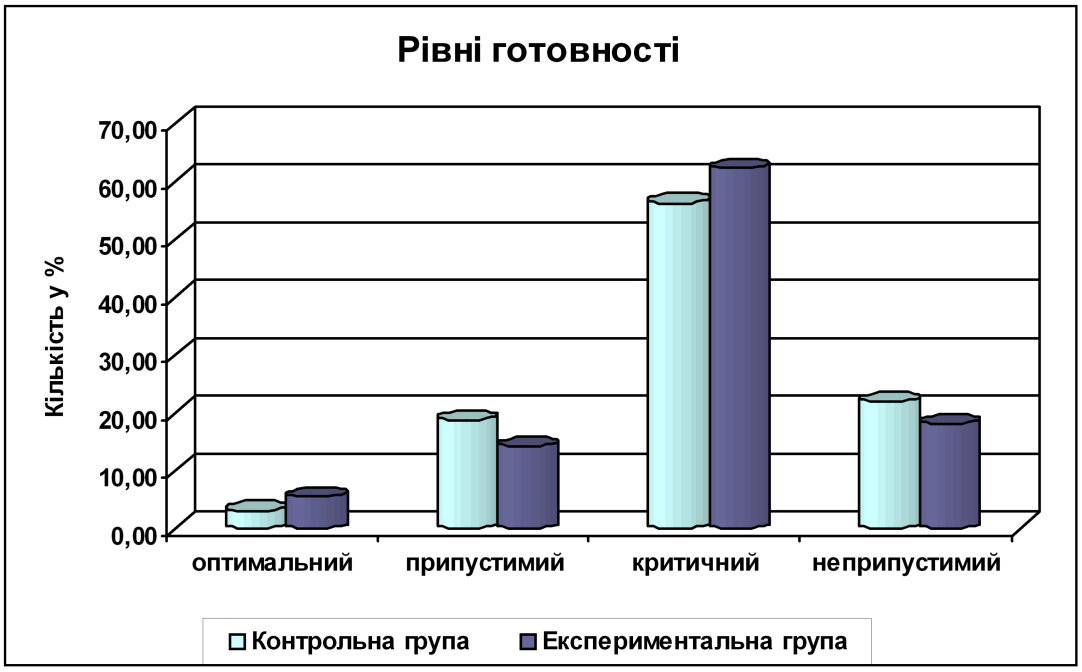


Рис. 3.1. Показники рівнів готовності до використання САПР на початковому етапі

Метою навчання на *базовому етапі* на основі поєднання особистісно-орієнтованого, рефлексивно-діяльнісного та індивідуально-творчого підходів у процесі вивчення дисципліни "Сучасні інформаційні технології" було розпочато формування у студентів інформатично-графічної компетентності. Це відбулося шдяхом вивчення в розділі дисципліни "СІТ" системи автоматизованого проектування AutoCAD. Контрольний зріз засвідчив, що рівень готовності до використання систем автоматизованого проектування у студентів експериментальних і контрольних груп після базового етапу значно підвищився.

Оцінювання навчальних досягнень студентів у процесі діагностичного

зрізу на базовому, інтегрально-інформатичному, практично-рефлексивному етапах здійснювалося за 100-баловою шкалою університету, яка відповідно переводиться в національну шкалу (“відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно”) та шкалу ECTS (табл. 3.2).

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 ЄКТС
	Диференційована оцінка	Оцінка у формі заліку	
90-100 Високий (оптимальний)	5 (відмінно)	Зараховано	A
80-89 Достатній (припустимий)	4 (дуже добре)		B
70-79 Достатній (припустимий)	4 (добре)		C
65-69 Середній (критичний)	3 (задовільно)		D
60-64 Середній (критичний)	3 (достатньо)		E
35-59 Низький (неприпустимий)	2 (незадовільно) (незадовільно з можливістю повторного складання семестрового контролю)	Не зараховано – з можливістю повторного складання заліку	FX
0-34 Низький (неприпустимий)	2 (незадовільно) (незадовільно з обов’язковим повторним вивченням залікового кредиту)	Не зараховано – з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	F

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

Високий (оптимальний) – 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 (припустимий) – 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 (припустимий) – 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 (критичний) – 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 (критичний) – 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 (неприпустимий) – 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 (неприпустимий) – 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.

Ми провели аналіз діяльності студентів після вивчення дисципліни "СІТ" і зробили контрольний зріз щодо засвоєння теоретичного і практичного матеріалу за результатами заліку. Рівні готовності до використання САПР у контрольній групі: оптимальний – 7,81%, припустимий – 51,56%, критичний – 40,63%, неприпустимий – 0%; в експериментальній групі: оптимальний – 8,66%, припустимий – 55,12%, критичний – 36,22%, неприпустимий – 0% (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Рівень готовності до використання САПР (базовий етап)

Рівні готовності	Контрольна група (128 студентів)		Експериментальна група (127 студентів)	
	кількість	%	кількість	%
оптимальний	10	7,81	11	8,66
припустимий	66	51,56	70	55,12
критичний	52	40,63	46	36,22
неприпустимий	-	-	-	-

Контрольний зріз показав, що рівень готовності до використання САПР шляхом формування інформатично-графічної компетентності у студентів експериментальної і контрольної груп після базового етапу значно підвищився (рис. 3.2).

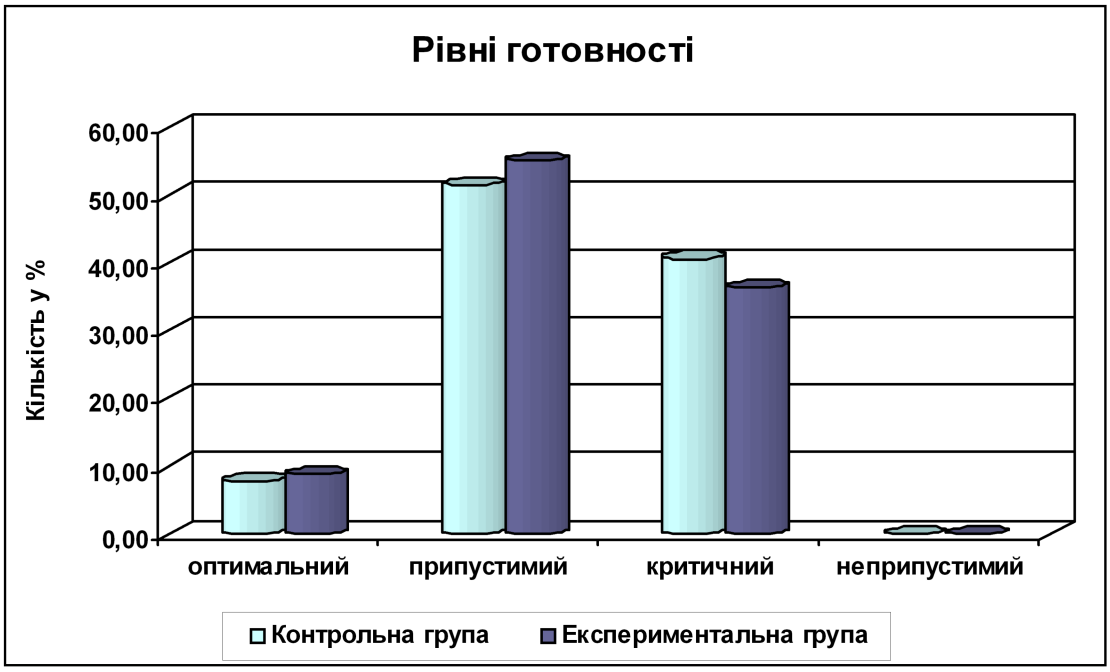


Рис. 3.2. Показники рівнів готовності до використання САПР на базовому етапі

Це пояснюється тим, що в процесі вивчення дисципліни “СІТ” проводилось послідовне формування інформатично-графічної компетентності. Спочатку студенти підвищили свій теоретичний рівень готовності 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 “СІТ” для студентів напряму підготовки “Технологічна освіта” заліком, що включав питання як теоретичного, так і практичного характеру.

Отже, загалом після базового етапу не було виявлено неприпустимого рівня готовності до використання САПР і, як наслідок, спостерігалося підвищення рівня інформатично-графічної компетентності студентів

експериментальної та контрольної групи за майже однакових показників (рис. 3.2).

Зіставлення результатів першого і другого діагностичних зрізів засвідчило позитивну динаміку підвищення рівня готовності до використання САПР, що обумовлено насамперед особистісно-мотиваційним компонентом.

На *інтегрально-інформатичному* етапі у студентів вже виникли певні розбіжності у рівнях готовності, що зумовлено впровадженням у навчальний процес авторської методики навчання систем автоматизованого проектування з використанням наскрізного електронного навчально-методичного комплексу “САПР в технологічній освіті”. Її ефективність підтверджується змінами кількісних показників: по-перше, в експериментальних групах порівняно з другим етапом значно зросла кількість студентів з оптимальним рівнем готовності використовувати САПР; по-друге, кількість студентів із критичним рівнем зменшилася, а в контрольних – навпаки, підвищилася.

Рівні готовності до використання САПР у контрольних групах на інтегрально-інформатичному етапі: оптимальний – 9,38%, припустимий – 50,78%, критичний – 37,50%, неприпустимий – 2,34%; в експериментальних групах: оптимальний – 18,11%, припустимий – 71,65%, припустимий – 10,24%, неприпустимий – 0% (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Рівень готовності до використання САПР (інтегрально-інформатичний етап)

Рівні готовності	Контрольна група (128 студентів)		Експериментальна група (127 студентів)	
	кількість	%	кількість	%
оптимальний	12	9,38	23	18,11
припустимий	65	50,78	91	71,65
критичний	48	37,50	13	10,24
неприпустимий	3	2,34	-	-

Контрольний зріз інтегрально-інформатичного етапу показав, що

рівень готовності до використання САПР шляхом продовження формування інформатично-графічної компетентності у студентів експериментальної групи порівняно з контрольною групою підвищився (рис. 3.3). Це пов'язано з використанням наскрізного електронного навчально-методичного комплексу "САПР в технологічній освіті", який студенти експериментальної групи використовували для вивчення 3D-моделювання в системі КОМПАС-3D під час вивчення дисципліни "Комп'ютерні мережі", тоді як контрольна група вивчала тільки площинне проектування в системі КОМПАС-2D.

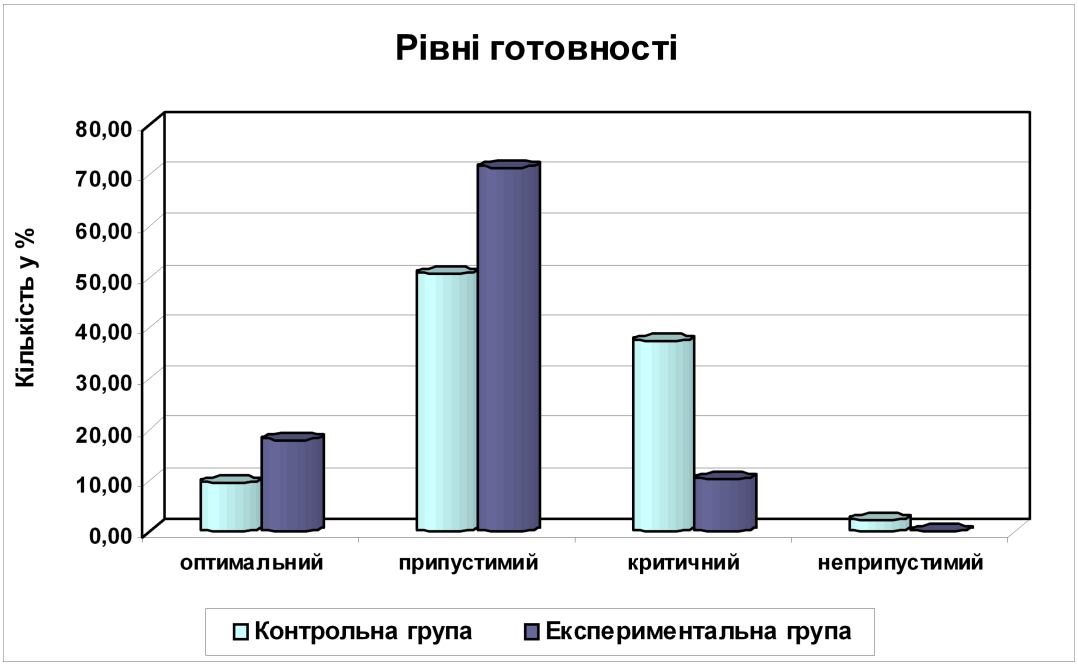


Рис. 3.3. Показники рівнів готовності до використання САПР на інтегрально-інформатичному етапі

На четвертому – *практично-рефлексивному* – етапі студенти експериментальної групи вивчали спецпрактикум «САПР в технологій освіті». На цьому етапі спостерігалося значне підвищення рівня готовності до використання САПР в експериментальних групах – в 3,9 рази порівняно з початковим етапом (табл. 3.5).

Рівні готовності до використання САПР у контрольних групах: оптимальний – 4,69%, припустимий – 38,28%, критичний – 50,78%, неприпустимий – 6,25%; в експериментальних групах: оптимальний –

28,35%, припустимий – 66,93%, критичний – 4,72%, неприпустимий – 0% (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Рівень готовності до використання САПР (початковий і практично-рефлексивний етапи)

Рівні готовності	Початковий етап		Практично-рефлексивний етап	
	К	Е	К	Е
оптимальний	3,13	3,94	4,69	28,35
припустимий	18,75	20,47	38,28	66,93
критичний	56,25	55,91	50,78	4,72
неприпусти-мий	21,88	19,69	6,25	-

Узагальнюючи вищевикладене, зазначимо, що на початку експерименту в контрольних групах оптимальний і припустимий рівні готовності спостерігалися у 21,88% студентів, в експериментальних – у 24,41%; після завершення експерименту оптимальний і припустимий рівні в контрольних групах складали 42,97%, в експериментальних – 95,28% (тобто спостерігається зростання у 3,9 раза, тоді як у контрольних – у 1,96 раза) (табл. 3.5).

Як бачимо, після четвертого зрізу у контрольних групах рівень готовності до використання САПР знижується. А в експериментальних, навпаки, – підвищується (рис. 3.4).

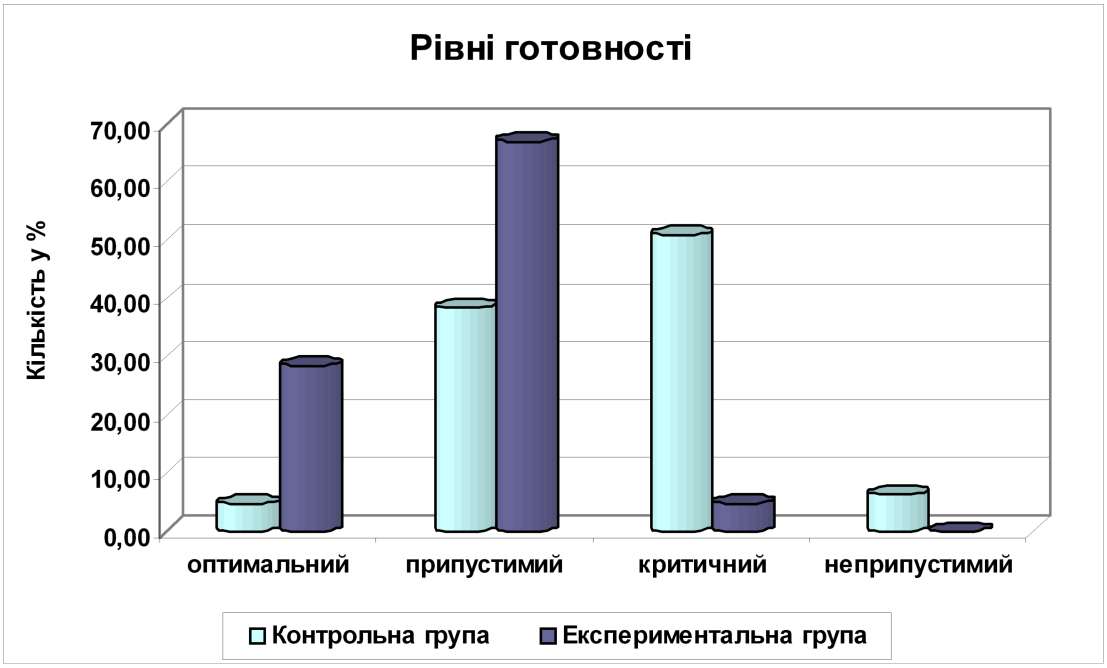


Рис. 3.4. Показники рівнів готовності до використання САПР практично-рефлексивного етапу

Збільшенню показників рівня готовності в експериментальній групі сприяло введення на 4 курсі навчання студентів напряму підготовки "Технологічна освіта" спецпрактикуму "САПР в технологічній освіті", що став узагальнюючим компонентом запропонованої методики, інтегруючою основою якої є 3D-технології в процесі вивчення систем автоматизованого проектування AutoCAD і SolidWorks з використанням ЕНМК "САПР в технологічній освіті".

На вивчення спецпрактикуму відводиться 72години/2 кредити ECTS. З них 12 годин лекції, 18 годин відводиться на лабораторні заняття, решта – на самостійну роботу.

Основними завданнями спецпрактикуму є:

- формування уявлення про сучасні системи автоматизованого проектування та їх вплив на науково-технічний і соціально-економічний розвиток суспільства;
- ознайомлення студентів з прикладним програмним забезпеченням, яке використовується для підтримки проектних робіт у різних галузях

господарства;

- отримання практичних навичок роботи із сучасними САПР та можливості їх використання для вирішення різних завдань, пов’язаних з професійною діяльністю.

Лекційний матеріал подавався з метою формування в студентів теоретичних знань щодо використання САПР у майбутній педагогічній діяльності. Лабораторні заняття проводилися з метою формування практичних умінь використовувати САПР у майбутній педагогічній діяльності, а саме під час проведення уроків технологій. Цикл лабораторних робіт розроблено з метою формування практичних навичок роботи в популярних САПР і використання цих знань під час проходження практики в загальноосвітній школі і майбутній педагогічній діяльності.

Тематика лабораторних робіт спецпрактикуму передбачає отримання практичних навичок 3D-моделювання в системі AutoCAD, що передбачає вивчення таких понять і термінів: основні елементи інтерфейсу в режимі 3D-моделювання, тривимірна система координат, базові типи 3D-моделей, команди побудови та редагування твердотільних 3D-об’єктів, отримання двомірних креслень з тривимірної моделі тощо.

А також відповідно до програми спецпрактикуму під час виконання лабораторних робіт виконується 3D-моделювання в системі SolidWorks за такою тематикою:

- загальні відомості про систему SolidWorks;
- команди побудови твердотільних 3D-об’єктів;
- створення тривимірної моделі, поняття про дерево конструювання;
- створення креслень деталей, створення креслярських видів;
- створення і редагування збірок у системі SolidWorks;
- створення складального креслення і специфікації.

Саме тому на базовому етапі теоретично-практичні вміння з підготовки студентів приводяться до необхідного рівня, а саме студентам напряму підготовки “Технологічна освіта” викладається дисципліна “СІТ” структура

якої містить два модулі і яка є базою для подальшого вивчення систем автоматизованого проектування. Вивчаючи перший модуль дисципліни “СІТ”, студенти ознайомлюються з основними поняттями інформації та інформатики. Також вивчаються основні принципи функціонування апаратних і програмних засобів та методи керування ними. В другому модулі розглядаються питання використання прикладного програмного забезпечення в майбутній професійно-педагогічній діяльності. Студенти ознайомлюються з основними принципами створення 2D-креслень у системі AutoCAD. Здійснюють початковий рівень формування готовності до використання САПР AutoCAD у майбутній професійно-педагогічній діяльності.

Визначення рівня готовності до використання САПР студентами технологічної освіти в навчальному процесі і в майбутній професійно-педагогічній діяльності, її розгляд як невід’ємного компонента фахової підготовки дають можливість сформувати в них позитивну мотивацію до підвищення рівня інформатично-графічної компетентності.

Питання, розглянуті на базовому етапі, є теоретичним базисом для інтегрально-інформатичного етапу. Зміст інтегрально-інформатичного етапу добирається з урахуванням знань з психології.

Практично-рефлексивний етап є логічним завершенням методики навчання систем автоматизованого проектування. Студенти, що засвоїли зміст попередніх етапів експериментальної методики, усвідомили роль і значення систем автоматизованого проектування в процесі інформатизації системі освіти та суспільства.

Отже, згідно з авторською методикою підготовки майбутніх вчителів до викладання уроків технологій із використанням САПР, завданнями кожного з етапів процесу формування інформатично-графічної компетентності є:

1) початковий етап, спрямований на формування у студентів переконання в значимості використання САПР у майбутній педагогічній

діяльності;

2) базовий етап, який дає можливість розпочати підвищення рівня інформатично-графічної компетентності майбутнього вчителя технологій;

3) інтегрально-інформатичний етап, в якому розглядаються можливості використання систем автоматизованого проектування в навчально-виховному процесі студентів і майбутній професійно-педагогічній діяльності; виявляються змістово-процесуальні основи продовження формування інформатично-графічної компетентності;

4) практично-рефлексивний етап, у якому відображені особливості навчання САПР у межах спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” при проведенні педагогічного дослідження, здійсненні комп’ютеризованої діагностики, опрацюванні експериментальних даних і оформленні результатів.

Але тільки за умови комплексного підходу до формування інформатично-графічної компетентності вищезгаданого змісту будуть досягнуті високі результати підготовки майбутніх учителів технологій до професійно-педагогічної діяльності.

3.2. Методичне забезпечення методики навчання систем автоматизованого проектування

Методика навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій повинна мати цілеспрямований, інтегративний і системний характер. Для підвищення рівня інформатично-графічної компетентності нами розроблений спецпрактикум “САПР в технологічній освіті”, який викладається для студентів напряму підготовки 6.010103 “Технологічна освіта”.

Спецпрактикум «САПР в технологічній освіті» побудований на розширених можливостях вивчення систем автоматизованого проектування AutoCAD і SolidWorks із використанням технологій 3D-моделювання.

Експериментальну методику навчання систем автоматизованого проектування розроблено нами на основі системно-діяльнісного підходу, який є основою нашого дослідження і складається з 4 аспектів, а саме:

Вступаючи до вузу, деякі студенти вже знайомі з програмним забезпеченням офісного призначення і мають базову підготовку з шкільного курсу інформатики. На цьому – початковому – етапі ми ставимо перед собою завдання виявлення рівня готовності до вивчення програмного забезпечення спеціального призначення, а саме систем автоматизованого проектування, з яким більшість студентів не знайомі, але яке буде використовуватися ними в майбутній професійно-педагогічній діяльності.

Завданням другого – базового – етапу є одержання студентами необхідних знань, умінь і навичок роботи з персональним комп'ютером і спеціальним програмним забезпеченням, необхідних для подальшого вивчення дисциплін циклу математичної та природничо-наукової підготовки, зокрема дисциплін: "Креслення", "Комп'ютерна графіка", спецпрактикуму "САПР в технологічній освіті" тощо.

Наступні етапи – інтегрально-інформатичний та практично-рефлексивний – пов'язані з реінжинірингом педагогічного процесу у вищій школі. Він має ґрунтуватися на інваріантній технології навчання, що передбачає такі підетапи:

– усвідомлення студентами необхідності вивчення САПР (формування мотиваційного компоненту);

– усвідомлення студентами можливості засвоєння матеріалу спецпрактикуму "САПР в технологічній освіті" (підготовка до засвоєння матеріалу і його практичного використання в майбутній педагогічній діяльності);

– формулювання проблеми (усвідомлення суперечностей, проблеми як засобу зменшення дії протиріч або їх усунення, об'єкта вивчення, предмета і завдань);

– засвоєння інформаційного блока наскрізного електронного навчально-методичного комплексу “САПР в технологічній освіті”;

– контроль результатів засвоєного матеріалу дисципліни.

Підбиття підсумків щодо засвоєного матеріалу дисципліни (визначення рівня готовності до застосування САПР, виявлення вмінь і навичок), а саме:

– відстеження ходу експерименту і планування робіт на майбутнє;

– апробація результатів експерименту в інших вузах;

– рефлексія отриманих результатів;

– публікації результатів експерименту й обговорення їх на студентських конференціях, семінарах і методичних радах.

У ході експериментального дослідження виявлено роль усіх названих компонентів і встановлено їхню послідовність в ході впровадження експериментальної методики навчання систем автоматизованого проектування.

Завершує практично-рефлексивний етап експериментальної методики навчання САПР спецпрактикум “САПР в технологічній освіті”, який складається з лекційних та лабораторних занять, що виступає як узагальнюючий компонент запропонованої методики, інтегруючою основою якої є вивчення систем автоматизованого проектування AutoCAD і SolidWorks із використанням технологій 3D-моделювання.

Метою викладання спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” є формування у студентів знань, умінь та практичних навичок, які необхідні майбутнім учителям технологій для впровадження систем автоматизованого проектування в навчально-виховний процес та використання в своїй майбутній діяльності. А також формування у студентів інформатично-графічних компетенцій, пов’язаних з використанням теоретичних знань та практичних навичок у галузі автоматизованого проектування.

У ході проведення спецпрактикуму лекційний курс передує лабораторним заняттям. Це пов’язано з тим, що лекції, маючи високу інформативність, надають можливість за порівняно короткий проміжок часу,

що відводиться в рамках спецпрактикуму, викласти досить великий обсяг навчального матеріалу; розкрити зміст головних тем; пояснити і докладно довести окремі теоретичні положення і, що найголовніше, – сформувати в майбутніх учителів технологій потребу в підвищенні рівня своєї інформатично-графічної компетентності.

Логічним продовженням різноаспектного аналізу навчального матеріалу є добір і конструювання змісту лекційного курсу. Конструктивно-змістовна діяльність викладача починається з виявлення провідних понять теми, розкриття їхнього змісту і встановлення взаємозв'язку між ними.

На основі виділення навчальних елементів теми, визначення їх взаємозв'язків, послідовності викладу і здійснення їхнього змістовного наповнення викладач складає план-конспект лекційного заняття.

Як відомо, якість засвоєння змісту навчального матеріалу студентами залежить від організації процесу його викладання. У зв'язку з цим, по завершенні конструювання змісту лекції необхідно проаналізувати, а потім відібрати технології та їхні окремі елементи, що дають можливість максимально ефективно досягти поставленої мети.

Комп'ютеризація навчання забезпечує його наочність і доступність. Саме тому одним із важливих компонентів нашої експериментальної методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій є використання наскрізного електронного навчально-методичного комплексу "САПР в технологічній освіті", який крім лекційного матеріалу містить цикл лабораторних робіт, тестові завдання, гіперпосилання на освітні електронні ресурси та інші веб-ресурси навчального призначення, що дає змогу розширити дидактичне забезпечення лекційного і лабораторного курсів, а також використовувати його в процесі самостійної роботи. ЕНМК "САПР в технологічній освіті" володіє великим дидактичним потенціалом і призначений підвищити формування інформатично-графічної компетентності студентів.

Беручи до уваги педагогічну ефективність використання ЕНМК, в

процесі його розробки викладач обов’язково продумує структуру, вибирає спосіб представлення інформації (графіка, текст, символи, малюнки, схеми, діаграми, формули, анімація, звук, відео, веб-ресурси навчального призначення), добирає відповідне оформлення, створює гіперпосилання між розділами, визначає його місце під час проведення лабораторних робіт та самостійної роботи.

Наскрізний електронний навчально-методичний комплекс “САПР в технологічній освіті”, створений за допомогою пакету програм SunRav BookOffice містить:

1) титульну сторінку з розділами, виконаними у вигляді гіперпосилань;

2) глосарій, в якому зібрані визначення основних понять і термінів;

3) навчально-методичний матеріал для повторення курсу, що вивчався в розділі дисципліни “СІТ” (2 курс), а саме лекційний курс та цикл лабораторних робіт, що розроблені для вивчення системи AutoCAD-2D, тестові завдання та освітні веб-ресурси;

4) навчально-методичний матеріал для вивчення 3D-моделювання в системі КОМПАС-3D, що вивчають студенти експериментальної групи в розділі дисципліни «Комп’ютерна графіка» (3 курс), а саме лекційний курс та цикл лабораторних робіт, тестові завдання та освітні веб-ресурси, відеоуроки;

5) навчально-методичний матеріал для вивчення 3D-моделювання в системах AutoCAD і SolidWorks, що викладається студентам експериментальної групи в процесі вивчення спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” (4 курс), а саме лекційний курс та цикл лабораторних робіт, тестові завдання та освітні веб-ресурси, відеоуроки тощо.

6) Інформаційні ресурси з дисципліни САПР.

Першочергове завдання спецпрактикуму, що вирішується в ході підготовки майбутніх учителів технологій, – формування у них на базі отриманих знань і умінь з дисциплін методичного спрямування психолого-педагогічного циклу, інформатично-графічної компетентності, яка є

складовою фахової підготовки майбутніх учителів технологій.

Логічним продовженням лекційної частини спецпрактикуму є лабораторні заняття. Діяльність майбутніх учителів технологій на лабораторних заняттях спрямована на поглиблення і розширення інформатично-графічної компетентності і готовності до використання САПР, для розробки завдання з проектування і моделювання деталей виробів.

Основним завданням лабораторних занять є вдосконалення знань і відпрацьовування сформованих практичних умінь, необхідних для проходження практики в школі та майбутній професійно-педагогічній діяльності, що передбачають використання систем автоматизованого проектування для здійснення процесу проектування і моделювання під час проведення уроків технологій.

Підготовка до лабораторних занять передбачає ознайомлення студентів з основними їх питаннями і завданнями, списком літератури, яку необхідно опрацювати, і методичними рекомендаціями.

Тому ми вважаємо за доцільне на лабораторних заняттях розробляти зміст і структуру фрагментів уроків із використанням САПР AutoCAD, SolidWorks, а також створити завдання з проектування деталей виробу в одній із програм, що буде сприяти підвищенню ефективності їхнього проведення.

На завершальному – практично-рефлексивному – етапі методики навчання САПР проводиться підсумкове тестування, на якому майбутні вчителі технологій демонструють свій рівень готовності до використання САПР у майбутній професійно-педагогічній діяльності.

3.3. Динаміка рівнів готовності майбутніх учителів технологій до використовувати САПР

Створена методика навчання систем автоматизованого проектування вчителів технологій потребує експериментальної перевірки. Результативність

пропонованого експерименту визначалася в ході діагностичних зрізів.

Перший діагностичний зріз проводиться на *початковому – пропедевтичному* етапі, перед вивченням дисципліни “СІТ”, що надало можливість виявити рівні готовності студентів до використання САПР після вивчення шкільного курсу інформатики. Результати першого діагностичного зрізу вказують на досить низький рівень комп’ютерної грамотності студентів – майбутніх учителів технологій і відповідно готовності до вивчення САПР. Обробка його результатів відбувалася за допомогою комп’ютерної програми SunRav TestOfficePro (Додаток 6), що дало можливість автоматизувати процес проведення діагностичного зрізу.

Другий діагностичний зріз проводиться на *базовому – констатувальному* – етапі експерименту після вивчення дисципліни “Сучасні інформаційні технології” з теоретичним курсом і лабораторними заняттями (форма контролю – залік), що дало можливість виявити рівні готовності студентів до використання САПР у процесі навчання і майбутній педагогічній діяльності. Рівень успішності студентів в експериментальних і контрольних групах майже не відрізнявся але загалом підвищився порівняно з початковим етапом.

Третій діагностичний зріз проводиться на *інтегрально-інформатичному – формувальному* етапі після вивчення дисципліни “Комп’ютерна графіка”. На цьому етапі експериментальна група вивчала 3D-моделювання в системі КОМПАС-3D, використовуючи для цього наскрізний електронний навчально-методичний комплекс “САПР в технологічній освіті”, в той час як контрольна група вивчала тільки площинне проектування в системі КОМПАС-2D. На підставі діагностичного дослідження можемо зробити висновок: 18,11% студентів експериментальної групи засвоїли матеріал дисципліни “Комп’ютерна графіка” в комплексі з ЕНМК на оптимальному рівні, 71,65% – на припустимому рівні, на критичному – 10,24% і жодного студента на неприпустимому.

Четвертий діагностичний зріз проводився на *практично-рефлексивному – формувальному* – етапі після вивчення студентами спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті”. Загалом після четвертого етапу показники розташувалися таким чином: у контрольних групах – оптимальний – 4,69%, припустимий – 38,28%, критичний – 50,78%, неприпустимий – 6,25%; в експериментальних – оптимальний – 28,35%, припустимий – 66,93%, критичний – 4,72%, неприпустимий – 0%.

Можна зробити висновок, що в ході реалізації експериментальної методики навчання систем автоматизованого проектування повною мірою сформувалася інформатично-графічна компетентність студентів технологічної освіти і відповідно їхня готовність до використання САПР у майбутній професійно-педагогічній діяльності.

На всіх етапах реалізації розробленої експериментальної методики поступово сформувався рівень готовності до використання САПР, як складової фахової підготовки майбутніх учителів технологій. Результати рівневого дослідження знань і умінь, що забезпечують рівень готовності використовувати САПР у майбутній професійно-педагогічній діяльності, представлено у табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Результати дослідно-експериментальної роботи (%)

Рівні готовності	Початковий етап		Базовий етап		Інтегрально-інформатичний		Практично-рефлексивний	
	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
оптимальний	3,13	3,94	7,81	8,66	9,38	18,11	4,69	28,35
припустимий	18,75	20,47	51,5	55,1	50,78	71,65	38,28	66,93
критичний	56,25	55,91	40,6	36,2	37,50	10,24	50,78	4,72
неприпусти-	21,88	19,69	-	-	2,34	-	6,25	-

За даними рівневого дослідження можна зробити висновок, що зростання показників готовності використовувати САПР студентами у

процесі педагогічної підготовки свідчить про ефективність впровадження розробленої експериментальної методики навчання САПР майбутніх учителів технологій.

Для виявлення значимості розходжень рівня готовності використовувати САПР майбутніми вчителями технологій на різних етапах проведення експерименту було здійснене математичне опрацювання результатів за критерієм Пірсона, згідно з яким при виявленні розходжень рівнів готовності майбутніх учителів технологій до використання САПР у педагогічній діяльності маємо:

$$rx = \frac{n \times \sum (x_i \times y_i) - (\sum x_i \times \sum y_i)}{\sqrt{\left[n \times \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\right] \times \left[n \times \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\right]}}$$, 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 базовому етапі

X	Y	X Y	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

$r_{xy} = 1{,}00.$

Таблиця 3.8

Значення, що використовуються для визначення коефіцієнта кореляції на інтегрально-інформатичному етапі

X	Y	X Y	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 практично-рефлексивному етапі

X	Y	X Y	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 *базовому етапі* коефіцієнт за критерієм Пірсона дорівнює 1, на *інтегрально-інформатичному* – 0,88, а на *практично-рефлексивному* – 0,63. (табл. 3.7-3.9).

Крім того, як показують дані експериментального дослідження, використання САПР у педагогічній діяльності впливає на розвиток особистісного потенціалу майбутнього вчителя технологій. Зокрема, майбутні вчителі технологій, що використовують САПР, відзначають у себе підвищення організованості, відповідальності, допитливості, а також розвиток уваги, уяви і просторового мислення.

Більшість студентів напряму підготовки “Технологічна освіта” зазначають, що проведення уроків з використанням САПР підвищує педагогічну спрямованість їхньої особистості. Це виражається, по-перше, у потребі виконувати креслення не в ручному режимі, а використовувати системи автоматизованого проектування або виконувати 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 інформатично-графічної 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 інформатично-графічної і професійної компетентності.

Використання САПР у майбутній педагогічній діяльності (на уроках технологій) сприятиме творчому розвитку особистості не тільки учнів, але й самого вчителя, оскільки дасть змогу майбутнім учителям технологій розвивати технічне і конструкторське мислення, що допоможе більш професійно здійснювати навчально-виховну діяльність в школі під час проведення уроків технологій.

Перший діагностичний зріз проводився на початковому етапі, перед вивченням дисципліни “СІТ” і мав на меті виявити рівень сформованості базових знань і умінь з шкільного курсу інформатики щодо користування персональним комп’ютером.

Другий зріз проводився на базовому етапі, на якому спостерігалося підвищення рівня інформатично-графічної компетентності, причому і в контрольніх, і в експериментальних групі припустимий рівень значно підвищився, а неприпустимий рівень готовності взагалі зник. Різниці між показниками експериментальних та контрольних груп майже не було.

Але після проведення третього зрізу нашого експериментального дослідження на інтегрально-інформатичному етапі с зміни, що обумовлено використанням студентами експериментальних групи наскрізного електронного навчально-методичного комплексу “САПР в технологічній освіті”, що використовувався студентами під час вивчення дисципліни “Комп’ютерна графіка”. Ефективність авторської методики також підтверджується змінами кількісних показників: по-перше, в експериментальних групах значно підвищився оптимальний рівень порівняно з базовим етапом; по-друге, знизився критичний рівень, а в контрольних групах – навпаки, що можна спостерігати через якісні показники та зрушення, які проілюстровані на діаграмі.

З метою узагальнення дослідно-експериментальної роботи з визначення рівня готовності майбутніх учителів технологій до використання САПР протягом трьох етапів (базового, інтегрально-інформатичного, практично-рефлексивного) нами було зроблено порівняльні зрізи у контрольних і експериментальних групах (рис. 3.5).

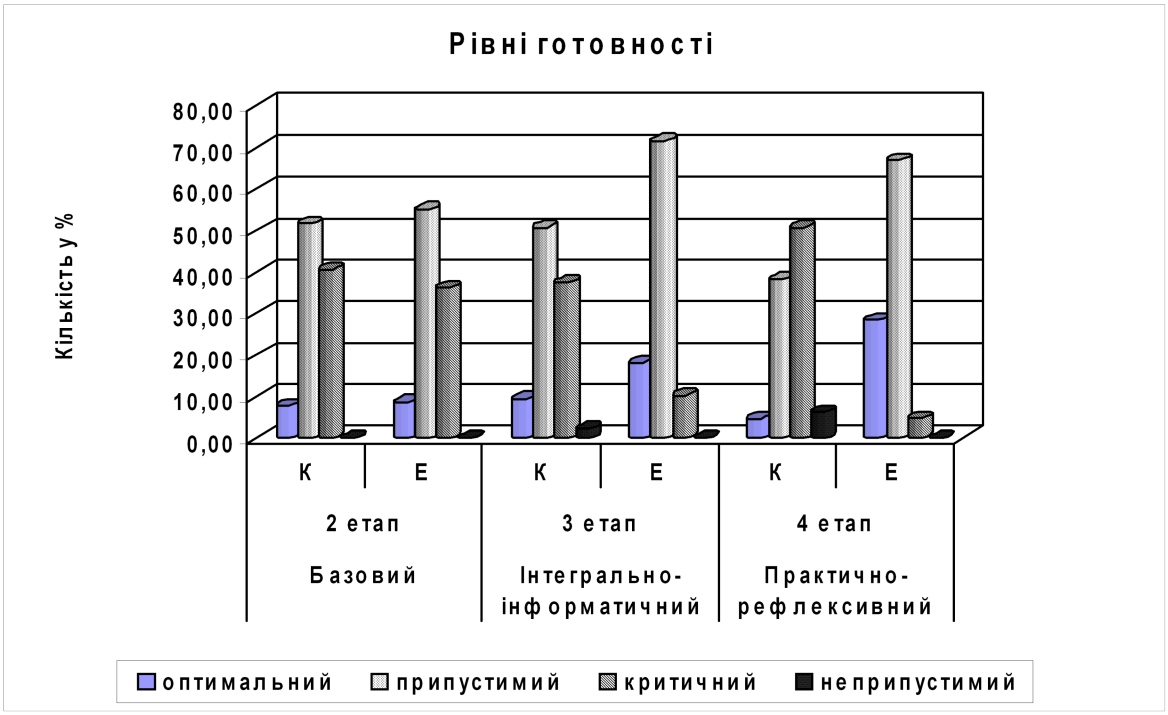


Рис. 3.5. Порівняльний аналіз рівнів готовності майбутніх учителів технологій Е та К груп (%)

Отже, при забезпеченні готовності студентів технологічної освіти використовувати САПР під час навчального процесу і в майбутній педагогічній діяльності ми спиралися на технологічне забезпечення оволодіння студентами інформатично-графічної компетентності.

У результаті нашого експериментального дослідження маємо відзначити, що рівень готовності використовувати САПР у майбутній педагогічній діяльності у студентів напряму підготовки “Технологічна освіта” значно підвищився після базового етапу порівняно із початковим.

А після четвертого зрізу ми взагалі спостерігаємо значне підвищення готовності до використання САПР в експериментальних групах – в 3,9 раза порівняно з першим зрізом на початку експерименту.

Його показники є такими: в контрольних групах оптимальний рівень складав 4,69%, припустимий – 38,28%, критичний – 50,78%, неприпустимий – 6,25%; в експериментальних оптимальний рівень – 28,35%, припустимий – 66,93%, критичний – 4,72%, неприпустимий – 0% (рис. 3.6).

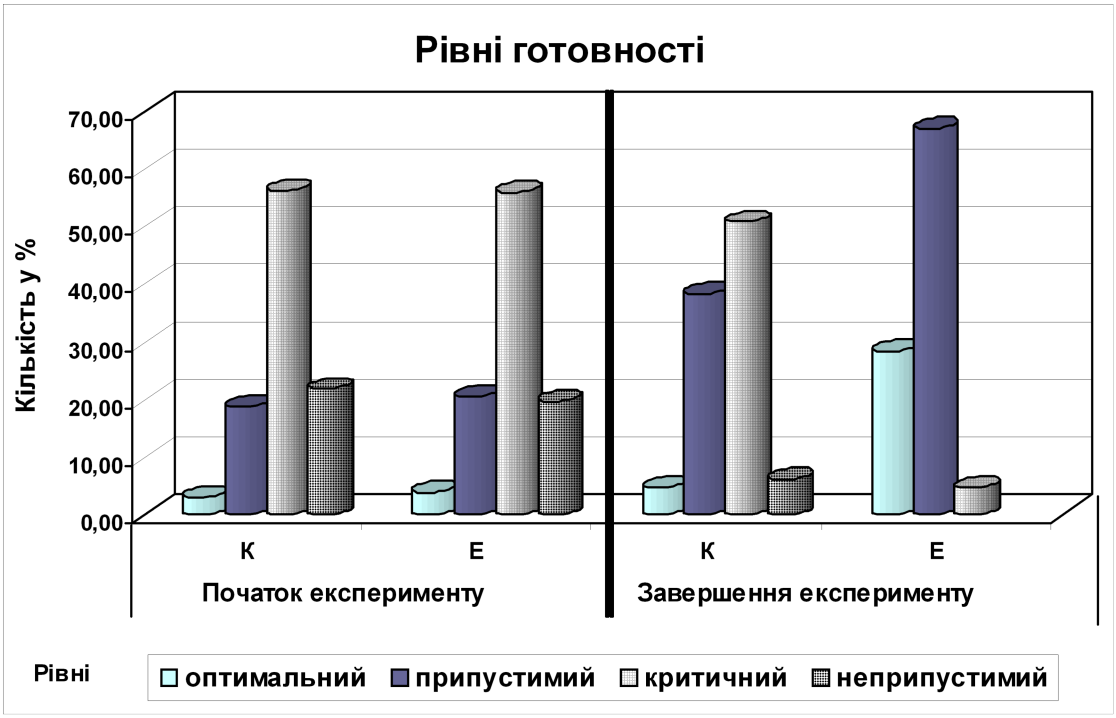


Рис. 3.6. Розподіл вибірки за рівнями готовності використовувати САПР на початку та після завершення експерименту

На початку експерименту (таб. 3.10) в контрольних групах

оптимальний і припустимий рівні в сумі становили 21,88%, в експериментальних – 24,41%, після практично-рефлексивному етапу – оптимальний і припустимий 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 достовірність нашого гіпотетичного припущення щодо необхідності впровадження експериментальної методики навчання САПР як складової фахової підготовки майбутніх учителів технологій.

Таблиця 3.10

Результати дослідно-експериментальної роботи (%)

Рівні готовності	Початок експерименту		Завершення експерименту	
	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
оптимальний	3,13	3,94	4,69	28,35
припустимий	18,75	20,47	38,28	66,93
критичний	56,25	55,91	50,78	4,72
неприпусти-мий	21,88	19,69	6,25	-

Експериментальне дослідження засвідчило суттєві переваги рівнів готовності студентів експериментальних груп над контрольними, що дало всі підстави зробити висновок про ефективність спроектованої авторської методики навчання систем автоматизованого проектування в процесі підготовки майбутніх учителів технологій.

Нами вперше визначено особливості змістового забезпечення реалізації методики використання САПР у навчальному процесі і майбутній педагогічній діяльності як сукупності окремих структурних елементів, поліфункціональна природа яких забезпечує поетапну інтеграцію в комплексні кваліфікаційні уміння, зазначені Державними стандартами вищої освіти.

Таким чином, позитивний досвід використання САПР й отримані нами експериментальні дані свідчать, на нашу думку, про доцільність і

необхідність реалізації в практиці педагогічного вузу методики навчання систем автоматизованого проектування як складової фахової підготовки майбутнього вчителя технологій.

Висновки до третього розділу

Дослідно-експериментальна робота проводилася протягом 2010-2014 рр. Усього дослідженням було охоплено 255 студентів 2-4 курсів освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” напряму підготовки “Технологічна освіта”. Студенти експериментальних груп (127 осіб) цілеспрямовано навчалися за запропонованою експериментальною методикою, студенти контрольних груп (128 осіб) – за традиційною.

Виявлення рівнів готовності майбутніх учителів технологій до використання САПР здійснювалося з використанням таких критеріїв:

– зацікавленість, потреба й установка на необхідність використання систем автоматизованого проектування у процесі навчання;

– якість знань, які розкривають сутність, зміст, теорію та методику використання систем автоматизованого проектування у процесі навчання;

– рівень готовності використовувати системи автоматизованого проектування у майбутній професійно-педагогічній діяльності;

– якість оцінювання та самооцінювання результатів готовності до використання САПР у майбутній професійно-педагогічній діяльності.

На основі аналізу наукової літератури, розуміння специфіки фахової діяльності сучасного вчителя технологій і вимог до його особистості були визначені рівні, які характеризують готовність використовувати САПР у професійно-педагогічній діяльності: оптимальний, припустимий, критичний, неприпустимий.

На кожному етапі дослідно-експериментальної роботи визначалися її цілі, завдання, зміст, здійснювався аналіз отриманих дослідницьких

результатів. На перших двох етапах, початковому і базовому, проводився паралельний експеримент – навчання в контрольних і експериментальних групах здійснювалося за традиційною підготовкою. На третьому – інтегрально-інформатичному – та четвертому – практично-рефлексивному – етапах вдалися до послідовного експерименту, оскільки в експериментальних групах вводився якісно новий зміст навчання.

Для підвищення рівня готовності студентів технологічної освіти до використання САПР нами розроблений спецпрактикум “САПР в технологічній освіті”. Метою викладання спецпрактикуму “Системи автоматизованого проектування” є формування у студентів знань, умінь та практичних навичок, які необхідні майбутнім учителям технологій для використання систем автоматизованого проектування в своїй майбутній педагогічній діяльності.

Ще одним важливим компонентом нашої експериментальної методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій є використання наскрізного електронного навчально-методичного комплексу «САПР в технологічній освіті», який студенти експериментальних груп використовувати на інтегрально-інформатичному та практично-рефлексивному етапах, що дало змогу підвищити рівень готовності до використання САПР порівняно із контрольними групами.

Параметричні заміри на всіх етапах в експериментальних і контрольних групах проводилися за єдиними критеріями.

Для виявлення значимості розходжень рівня готовності використовувати САПР майбутніми вчителями технологій на різних етапах проведення експерименту було здійснене математичне опрацювання результатів за критерієм Пірсона.

Експериментальний зріз на базовому етапі визначення коефіцієнта за критерієм Пірсона показав 1, на інтегрально-інформатичному – 0,88, а на практично-рефлексивному – 0,63.

Дані рівневого дослідження рівнів готовності до використання САПР у

майбутній педагогічній діяльності студентів свідчать про ефективність спроектованої методики.

Узагальнюючи вищевикладене, зазначимо, що на початку експерименту в контрольних групах оптимальний і припустимий рівні в сумі становили 21,88%, в експериментальних – 24,41%, після практично-рефлексивного етапу – оптимальний і припустимий 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 достовірність нашого гіпотетичного припущення щодо необхідності впровадження експериментальної методики навчання САПР – як складової фахової підготовки майбутніх учителів технологій.

Таким чином, позитивний досвід використання САПР й отримані нами експериментальні дані свідчать, на нашу думку, про доцільність і необхідність реалізації методики навчання систем автоматизованого проектування в практиці педагогічного вузу як складової фахової підготовки майбутнього вчителя технологій.

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні здійснено теоретичне обґрунтування й нове вирішення проблеми навчання систем автоматизованого проектування, розкрито ефективність цього процесу, визначено критерії, показники та рівні готовності використання системи автоматизованого проектування, вдосконалено та розкрито шляхи підвищення рівня готовності майбутніх учителів технологій через удосконалення процесу навчання за спроектованою авторською методикою навчання систем автоматизованого проектування.

Аналіз результатів дослідження надав можливість зробити такі висновки:

1. Теоретичний аналіз сучасної педагогічної літератури та наукових досліджень засвідчив, що системи автоматизованого проектування – це розумне поєднання можливостей людини і ПК, де користувач виконує неформалізовані операції, що потребують інтелектуальних здібностей, а комп’ютер – завдання, що потребують високої швидкості обчислень, візуального відображення інформації і запам’ятовування великих обсягів даних.

В ході опрацювання літературних джерел зроблено ретроспективний аналіз етапів розвитку та становлення технологій автоматизованого проектування, їхні можливості і класифікації; з представленої сукупності визначень “систем автоматизованого проектування” окремо розглянуто ще сутність понять “графіка”, “комп’ютерна графіка”, “проектування”, “моделювання”.

2. Зазначено, що актуальність і доцільність впровадження систем автоматизованого проектування в процес навчання майбутніх учителів технологій зумовлено рядом чинників, зокрема: необхідністю використання

інформаційних технологій у сфері освіти та інших сферах діяльності людини; тим, що системи автоматизованого проектування є потужними складовими комп'ютерної графіки і одним із пріоритетних напрямків у сфері інформаційних технологій; тим, що САПР є найбільш розповсюдженими серед усіх інших графічних систем, які в сучасному інформаційному суспільстві використовуються для проектування і підготовки креслярської документації.

У дослідженні подано власне визначення "*систем автоматизованого проектування в технологічній освіті*" як поліфункціональної системи інформатично-графічних компетентностей, під якими ми розуміємо спеціально організований педагогічний процес, спрямований на підвищення рівня готовності майбутніх учителів технологій свідомо застосовувати програмні й апаратні засоби у майбутній професійно-педагогічній діяльності.

3. Розроблено електронний навчально-методичний комплекс з авторської методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій з метою підвищення рівня готовності майбутніх учителів технологій до використання систем автоматизованого проектування у подальшій професійно-педагогічній діяльності.

Визначено структуру і зміст методики навчання систем автоматизованого проектування у процесі підготовки майбутніх учителів технологій на основі інтеграції електронного навчально-методичного комплексу "Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті" в навчальний процес з урахуванням змістових, організаційних і експлуатаційних вимог, структуру якого представлено у вигляді трьох взаємозв'язаних частин: дидактичної підструктури (нормативні документи, електронний навчальний посібник, лекції-візуалізація, лабораторний практикум, засоби підтримки навчального курсу), ресурсів мережі Інтернет (навчальний web-сайт, освітні портали, вебінари із застосування САПР, інтерактивні on-line і off-line тести, засоби педагогічної комунікації), автоматизованої системи контролю й оцінки рівня готовності майбутніх

учителів технологій використовувати САПР у майбутній професійно-педагогічній діяльності.

Впроваджено в навчальний процес спецпрактикум “Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті”, що містить: навчальну програму, наскрізний електронний навчально-методичний комплекс, методичні рекомендації щодо проведення лекцій та лабораторного практикуму, комплекси завдань, тестів, таблиць, графіків, схем тощо. Це дало змогу сформувати готовність майбутнього вчителя технологій самостійно, свідомо і раціонально організовувати індивідуальну творчу роботу щодо використання систем автоматизованого проектування.

4. Спроектована експериментальна авторська методика навчання систем автоматизованого проектування в процесі підготовки майбутніх учителів технологій містить цільовий, змістовий, операційно-діяльнісний, коригуючий та оцінювально-результативний компоненти, які реалізувалися на кожному етапі експерименту: початковому, базовому, інтегрально-інформатичному та практично-рефлексивному.

Завдання *початкового* етапу – актуалізація у студентів мінімуму необхідних знань, що забезпечують загальнонавчальні вміння використовувати комп’ютер для вирішення навчальних завдань; *базовий етап* має наслідувальний характер оволодіння вміннями, який реалізується шляхом багаторазового відтворення та заучування дій та операцій, що відпрацьовуються; *інтегрально-інформатичний етап* у студентів характеризується проявом високої форми активності та самостійності у процесі практичного застосування набутих знань та попередніх умінь, розширенням сфери пошукової діяльності; в ході *практично-рефлексивного етапу* у студентів формуються поліфункціональні вміння, які забезпечують готовність майбутнього вчителя технологій самостійно, свідомо і раціонально організовувати індивідуальну творчу навчальну діяльність за допомогою САПР.

Обґрунтування основних термінологічних понять дослідження та

аналіз проблеми дали можливість сформулювати п`ять концептуальних положень побудови оптимальної методики навчання систем автоматизованого проектування майбутніх учителів технологій.

5. За допомогою розроблених у дослідженні критеріїв і показників готовності до використання САПР в результаті педагогічного експерименту встановлено, що *оптимальним* рівнем готовності майбутніх учителів до застосування САПР оволоділи 28,35% студентів експериментальних груп проти 4,69% у контрольних, *припустимим* – 66,93% експериментальних груп проти 38,28% у контрольних, *критичним* – 4,72% студентів експериментальних груп проти 50,78% у контрольних. В експериментальних групах *неприпустимого* рівня готовності не виявлено порівняно з респондентами контрольних груп (6,25%).

Формування мотиваційного, теоретичного, практичного і рефлексивного компонентів готовності до використання САПР у студентів експериментальних груп зумовлено професійно спрямованим, поетапно організованим процесом навчання студентів використовувати 3D-технології і пакети прикладних програм – AutoCAD, КОМПАС, SolidWorks і є достатнім для використання систем автоматизованого проектування у майбутній професійно-педагогічній діяльності.

Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми навчання систем автоматизованого проектування майбутнього вчителя технологій у процесі навчання. Перспективними можуть бути такі напрями наукових та науково-методичних розвідок, як вивчення досвіду навчання систем автоматизованого проектування вчителів технологій у країнах Євросоюзу в умовах Болонського процесу тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абросимов С.М. Основы машинной графики САПР изделий машиностроения: Учебное пособие / С.М.Абросимов. – СПб. 2002. – 202 с.
2. 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. – М., 2005. – 261 с.
3. Беспалько В. П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия) – М. : Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 2002. – 352 с.
4. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М: Педагогика, 1989.-192с.
5. Бібліотека електронних навчальних посібників Луцького НТУ [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://lib.lntu.info/book/knit/auvp/2012/12-14/page12.html
6. Білоус Н.В. Проектування підприємств галузі: Курс лекцій для студ. спец. 6.091700 “Технологія зберігання, консервування та переробки молока” ден. та заоч. форм навчання. – К.: НУХТ, 2006. – 130 с.
7. Богуславский А.А. Програмно-методический комплекс на базе образовательной системы Компас-3D LT [Электронный ресурс] / А.А. Богуславский. Режим доступа: http://www.ito.edu.ru/ – Загл. с экрана.
8. Большаков В. П., Бочков А. Л. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor. – СПб.: Питер, 2013. – 304 с.: ил.

9. Бочков А.Л. Трехмерное моделирование в системе Компас-3D (практическое руководство). – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007.

10. Вдовин Р.М. «САПР систем автоматизації в АПК». Навчальний посібник з дисципліни для внутрівузівського використання для підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня “Магістр” виробничого спрямування під керівництвом викладача. – Київ.: Видавничий центр НУБПУ, 2009. – 61 с.

11. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) / Уклад. і головний редактор В.Т. Бусел. – К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2005. – 1728 с.

12. Вербицкий В.В. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход: Метод. пособие. – М.: Высш. шк., 1991. – 207с.

13. Веселовська Г. В. Основи комп’ютерної графіки. Навч. посібник. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 392 с.

14. Виштак, О.В. Дидактические основы разработки педагогического сценария мультимедийного учебного пособия по информатике // Информатика и образование. – 2004. – № 7. – С. 87-90,

15. 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.

16. Гедзик А.М. Система підготовки майбутнього вчителя технологій до викладання курсу креслення в загальноосвітніх навчальних закладах. Автореф. дис. докт. пед. наук / А.М.Гедзик; Національний університет біоресурсів і природокористування України. – Київ, 2011. – 47 с

17. Герасимов А. А. Самоучитель КОМПАС-3D V9. Трехмерное проектирование. – СПб: БХВ-Петербург, 2008. – 400 с.

18. Герасимчук В.П. Формування графічного компоненту у професійно-педагогічній підготовці майбутнього вчителя трудового навчання :

автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 / В.П. Герасимчук; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова – К., 2013. – 20 с.

19. Гервер, Рытвина, Черчение. Компьютерная графика, 2001
20. Гершунский Б.С. Компьютеризация в сфере образования: проблемы и перспективы // Б.С.Гершунский. – М. : Педагогика, 1987. – 263 с.
21. Глазунова О.Г. Методика навчання майбутніх фахівців аграрного профілю засобами комп'ютерної графіки : автореф. дис. канд. пед. наук: спец. 13.00.02 / О.Г. Глазунова; Нац. аграрний ун-т. – К., 2003. – 20 с.
22. Голівер Н.О. Дидактичні умови використання комп'ютерних технологій у процесі навчання студентів вищих технічних навчальних закладів: автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.09 // Волинський держ. ун-т ім. Л. Українки. – Луцьк, 2005. – 20 с.
23. Гоменюк С.І. Об'єктно-орієнтовані моделі і методи аналізу механічних процесів у системі автоматизації проектування : автореф. дис. д-ра техн. наук: спец. 05.13.12 / С.І. Гоменюк; Хар. нац. ун-т радіоелектроніки – Х., 2004. – 36 с.
24. Горанский Г.К., Бендерева Э.И. Технологическое проектирование в комплексных автоматизированных системах подготовки производства. – М.: Машиностроение, 1981. – 456 с.
25. Горбатюк Р. М. Комп'ютерне моделювання у підготовці майбутніх інженерів-педагогів до професійної діяльності // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Педагогіка. – 2009. – № 3. – с. 222-229.
26. Григорьев, С.Г., Гриншкун, В.В. Иерархические структуры как основа создания электронных средств обучения // Информатика и образование. 2004. №7.
27. 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.

28. Денисюк П.Ю. Інформаційне та математичне забезпечення САПР гідравлічних мікроелектромеханічних систем : автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.13.12 / П.Ю. Денисюк; Нац. ун-т «Львівська політехніка» – Л., 2007. – 24 с.

29. Дерешко, Б.Ю. Классификация информационно-коммуникационных образовательных технологий и их использование в учебном процессе вуза // Телекоммуникации и информатизация образования. 2005 № 6 – С. 92-103.

30. Дерешко, Б.Ю., Лукьянов, С.П. Информатизация науки и образования: новые проекты и технологии // Телекоммуникации и информатизация образования. 2004. № 3. – С. 38-47.

31. Деятельный подход к построению учебно-методических материалов: Ю. Г. Татур, Уфа. 1988 – 37 с.

32. 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.

33. Дзюбенко А.А. Новые информационные технологии в образовании // А.А.Дзюбенко. – М., 2000. – 103 с.

34. 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.

35. ДСТУ 2226-93 Автоматизовані системи. Терміни і визначення. Офіційне видання. – К.: Держстандарт України, 1994 – 91 с.

36. Дубравін Ю.Ф. Автоматизовані розрахунки та САПР: Методичні рекомендації щодо самостійного опрацювання матеріалу для студентів спеціальності 7.092202 «Електричний транспорт» усіх форм навчання. – К.: ДЕТУТ, 2013. – 62

37. Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України; головний ред. В.Г. Кремень. – К.: Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с.

38. Ермолович Е.В., Красниченко А.М. Информационно-коммуникационные технологии в управлении самостоятельной учебной деятельностью студентов // Информатика и образование, № 2. – 2005. – С. 102-105.

39. Ефремов О. В. Социальные аспекты современных компьютерных технологий : учебное пособие / О. В. Ефремов, П. С. Беляев. – Тамбов: изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 80 с

40. ЄСКД [Електронний ресурс] – Режим доступу: uk.wikipedia.org/wiki/

41. Єфіменко О. Г. Узагальнений портрет викладача інформаційних технологій / О. Г. Єфіменко, Т. Ю. Морозова // Проблеми освіти. – 2009. – № 60. – С. 63-66.

42. Жалдак М.І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики // М.І. Жалдак. Засоби і технології єдиного інформаційного простору: зб. наук. праць // За ред. В.Ю. Бикова, Ю.О. Жука / Інститут засобів навчання АПН України. – К. : Атіка, 2004. – С. 61-74.

43. Жилина Н.Д. Информационные технологии в процессе преподавании блока геометронрафическнх дисциплин в ВУЗах строительного профиля: автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.08 / Жилина Наталья Дмитриевна – М., 1999. – 26 с.

44. Завізєна Н.С. Дидактичні умови індивідуалізації навчального процесу на основі використання комп'ютерів у педагогічному університеті: дис.

канд. пед. наук : 13.00.04 // Завізєна Наталія Станіславівна. – Кривий Ріг, 2003. – 193 с.

45. Закон України «Про Національну програму інформатизації» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon5.rada.gov.ua/

46. Захарова И. Г. Информационные технологии в образовании: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений // И. Г. Захарова. – М. : Издательский центр»Академия», 2003. – 192 с.

47. Зверева Н.М. Практическая дидактика для учителя: Учебное пособие. – М.: Педагогическое общество России, 2001. – 256 с.

48. Ильина Т.Н. Педагогика. Курс лекций. Учебное пособие для студентов пед. институтов. – М.:Просвещение, 1984. – 496с.

49. Інформатика та обчислювальна техніка: Короткий тлумачний словник / Гондюл В.П., Дерев'янко А.Г., Матвєєв В.В., Прохур Ю.З. – К.: Либідь, 2000. – 320 с.

50. Інформатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В. А. Баженов, Е. З. Криксунов, А. В. Перельмутер, О. В. Шишов. – К. : Каравела, 2004. – 356 с. – (Вища освіта в Україні). – Бібліогр.: 15 назв. – укр.

51. Інформаційні та комунікаційні технології в підготовці викладачів. Керівництво з планування. Юнеско, 2005. – 166 с.

52. Капенов Е.У. Информатизация учебного процесса как составляющая подготовки специалиста, востребованного на рынке труда // Специалист. 2002. №4.-С. 5-7.

53. Капустин Н.М., Кормаков В.С., Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении. М.: Машиностроение, 1985. – 304 с.

54. Карабчевський В.В. Комп’ютерна підтримка зв’язку між операціями над двовимірними і тривимірними моделями: Автореф. дис.. канд. техн. наук / В.В. Карабчевський; Держ. вищ. навч. заклад "Донец. нац. техн. ун-т". – Донецьк, 2006. – 14 с.

55. Катханова Ю.Ф. Особенности использования ЭВМ в обучении начертательной геометрии и черчению / Ю.Ф. Катханова, А.В. Антипова // Теория и методика преподавания начертательной геометрии и черчения в средней и высшей школе. / Моск. гос. пед. ин-т им. В.И. Ленина; [Редкол.: М.Н. Макарова (отв. ред.) н др.] (Межвуз. сб. науч. тр.). – М.: Прометей. – С. 10-27.

56. Климов В.Г. Электронный компьютерный учебник как инструмент обучения конкурентоспособного специалиста на основе информационно-коммуникационных технологий образования // Телекоммуникации и информатизация образования. 2006 № 1 – С. 55-61.

57. Коваленко Н.Д. Методы реализации профессиональной направленности при отборе и построении содержания общеобразовательных предметов в высшей школе. Автореферат канд. пед. наук. Томск, 1995. – 23с.

58. Козлакова Г.О. Теоретичні і методичні основи застосування інформаційних технологій у вищій технічній освіті: монографія // Г.О.Козлакова. – К. : ІЗМН, 1997. – 180 с.

59. Колесникова И. А. Педагогическое проектирование : учеб. пособие [для высш. учеб. заведений] / И. А. Колесникова, М. П. Горчакова. – Сибирская ; [под ред. И. А. Колесниковой]. – М. : Издательский центр “Академия”, 2005. – 288 с.

60. Комп’ютерна графіка [Електронний ресурс] – Режим доступу: uk.wikipedia.org/wiki/Комп%27ютерна_графіка0

61. Комп’ютерна графіка [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.wikipage.com.ua/Informatsiyni_tehnologii/kompyuterna_grafka.html

62. Комплекс рішень АСКОН для машинобудування – Режим доступу: www.ascon.ru

63. Компьютерные чертёжно-графические системы для разработки конструкторской и технологической документации в машиностроении: уч. пособие для нач. роф. образования, под ред. Л. А. Чемпинского, М: Издательский центр «Академия», 2002.

64. Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник / Н. И. Кондаков. – М. : Наука, 1975. – С. 254.

65. Корчак С.Н., Кошин А.А., Ракович А.Г., Синицын Б.И., Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов. Учебник для вузов по спец. «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты» / Корчак С.Н., Кошин А.А., Ракович А.Г., Синицын Б.И. // Под общ. ред. С.Н. Корчака. – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.: ил.

66. Котов Ю.В., Павлова А.А. Основы машинной графики: Учеб. пособие для студентов художественно-графических факультетов пед. ин-тов, – М.: «Просвещение», 1993 -256с.

67. Кошелєва В.С. Методика формування проектувальних умінь у майбутніх інженерів-педагогів економічного профілю засобами комп’ютерних технологій : автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 / В.С. Кошелєва; Українська інженерно-педагогічна академія. – Х., 2008. – 20 с.

68. 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.

69. Кривошеев А. О. Электронный учебник – что это такое? / А. О. Кривошеев // Университетская книга. – 1998. – № 2. – С. 13-15.

70. Кругликов Г.И. Методика преподавания технологии с практикумом: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений – М: Издательский центр «Академия», 2002. – 480 с.

71. Кувшинов С. В. (ІНОТ, РДГУ), Усков Г. Н. (3Д ЛІГА) 3D в освіті: захоплені очікування та реальні тривоги. – Назва з екрану. – Режим доступу: http://www.gosbook.ru.

72. Кустов Ю.А., Осоргин Е.JL, Гусев В.А. Преемственность учения в системе «Школа – профучилшце – колледж – вуз – производство»: Учебное пособие. – Самара: Волжский университе им. В.Н. Татищева, Самарский профессионально-педагогический колледж, 1999. – 257 с.

73. Лагерь А.И. Инженерная графика: Учебник / А.И. Лагерь. – М.: Высшая школа, 2004. – 334 с.

74. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. – СПб: Питер, 2004. – 560 с.

75. Литвин О.Н. Проблемы формировании системы графических знаний и умений у будущих учителей трудового обучения / О.Н. Литвин // Технологическое образование школьников п начале XXI века: Материалы XI Международной научно-практической конференции, 13-15 декабря 2005 года / Под ред. В.Д. Симоненко, М.В. Ретивых. ЮЛ. Хотунцева. Часть 2. – Брянск: РИО БГУ, 2005. – 344 с.

76. Маврин Б.М. Прогнозирование содержания графической подготовки студентов // Информатизация общества и компьютерные технологии в народном хозяйстве. Материалы межрегиональной научно-практической конференции 6-7 февраля 2003г. – Самара: СГГУ, 2003 . – С. 136-137.

77. Макаренко Л.Л. Комп'ютерна грамотність як складова професійної підготовки майбутніх учителів початкової школи: автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.04 // Макаренко Леся Леонідівна. – К., 2007. – 25 с.

78. Малюх В. Введение в современные САПР – Москва, 2010. 192 с.

79. Марченко С.С. Методика навчання майбутніх учителів технологій комп'ютерного моделювання та проектування : автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 / С.С. Марченко; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2013. – 20 с.

80. Махмутов М.И. Принцип профессиональной направленности обучения // Принципы обучения в современной педагогической теории и практике: Межвузовский сборник научных трудов. Челябинск: ЧГПИ, 1985. – 112 с.

81. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2009 – 343 с.

82. Машбиц Е. И. Компьютеризация обучения: Проблемы и перспективы [Текст] / Е. И. Машбиц. – М. : Знание, 1986. – 80 с.

83. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения // Е.И.Машбиц. – М. : Педагогіка, 1988. – 192 с.

84. Меламуд М. Р. Методические основы построения компьютерного учебника для вузов : автореф. дис. ... канд. пед. наук / М. Р. Меламуд. – М., 1998. – 44 с.

85. Методика использования электронного учебника на уроках физики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : (http://www.refodrom.ru/ technique_of_use_of_the_electronicJextbook_at_lessons_of_physics/s/39296/1.1 .html).

86. Методические указания для преподавателей по проверке качества основных видов учебных занятий // Куйбышевский гос. университет, Ю. Г. Татур и др., Куйбышев 1979. – 40 с.

87. Митрофанов В.Г., Калачев О.Н. и др. САПР в технологии машиностроения: Учебное пособие. – Ярославль; Яросл. гос. техн. ун-т, 1995 – 298 с.

88. Моисеев В. Б. Создание учебных электронно-методических комплексов : монография / В. Б. Моисеев, Ю. Е. Усачев, Н. А. Шигина. – Пенза : Технологический институт, 2001. – 116 с.

89. Монахов В.М., Ваграменко Я.А., Петров А.В., Бахтина О.И., Фирсов С.Е., Короткой А.М., Коледа А.В., Каменев А.С. Теория и методика преподавания информатики: Учеб. программа для физико-математических факультетов педагогических университетов. – М., 2001. – 64с.

90. Морзе Н.В. Методична система підготовки майбутніх вчителів інформатики в педагогічних університетах : автореф. дис. д-ра пед. наук : спец. 13.00.02 / Н.В. Морзе; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2003. – 43 с.

91. Мощенко А.В. Электронный учебник как компьютерный учебно-методический комплекс // Телекоммуникации и информатизация образования. 2005. № 3. – С. 82-84.

92. Наукове моделювання [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://uk.wikipedia.org/wiki/Наукове_моделювання.

93. Національна доктрина розвитку освіти України // Проф.-техн. освіта. – 2002.– № 3. – С. 2–8.

94. Нилова В.И. Научно-методические основы формирования конструкторских умений студентов технических вузов средствами инженерной графики: автореф. дис. д-ра пед. наук: 13.00.02. / Нилова Валентина Ивановна. – Воронежский архит.-строит. Університет – М., 2001 – 40 с.

95. 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; Національний університет біоресурсів і природокористування України. – Київ, 2009. – 31 с.

96. Новиков С.П. Применение новых информационных технологий в образовательном процессе // Педагогика. 2003. № 9. – С. 32-38.

97. Новые проекты IBM в области применения информационно-телекоммуникационных технологий в образовании и науке // Телекоммуникации и информатизация образования. 2006. № 1. – С. 75-88.

98. Норенков И.П., Маничев В.Б. Основы теории и проектирования САПР: Учеб. для вузов по спец. «Вычислительные маш., компл., сист. и сети». М. : Высш. шк., 1990. – 335 с.: ил.

99. Образцов, П.И. Информационно-технологическое обеспечение учебного процесса в высшей школе // Телекоммуникации и информатизация образования. 2003. № 2. – С. 25-34.

100. Ожга М.М. Методика навчання систем 3D проектування майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю : автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 / М.М. Ожга; Українська інженерно-педагогічна академія. – Х., 2015. – 20 с.

101. Орлов А.И. Об информационных технологиях обучения в средней и высшей школе // Телекоммуникации и информатизация образования. 2004. № 1. – С. 28-43.

102. Освітні технології: навчально-методичний посібник // О.М. Пєхота, А.З.Кіктенко, О.М.Любарська та ін.; за ред. О.М. Пєхоти. – К. : А. С. К., 2004. – 256 с.

103.Освітній сайт компанії Аскон. – Режим доступа: http://www.edu-ascon.ru

104.Педагогика: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов / Под ред. Ю.К. Бабанского. – М.: Просвещение, 1983. – 608с.

105.Первин Ю.А. Лекции по Роботландии. – М.: КУДИЦ, 1994.

106.Перегудов Ф.А. Системная деятельность учащихся. – М.: Педагогика, 1972. – 94с.

107.Пидкасистый П.И. Самостоятельная деятельность учащихся. – М.: Педагогика, 1972. – 94с.

108.Погонышева, Д.А. Подготовка будущих специалистов экономико-математическими средствами как психолого-педагогическая проблема // Информатика и образование, N° 12. – 2004. – С. 109-110.

109.Подолянчук С., Гуревич Р. Інформаційно- комунікаційні технології під час вивчення курсу “Опір матеріалів” // Трудова підготовка в закладах освіти. – 2002. – №4. – С. 47 – 52.

110.Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров // М: Издательский центр «Академия», 2005. – 272 с.

111.Полат Е.С., Петров, А.Е. Общие требования к электронному учебнику, созданному на базе интернет-технологий // www.ioso.ru/distant/library/publication/5.htm

112.Политехнический словарь. – 2-е изд. М., 1980. – 656 с.

113.Полонский, В.М. П52 Словарь по образованию и педагогике / В.М. Полонский. Высш. шк., 2004. – 512 с.

114.Порев В. Компьютерная графика С-Пб.: БХВ-Петербург, 2002. – 432с.

115.Потемкин А. Трехмерное твердотельное моделирование. – М.: Компьютер Пресс, 2002. – 296 с.

116.Проблемы непрерывной многоуровневой подготовки инженеров-педагогов: Материалы Международной научно-практической конференции (Мозырь, 27-29 мая 1996 г.) – Мозырь: Мозырский государственный педагогический институт, 1996. – 148с.

117.Проблемы развития конструктивного мышления учащейся молодежи в системе непрерывного профессионального образования: Тезисы докладов П научно-методической конференции, Тольятти: Издат. Отдел ТСЭК, 1995. – 72 с.

118.Проектування [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Проектування

119. Пройдаков Е.М., Теплицький Л.А. Англо-український тлумачний словник з обчислювальної техніки, Інтернету і програмування. – Вид. 1– К.: Видавничий дім «СофтПрес», 2005. – 552 с.

120.Пути совершенствования подготовки учителя в педвузе. Тезисы докладов внутривузовской научно-методической конференции. Тольятти, 1993.

121.Райковська Г.О. Теоретико-методичні засади графічної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей засобами інформаційних технологій : автореф. дис. д-ра пед. наук : спец. 13.00.04 / Г.О. Райковська. – К., 2011. – 46 с.

122.Режим доступу: http://3dsmart.com.ua/

123.Режим доступу: http://baltexim.ru.

124.Режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Stratasys

125.Режим доступу: http://labs.autodesk.com/technologies/fusion

126.Режим доступу: http://netfabb.com/basic.php

127.Режим доступу: http://sketchup.google.com/3dwarehouse/

128.Режим доступу: http://www.123dapp.com/Gallery/

129.Режим доступу: http://www.3dvia.com/users/models

130.Режим доступу: http://www.autodesk.ru.

131.Режим доступу: http://www.blender.org

132.Режим доступу: http://www.freecadweb.org

133.Режим доступу: http://www.openscad.org

134.Режим доступу: http://www.printcad.ru.

135.Режим доступу: http://www.shapeways.com/gallery

136.Режим доступу: http://www.sketchup.com

137.Режим доступу: http://www.thingiverse.com

138.Режим доступу: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/344/2013. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року. Указ Президента України від 25 червня 2013 року №344/2013

139.Роберт И.В. НИТ в обучении: дидактические проблемы, перспективы использования // Информатика и образование, 1991. – №4. – С. 18-25.

140.Роберт И.В. Концепция комплексной, многоуровневой и многопрофильной подготовки кадров информатизации образования // И.В. Роберт, О.А. Козлов // Информатика и образование. – 2005. – № 11. – С. 4-13.

141.Роберт И.В. Влияние тенденций информатизации, массовой глобальной коммуникации современного общества на профессиональное образование // Стратегические проблемы высшего образования и инновационного развития России: Материалы российской научно-практической конференции. – Н. Новгород: НИМБ, 2005, – С. 29-33.

142.Родин В. П. Создание электронного ученика : учебное пособие / В. П. Родин. – Ульяновск : УлГТУ, 2003. – 30 с.

143.Розпорядження Кабінету Міністрів України від 27 серпня 2010 р. № 1722-р «Про схвалення Концепції Державної цільової програми впровадження у навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів інформаційно-комунікаційних технологій «Сто відсотків» на період до 2015 року» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon5.rada.gov.ua/

144.Роль самостоятельной работы в развитии конструктивного мышления учащейся молодежи в системе непрерывного профессионального образования: Тезисы докладов Ш научно-методической, конференции, Тольятти: Издат. Отдел ТСЭК, 1996. – 180 с.

145.Рубина Г.В. Информационные технологии в графической подготовке студентов вузов / Г.В. Рубина, В.Ф. Сорока. – Брянск, 1996. – 99 с.

146.Рубинштейн, С.Л. Основы общей психологии. – СПб.: Питер, 2003.– 720 с.

147.Сажко Г.І. Методика формування ергономічних знань та умінь майбутніх інженерів-педагогів в галузі комп'ютерних технологій : автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 / Г.І. Сажко; Українська інженерно-педагогічна академія. – Х., 2006. – 22 с.

148.Сандакова Л. Г. Информационно-технологическая парадигма образования: гуманистическая сущность и концептуальные основы : дис. ... доктора пед. наук / Л. Г. Сандакова. – Улан-Уде, 2003. – 325 с.

149.Саранцев, Г.И. Методическая система обучения предмету как объект исследования // Педагогика. 2005. № 2. – С. 30-36.

150.Семушина, Л.Г. Рекомендации по внедрению современных технологий обучения // Специалист. 2005. № 11. – С. 27-30.

151.Сидоренко В.К. Актуальні проблеми підготовки вчителів трудового навчання в світлі реформування освіти в Україні / В. К. Сидоренко // Трудова підготовка в закладах освіти. – 2004. – № 2. – С. 41–44.

152.Сидорова Л. В. Обучение будущих педагогов проектированию средств мультимедиа-визуализации учебной информации : автореф. дис. ... канд. пед. наук [Текст] / Л. В. Сидорова. – Брянск : Изд-во БГУ, 2006. – 19 с.

153.Синклер А. Большой толковый словарь компьютерных терминов: Русско-английский, англо-русский / А. Синклер. – М.: Вече, 1999. – 510с.: ил. – На обл.: COLLINS. – На рус. яз.: 45.00.

154.Скобелкин А.Н. Мультимедийные технологии в дистанционном обучении // Телекоммуникации и информатизация образования. 2004. № 2. – С. 57-58.

155.Слабко В. М. Професійна підготовка майбутніх учителів технологій до навчання основ дизайну : монографія / Володимир Миколайович Слабко. – Херсон : ФОП Грінь Д. С., 2014 . – 220 с.

156.Слободянюк О. В. Формування вмінь з інженерної і комп’ютерної графіки в умовах дистанційного навчання : автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 / О. В. Слободянюк; Інститут педагогіки НАПН України. – К., 2010. – 20 с.

157.Словарь иностранных слов. – М. : ЮНВЕС, 1997. – 251 с.

158.Словник-глосарій з інженерної та комп’ютерної графіки [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://ito.vspu.net/ENK/2014-2015/ENMK_ingenerna_graf/zmist/словник/index.html

159.Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности: Учеб. пособие для слушателей фак-тов и ин-тов повышения квалификации преподавателей вузов и аспирантов. М.; Аспект Пресс, 1995. – 217с.

160.Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности: Учеб. пособие для слушателей фак-тов и ин-тов повышения квалификации преподавателей вузов и аспирантов. М.; Аспект Пресс, 1995. – 217с.

161.Смирнов А. Н. Проблемы электронного учебника / А. Н. Смирнов // Математика в школе. – 2000. – № 5. – С. 15-16.

162.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.

163.Солянкина Л. Е. Учебно-методический комплекс как средство профессионального саморазвития студентов : дис. ... канд. пед. наук / Л. Е. Солянкина. – Волгоград, 1999. – 217 с.

164.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.

165.Таленс Я. Ф. Работа конструктора / Я. Ф. Таленс. – Л. : Машиностроение, Ленинградское отделение, 1987.

166.Технологические основы ГПС: учебник для студентов машиностроительных спец. вузов // под. ред. Ю.М. Соломенцева М.: 1991 – 240 с.

167.Технология: Конспекты уроков, элективные курсы: 5-9 класс. Сост. Л.П. Барылкина, С.Е. Соколова. – М.: 5 за знания, 2006. – 208 с.

168.Федорина Т.П. Формування конструкторських умінь студентів агротехнічних спеціальностей у процесі навчання нарисної геометрії та інженерної графіки : автореф. дис. канд. пед. наук :спец. 13.00.02 / Т.П. Федорина; НАПН України, Ін-т педагогіки. – К., 2011. – 20 с.

169.Федорова А.А. Повышение педагогической квалификации в контекстном обучении: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. пед. наук : 13.00.01 МГУ им. М. В. Ломоносова, М.: 1989, – 21с.

170.Фещук Ю.В. Методика розвитку просторового мислення майбутніх учителів технологій засобами комп'ютерної графіки: Автореф. дис. канд. пед. наук / Ю.В. Фещак; Національний університет біоресурсів і природокористування України. – Київ, 2009. – 23 с.

171.Хокс Б. Автоматизированное проектирование и производство. Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 296 с., ил.

172.Христочевский С. А. Методические основы проектирования электронных учебников / С. А. Христочевский // Проектирование образовательных информационных ресурсов, систем и технологий : сб. докладов, сообщений. – М., 1998. – С. 9-17.

173.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.

174.Цветков В.Д. Системно-структурное моделирование и автоматизация проектирования технологических процессов. М. : Наука и техника, 1979. – 264 с.

175.Шамова Т.И. Активизация учения школьников. – М.: Педагогика, 1982. – 208с.

176.Шевчук Л.Д. Методична система навчання основ прикладної інформатика у підготовці майбутніх учителів технологій : автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 / Л.Д. Шевчук; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2013. – 20 с.

177.Юркова Т.А. Самостоятельная образовательная деятельность школьников с использованием нелинейных учебных текстов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата

педагогических наук. Специальность 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования. Санкт-Петербург. – 2003.

178.Юсупова М.Ф. Застосування нових інформаційних технологій в графічній підготовці студентів вищих навчальних закладів : автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 / М.Ф. Юсупова; Нац. пед. ун-т ім. М.П.Драгоманова. – К., 2002. – 19 с.

179.Юсупова М.Ф. Методика інтерактивного навчання графічних дисциплін у вищих технічних навчальних закладах: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук. – К.: АПН України, 2010. – 29

180.Яворик Ю.В. Система застосування графічних комп'ютерних програм у підготовці майбутніх фахівців з дизайну : автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.04 / Ю.В. Яворик; Інститут вищої освіти АПН України. – К., 2008. – 22 с.

181.Яшанов С.М. Формування у майбутніх учителів умінь і навичок самостійної навчальної роботи у процесі використання нових інформаційних технологій: автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.09 // Яшанов Сергій Микитович. – К., 2003. – 24 с.

182.Яшанов С. М. Віртуальні машини в системі інформаційно-навчального середовища вищого закладу освіти. Інформаційні технології і засоби навчання: електронне наукове фахове видання [Електронний ресурс] / С. М. Яшанов ; Ін-т інформ. технологій і засобів навчання АПН України, Ун-т менеджменту освіти АПН України ; гол. ред. : В. Ю. Биков. – 2010. – № 2 (16). – Режим доступу : http://www.ime.edu-ua.net/em16/emg.html. – Заголовок з екрана.

183.Яшанов С. М. Координація взаємодії учасників процесу дистанційного навчання з використанням Інтернет-технологій / С. М. Яшанов // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова.

Сер. 5 : Педагогічні науки: реалії та перспективи. – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2009. – Вип. 18. – С. 302-309.

184.Яшанов С. М. Створення і розвиток мережевих освітніх товариств / С. М. Яшанов, Л. Л. Макаренко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Сер. № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи : збірник наукових праць / за ред. В. Д. Сиротюка. – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2009. – Вип. 19. – С. 226-233.

185.Гончаренко С. У. Український педагогічний словник / С. У. Гончаренко. – К. : Либідь, 1997. – 376 с.

186.Макаренко Л. Л. Впровадження інформаційних технологій в освітню галузь (ретроспективний погляд) / Л. Л. Макаренко// Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Пед. науки: реалії та перспективи. – Випуск 30 : зб. наук. праць. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2011. – С. 132-137.

187.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.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Терміни, що найчастіше зустрічаються в системі КОМПАС:

- *ескіз* – це плоска фігура, на основі якої утворюється об'ємний об'єкт (у традиційній графіці термін «ескіз» означає зображення предмета, виконане від руки і в окомірному масштабі);
- *видавлювання* – операція, що дає змогу створити нове тіло шляхом переміщення ескізу в напрямку, перпендикулярному його домінуючій координатній площині;
- *вирізання* – операція, що за допомогою якої з деталі вираховують формотворний елемент, що представляє собою тіло видавлювання;
- *приклеювання* – операція, що дозволяє додати до деталі формотворний елемент, що представляє собою тіло видавлювання;
- *тип* – спосіб виконання якої-небудь операції;
- *стиль* – це набір властивостей об'єкта, які впливають на його зображення;
- *булеві операції* – операції об'єднання, віднімання і перетин об'ємних тіл між собою;
- *крива Безе* – це крива, що складається з гладко зістикованих поліномів четвертого порядку, кожен з яких побудований на чотирьох опорних точках. Крайні з цих чотирьох точок задаються користувачем, а середні обчислюються, виходячи з умови безперервності похідної кривої, і лежать на векторі похідної;
- *контур* – це будь-який лінійний об'єкт або сукупність послідовно з'єднаних графічних об'єктів (відрізків, дуг тощо);
- *прив'язка* – механізм, що дає змогу точно задати (позиціонувати)

положення курсору, вибравши умови його позиціонування (наприклад, у вузлах сітки, або в найближчій характерній точці, або на перетині об’єктів тощо);

- *сплайн* – гладка крива, що проходить через заданий набір точок (вузлів);
- *тип лінії* – накреслення лінії;
- *фрагмент* – документ КОМПАС-3D (тип файлу *.frw), без об’єктів оформлення. У фрагменті немає рамки, основного напису, видів, знаку невказаної жорсткості і технічних вимог;
- *лист* – документ КОМПАС-3D (тип файлу *.cdw), що складається з видів, технічних вимог, основного напису креслення і позначення жорсткості невказаних поверхонь деталі (знака незазначеної жорсткості);
- *дерево побудови* – це представлена в графічному вигляді послідовність елементів, складальних деталей; вони відображаються в дереві у порядку формування;
- *орієнтація* – положення деталі по відношенню до спостерігача;
- *відображення* – спосіб виведення об’ємної деталі на екран (з тонкими невидимими лініями, без невидимих ліній, каркас).

Додаток 2

Проведення опитування студентів 2 курсу напряму підготовки 6.010103 «Технологічна освіта» з метою виявлення рівня готовності до вивчення систем автоматизованого проектування

АНКЕТА

Шановні студенти! Будемо вдячні Вам за участь у нашому опитуванні. Анкетування проводиться з метою здійснення наукових досліджень і є цілком анонімним. Просимо вас дати об'єктивні відповіді на всі поставлені питання.

1. В якому населеному пункті Ви навчалися в загальноосвітньому навчальному закладі? ☐ місто ☐ село

2. Виберіть один із варіантів, який характеризує рівень викладання інформатики у вашій школі. ☐ високий ☐ достатній ☐ середній ☐ низький

3. Вкажіть, до якого з рівнів можна віднести Ваші практичні навички роботи за комп'ютером? ☐ високий ☐ достатній ☐ середній ☐ низький

4. Чи маєте Ви комп'ютер (ноутбук) у себе вдома?
☐ так ☐ ні
☐ бажання є, але не можу дозволити собі через високу ціну

5. Чи використовували Ви комп'ютер під час навчання в школі на уроках технологій? ☐ так ☐ ні

6. Якщо Ви користувалися комп'ютером на уроках технологій, то вкажіть, в яких програмах працювали _____

7. Вкажіть один із варіантів відповідей який характеризує Ваш рівень роботи в графічних редакторах.
☐ високий ☐ достатній ☐ середній ☐ низький ☐ ніколи не працював

8. Чи знайоме Вам поняття "САПР"?
☐ так ☐ ні

9. Які САПР Ви можете назвати _____

10.В яких САПР Ви працювали _____

11.На Вашу думку, чи повинен майбутній учитель технологій вміти працювати в комп'ютерних програмах, призначених для проектування і моделювання? ☐ так ☐ ні

12.Чи плануєте Ви самостійно або на комп'ютерних курсах вчитися працювати в комп'ютерних програмах, призначених для роботи з графікою? ☐ так ☐ ні

Додаток 3

Проведення опитування студентів 4 курсу напряму підготовки 6.010103 “Технологічна освіта” з метою дослідження проблеми “Методика навчання САПР майбутніх вчителів технологій”.

АНКЕТА

Шановні студенти! Просимо Вас відповісти на питання анкети. Анкетування проводиться з метою здійснення наукових досліджень і є цілком анонімним. Просимо вас дати об’єктивні відповіді на всі поставлені питання.

1. Яке значення мають отримані знання і практичні навички в процесі вивчення спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті” для вашої майбутньої професійно-педагогічної діяльності? _____

   _____

2. Чи викликає у Вас зацікавленість вивчення навчального матеріалу який викладався в межах спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті”?

   ☐ так ☐ ні

3. Якщо Ви дали негативну відповідь на питання № 2, назвіть, будь ласка, причини Вашої низької зацікавленості вивченням навчального матеріалу з спецпрактикуму “САПР в технологічній освіті”?

   _____

4. Чи будете Ви використовувати САПР у своїй професійно-педагогічній діяльності в школі на уроках технологій?

   ☐ так ☐ ні

5. Якщо Ви дали позитивну відповідь на питання № 4, назвіть з якою метою Ви плануєте використовувати САПР в професійно-педагогічній діяльності?

   _____

6. Чи будете Ви використовувати САПР для здійснення проектування і 3D-моделювання для власних потреб?

   ☐ так ☐ ні

7. На Вашу думку, яка із перерахованих САПР найбільш доступна для навчання (наявність студентських безкоштовних версій)?
   ☐ AutoCAD ☐ КОМПАС ☐ SolidWorks

8. На Вашу думку, для якої з перерахованих САПР виготовлено найбільшу кількість навчального контенту (методичні посібники, відео уроки тощо)?
   ☐ AutoCAD ☐ КОМПАС ☐ SolidWorks

9. На Вашу думку, яка з перерахованих САПР найбільш доступна в освоєнні (зручний і зрозумілий інтерфейс програми)?
   ☐ AutoCAD ☐ КОМПАС ☐ SolidWorks

10. На Вашу думку, яка з перерахованих САПР має найбільшу сумісність стандартів з іншими САПР і периферійними пристроями?
    ☐ AutoCAD ☐ КОМПАС ☐ SolidWorks

11. На Вашу думку, яка з перерахованих САПР має найбільшу популярність?
    ☐ AutoCAD ☐ КОМПАС ☐ SolidWorks

12. На Вашу думку, чи повинен майбутній учитель технологій вміти працювати в комп'ютерних програмах призначених для проектування і 3D-моделювання? ☐ так ☐ ні

13. На Вашу думку, на якому курсі необхідно розпочинати вивчення комп'ютерної графіки і САПР майбутнім учителям технологій? _____

14. На Вашу думку, чи створені умови навчання у педагогічному вузі для вивчення комп'ютерної графіки і САПР?
    ☐ так ☐ ні

15. Чи плануєте Ви самостійно або на курсах вдосконалювати ваш рівень практичних навичок роботи з комп'ютерною графікою?
    ☐ так ☐ ні

Додаток 4

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М.П. ДРАГОМАНОВА
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ

«ЗАТВЕРДЖЕНО»
на засіданні Вченої ради
НПУ імені М.П.Драгоманова
“____”_____20___р.
Протокол №_____
Голова Вченої ради, ректор
акад. В.П.Андрущенко
_____

СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ
В ТЕХНОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ
(назва навчальної дисципліни)

ПРОГРАМА
спецпрактикуму

підготовки бакалавр
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму 6.010103 Технологічна освіта
(шифр і назва напряму)

спеціальності Бакалавр технологічної освіти
(шифр і назва спеціальності)

Київ – 2011 р.

Розроблено та внесено: в Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова.

Розробники програми:

Шпильовий Юрій Вікторович, старший викладач кафедри інформаційних систем і технологій Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова.

Обговорено та рекомендовано до видання Президією Науково-методичної комісії з напряму підготовки 0101 Педагогічна освіта

(шифр і назва напряму)

“____” _____ 2011 року, протокол №__

І. ВСТУП

Програму спецпрактикуму “Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті” (САПР) складено відповідно до програми підготовки **бакалавр,** напряму підготовки **6.010103 Технологічна освіта**.

Предметом вивчення спецпрактикуму “Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті” є фахова підготовка майбутніх учителів технологій, що забезпечує використання ними САПР у майбутній педагогічній діяльності.

Метою викладання спецпрактикуму “Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті” є формування у студентів знань, вмінь та практичних навичок, які необхідні майбутнім учителям технологій для впровадження систем автоматизованого проектування в навчально-виховний процес та використання в своїй майбутній діяльності, а також формування у студентів інформатично-графічних компетенцій, пов’язаних з використанням теоретичних знань та практичних навичок у галузі автоматизованого проектування.

Вивчення спецпрактикуму “Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті” передбачає ознайомлення майбутніх учителів технологій з: історією розвитку та основними видами існуючих на сьогодні САПР відповідно до їх призначення; структурою та їх практичним застосуванням для вирішення проектно-конструкторських і технологічних задач; застосуванням систем автоматизовано проектування в різних галузях народного господарства. Вивчення спецпрактикуму забезпечить оволодіння студентами практичних навичок зі створення креслень плоских деталей, тривимірних об’єктів та формування збірок засобами таких комп’ютерних програм, як AutoCAD і SolidWorks.

Вивчення поданого у програмі спецпрактикуму навчального матеріалу ґрунтується на міжпредметних зв’язках дисципліни “САПР в технологічній освіті” з іншими навчальними дисциплінами такими як “Креслення”,

“Комп’ютерна графіка”, “Сучасні інформаційні технології”.

Основними ***завданнями*** вивчення спецпрактикуму є:

– формування уявлення про сучасні системи автоматизованого проектування та їх вплив на науково-технічний і соціально-економічний розвиток суспільства;

– ознайомлення студентів з прикладним програмним забезпеченням, яке використовується для підтримки проектних робіт у різних галузях господарства.

– отримання практичних навичок роботи з сучасними САПР та можливості їх використання для вирішення різних завдань, пов’язаних з професійною діяльністю;

У результаті вивчення спецпрактикуму студенти повинні ***знати:***

– класифікацію, структуру, призначення та основні принципи САПР;

– основну термінологію в галузі автоматизованого проектування;

– види забезпечення САПР та їх призначення;

– склад і основні характеристики підсистем САПР і базових програмно-методичних компонентів;

– вплив сучасних інформаційних технологій на науково-технічний і соціально-економічний розвиток суспільства;

– особливості тривимірного проектування в AutoCAD і SolidWorks;

– способи обміну інформацією між різними системами;

– основні методи геометричного та параметричного моделювання.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні ***вміти:***

– використовувати САПР для розв’язання задач проектування, створення проектно-конструкторської документації;

– ефективно використовувати системи автоматизованого проектування в начальному процесі та своїй майбутній професійній діяльності;

– працювати в графічному середовищі AutoCAD та інших САПР;

– створювати тривимірні об’єкти, отримувати види, проекції і перетини,

віднімати об’єкти і об’єднувати їх, використовуючи AutoCAD і SolidWorks;

- здійснювати процес створення збірок у системі SolidWorks.

На вивчення спецпрактикуму відводиться ***72години/2 кредити*** ECTS.

Викладається спецпрактикум у 8 семестрі на четвертому курсі для студентів напряму підготовки “Технологічна освіта”.

Лабораторні заняття проводяться в навчальних комп’ютерних аудиторіях, під час яких студенти виконують завдання, передбачені тематикою навчальної програми. Під час самостійної роботи студенти здійснюють теоретичну підготовку з відповідних тем лекційного курсу і лабораторних робіт, використовуючи електронний навчально-методичний комплекс “САПР в технологічній освіті”.

ІІ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Лабораторні	Практичні	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ					
Тема 1. Визначення поняття САПР. Класифікація САПР. Історичний огляд розвитку САПР.	3	1			2
Тема 2. Стадії створення САПР. Види забезпечення САПР.	3	1			2
Тема 3. Цілі і задачі САПР. Стандарти ISO. Роль САПР у виробничому процесі.	3	1			2
Тема 4. Геометричне та параметричне моделювання в САПР. 3D-моделювання.	3	1			2
Тема 5. 3D-моделювання в системі AutoCAD.	20	2	8		10
Разом за змістовим модулем 1	**32**	**6**	**8**		**18**
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ІНТЕГРОВАНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ					
Тема 6. Огляд сучасних САПР (низький, середній, високий рівні).	3	1			2
Тема 7. Інтегровані системи CAD/CAM/ CAE/PDM/PLM.	3	1			2
Тема 8. САПР у галузях народного господарства (машинобудуванні, будівництві, легкій промисловості, меблевій індустрії тощо). Альтернативні САПР.	3	1			2
Тема 9. 3D-моделювання в системі SolidWorks.	11	1	4		6
Тема 10. Створення збірок у системі SolidWorks.	11	1	4		6
Тема 11. Поняття про швидке прототипіювання. Підготовка до 3D-друку.	9	1	2		6
Разом за змістовим модулем 2	**40**	**6**	**10**		**24**
Усього годин	**72**	**12**	**18**		**42**

ІІІ. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Основи автоматизованого проектування

Тема 1. Визначення поняття “САПР”. Цілі та передумови створення САПР. Класифікація САПР. Апаратні і програмні компоненти САПР. Вимоги до САПР. Історичний огляд розвитку САПР.

Тема 2. Стадії створення САПР (передпроектні дослідження, технічне завдання, технічна пропозиція, ескізне проектування, робоче (технічне) проектування, виготовлення, випробовування, введення в дію). Види забезпечення САПР (математичне, технічне, програмне, інформаційне, лінгвістичне, методичне і організаційне забезпечення САПР). Оптимізація процесу розробки виробу засобами САПР.

Тема 3. Цілі і задачі. Роль САПР у виробничому процесі. Комплекси САПР (програмно-методичні, програмно-технічні). Склад технічних засобів САПР. Стандарти ISO. Роль САПР у виробничому процесі.

Тема 4. Геометричне та параметричне моделювання в САПР. 3D-моделювання. Об’єкти проектування САПР, їх характеристика, види і призначення. Поняття проектування. Процес проектування з інформаційного погляду. Геометричне моделювання в САПР (каркасне моделювання, поверхневе моделювання, твердотіле моделювання). Параметричне моделювання в САПР (таблична параметризація, ієрархічна параметризація, варіаційна параметризація, геометрична параметризація, асоціативне конструювання, об’єктно-орієнтоване конструювання).

Тема 5. Проектування 3D-об’єктів в системі AutoCAD. Поняття про твердотільне моделювання в AutoCAD-3D. Створення твердотільних моделей деталей. Команди видавлювання, обертання, кінематичної операції. Створення складних тіл за допомогою булевих операцій. Перетини і розрізи. Робота з бібліотеками. Редагування тривимірних об’єктів, поворот навколо осі, вирівнювання об’єктів, дзеркальне відображення відносно площини, обрізка і подовження тривимірних об’єктів, побудова перетинів, отримання

розрізів. Візуалізація тривимірних моделей. Тонування моделей. Отримання комплекту двомірних креслень з тривимірної моделі.

Змістовий модуль 3. Інтегровані засобів автоматизації проектування

Тема 6. Огляд сучасних САПР. Огляд основних САПР, що застосовуються в різних галузях людської діяльності. Високий, середній і низький рівні САПР. Знайомство з найбільш популярними САПР (AutoCAD, Autodesk Inventor, ArchiCAD, Компас, T-FLEX, SolidWorks та ін.).

Тема 7. Інтегровані системи CAD/CAM/CAE. Інтеграція CAD і CAM систем. Системи управління проектами PDM. Системи управляння життєвим циклом виробу PLM.

Тема 8. САПР у галузях народного господарства (машинобудування, будівництво, легка промисловість, меблева індустрія тощо). Огляд САПР за галузями народного господарства (машинобудування, САПР в електроніці, САПР для дизайну одягу і меблів). Альтернативні САПР. Автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва. Системи управління даними.

Тема 9. Проектування в системі SolidWorks. Загальні відомості про програму SolidWorks. Основні принципи роботи в програмі SolidWorks. Основні елементи інтерфейсу. Інструменти SolidWorks. Побудова ескізу. Геометричне проектування. Проставляння розмірів на ескізі. Основні прийоми роботи при твердотільному проектуванні. Створення тривимірної моделі. Можливості параметризації в SolidWorks. Створення конфігурацій за допомогою таблиці параметрів. Управління режимом відображення деталі. Поняття про дерево конструювання. Створення креслярських видів. Додавання розмірів до креслення. Створення і використання шарів у SolidWorks. Налаштування відображення виносних і розмірних ліній.

Тема 10. Створення збірок у системі SolidWorks. Створення тривимірної моделі збірки. Редагування збірок. Додавання в збірку стандартних виробів і однакових компонентів. Способи проектування зверху вниз, знизу вгору, змішаний. Основні правила редагування. Створення складальних креслень,

правила створення, виносні елементи, позиції. Оформлення складальних креслень. Налаштування параметрів і розрахунок характеристик моделей. Створення асоціативних видів.

Тема 11. Поняття про швидке прототипіювання. Підготовка до 3D-друку в середовищі Google SketchUp. Огляд сучасних 3D-принтерів. Методичні рекомендації щодо виправлення полігональної сітки. Витратні матеріали для 3D-принтерів (полілактид, АБС-пластик, нейлон, полікарбонат).

IV. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Методи навчання: лекції із застосуванням мультимедійного обладнання та розробленим візуальним супроводженням дисципліни, лабораторні заняття; виконання індивідуальних завдань.

Методичне забезпечення: опорні конспекти лекцій; нормативні документи; електронний навчально-методичний комплекс (ЕМНК) “САПР в технологічній освіті”; ілюстративні матеріали; методичні рекомендації.

Лабораторні заняття проводяться в навчальній комп’ютерні аудиторії, під час яких студенти виконують завдання, передбачені тематикою навчальної програми. Під час самостійної роботи студенти здійснюють теоретичну підготовку з відповідних тем лекційного курсу і лабораторних робіт та готуються до захисту лабораторних робіт та модульних контрольних робіт. Індивідуальна робота передбачає проведення модульних контрольних робіт, захист лабораторних робіт.

Орієнтовна тематика лабораторних робіт

3D-моделювання в системі AutoCAD.

1. Основні елементи інтерфейсу в режимі 3D. Тривимірна система координат.
2. Базові типи 3D-моделей. Створення, об’єднання, вилучення та перетинання областей.

3. Команди побудови твердотільних 3D-об’єктів.
4. Редагування твердотільних 3D-об’єктів.
5. Візуалізація тривимірних моделей. Тонування моделей. Отримання двомірних креслень з тривимірної моделі.

3D-моделювання в системі SolidWorks

1. Введення в систему SolidWorks. Загальні відомості про систему SolidWorks.
2. Побудова ескізів твердотільних моделей. Команди побудови твердотільних 3D-об’єктів.
3. Створення тривимірної моделі. Управління режимом відображення деталі. Поняття про дерево конструювання.
4. Створення креслень деталей. Створення основного напису в SolidWorks. Створення креслярських видів.
5. Створення збірок в системі SolidWorks. Редагування збірок в системі SolidWorks.
6. Створення складального креслення і специфікації.

V. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

Поточне тестування та самостійна робота												
Змістовий модуль №1						**Змістовий модуль №2**						**Сума**
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	Т11	Т12	**100**
5	**10**	**5**	**5**	**5**	**20**	**5**	**5**	**10**	**10**	**10**	**10**	

VI. ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

Оцінювання навчальних досягнень студентів здійснюється за 100-бальною шкалою університету, яка відповідно переводиться в національну шкалу (“відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно”) та шкалу ECTS.

Кожен модуль містить бал оцінки поточної роботи студента на лабораторно-практичних заняттях. Заходи з модульного контролю проводяться після завершення вивчення навчального матеріалу цього модуля. За згодою студента, до відомості обліку успішності може бути проставлена залікова оцінка на підставі поточного рейтингового балу.

Студент має право підвищувати оцінку “добре”, “задовільно”, отриману за результатами поточного контролю, склавши семестровий екзамен.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	**Оцінка ECTS**	**Оцінка за національною шкалою**	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	**для заліку**
90 – 100	**A**	відмінно	зараховано
80-89	**B**	добре	
70-79	**C**		
65-69	**D**	задовільно	
60-64	**E**		
35-59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	**F**	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

VII. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

Для визначення рівня оволодіння студентами навчальним матеріалом та оцінювання їх академічних досягнень, що має на меті підвищення відповідальності за якість навчання та формування вмінь аналізувати й контролювати особисту діяльність, рекомендується застосовувати такі критерії:

Творчий рівень. Студент вільно володіє навчальним, успішно розв’язує завдання підвищеної складності, аргументовано висловлює свої думки,

виявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань, під час виконання самостійної роботи.

Високий рівень. Студент володіє навчальним матеріалом у межах програми навчальної дисципліни на творчому рівні, проте у відповідях допускає неточності.

Достатній рівень. Студент володіє певним обсягом навчального матеріалу, здатний його аналізувати, проте не має достатніх знань та вмінь для формулювання висновків, допускає суттєві неточності.

Задовільний рівень. Студент володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або володіє частиною навчального матеріалу, вміє використовувати знання в стандартних ситуаціях.

Низький рівень. Студент володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно.

Незадовільний рівень. Студент не володіє навчальним матеріалом.

Вивчення кожного змістового модуля навчальної програми закінчується модульною контрольною роботою, метою якої є перевірка рівня теоретичних знань та практичного їх застосування, у результатів опанування певної частини навчального матеріалу, що складає завершений навчальний модуль.

Модульна контрольна робота складається з набору тестових завдань, оцінювання яких здійснюється за критеріями: визначення правильної відповіді на поставлені запитання тесту; правильність та повнота відповіді на поставлені запитання тесту; виконання практичного завдання, вміння студента використовувати теоретичні знання на практиці.

Аналогічно оцінюється вхідний контроль, який проходить у письмовій формі і є набором тестових завдань. Вхідний контроль проводиться з метою визначення рівня знань студентів, набутих на попередньому етапі підготовки.

Контроль під час аудиторних занять проводиться систематично з метою з’ясування рівня розуміння, засвоєння та оволодіння навчальним матеріалом студентами.

Основними формами проведення цього виду контролю є виконання та захист лабораторно-практичних робіт.

Захист лабораторних робіт представляє собою усну відповідь на запитання викладача в межах теми лабораторної роботи. При оцінці усної відповіді враховуються: знання теоретичного матеріалу з відповідної теми; цілісність та повнота відповіді на поставлені запитання; оперування науковими визначеннями та поняттями; термінологічна та технічна грамотність відповіді; логічність та лаконічність викладу матеріалу; вміння довести свою думку; вміння супроводжувати відповідь графічними засобами.

Контроль самостійної (індивідуальної) роботи студентів, спрямований на виявлення: рівня розвитку пізнавальних здібностей та творчої ініціативи студентів, самостійності, відповідальності та організованості; рівня сформованості самостійного мислення, здібностей до саморозвитку, самовдосконалення та самореалізації; рівня опанування студентами елементів методики наукових досліджень.

Основними видами контролю самостійної роботи студентів у процесі вивчення спецпрактикуму “Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті” є оцінювання рефератів, проектів зі створення дидактичного матеріалу в електронному вигляді.

Самостійна робота студента оцінюється за критеріями:

1) вміння студентів орієнтуватися в інформаційних потоках; працювати з науковими джерелами;

2) підбирати та узагальнювати матеріали, необхідні для вирішення визначеного кола завдань;

3) уміння самостійно обирати способи і засоби виконання роботи;

4) здатність самостійно приймати раціональні рішення і нести за них відповідальність;

5) здійснення ефективного самоконтролю і саморегулювання в навчальній діяльності;

6) здатність до економічного аналізу та прийняття оптимальних в

економічному відношенні рішень у процесі виконання роботи.

VIII. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Алямовский А. А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике – БХВ – Петербург, 2005. – 800 с.
2. Банах Д., Джонс Т., Каламейа А. Autodesk Inventor. – М.: Лори, 2006. – 714 с.
3. Глушаков С. В., Любак А. В., Седых А. В. AutoCAD 2008. – М.: АСТ, 2008. – 448 с.
4. Зуев С.А., Полещук Н.Н. САПР на базе AutoCAD – как это делается. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 1168 с.
5. Каламейа А., Уилсон Дж. Трехмерное моделирование в AutoCAD 2004. Визуальный курс.: Пер.с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 616 с.: ил.
6. Компас-3D V12. Руководство пользователя. Том I. – СПб.: ЗАО АСКОН, 2010. – 416 с.
7. Компас-3D V12. Руководство пользователя. Том II. – СПб.: ЗАО АСКОН, 2010. – 380 с.
8. Кондаков А. И. САПР технологических процессов: учебник для вузов/ А. И. Кондаков. – М.: Академия, 2007.
9. Кунву Ли. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) – СПб.: Питер, 2004 г. – 560 с.
10. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с.: ил.
11. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования. – Изд-во МГТУ им. Баумана, 2006. – 448 с.
12. Полещук Н.Н. AutoCAD 2007. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 1120 с.
13. Руководство пользователя по Компас-Вертикаль. М.: ЗАО АСКОН, 2008. – 240с.
14. Семенов І.В., Перепелиця Є.О. Новітні засоби створення конструкторсько-графічної документації. – Київ: НПУ, 2006. – 106 с.

Додаткова

1. Трофимов С. А. CASE-технологии. Практическая работа в Rational Rose. — М.: Бином, 2002. — 284 с.
2. Ушаков Д. Введение в математические основы САПР – Новосибирск, 2006.
3. Ушаков Д. Энциклопедия PLM – Новосибирск, 2008.
4. CALS/ИЛП-технологии. Интегрированная логистическая поддержка изделий на этапе эксплуатации: Web-страница: http://trim.ru/ru/solut_cspc.html
5. Тику Ш. Эффективная работа: SolidWorks 2004. – СПб.:Питер, 2005. – 768 с.

Додаток 5

Створення електронного підручника засобами SunRav BookOffice

Впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в освіту призвело 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 тестуюча система.

Розглянемо коротко призначення, склад і технологію створення електронного підручника засобами SunRav BookOffice.

Пакет програм SunRav BookOffice призначений для створення і перегляду різних електронних книг і підручників. Складається з двох модулів:

– SunRav BookEditor – призначений для створення редагування електронних книг і підручників.
– SunRav 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.

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).

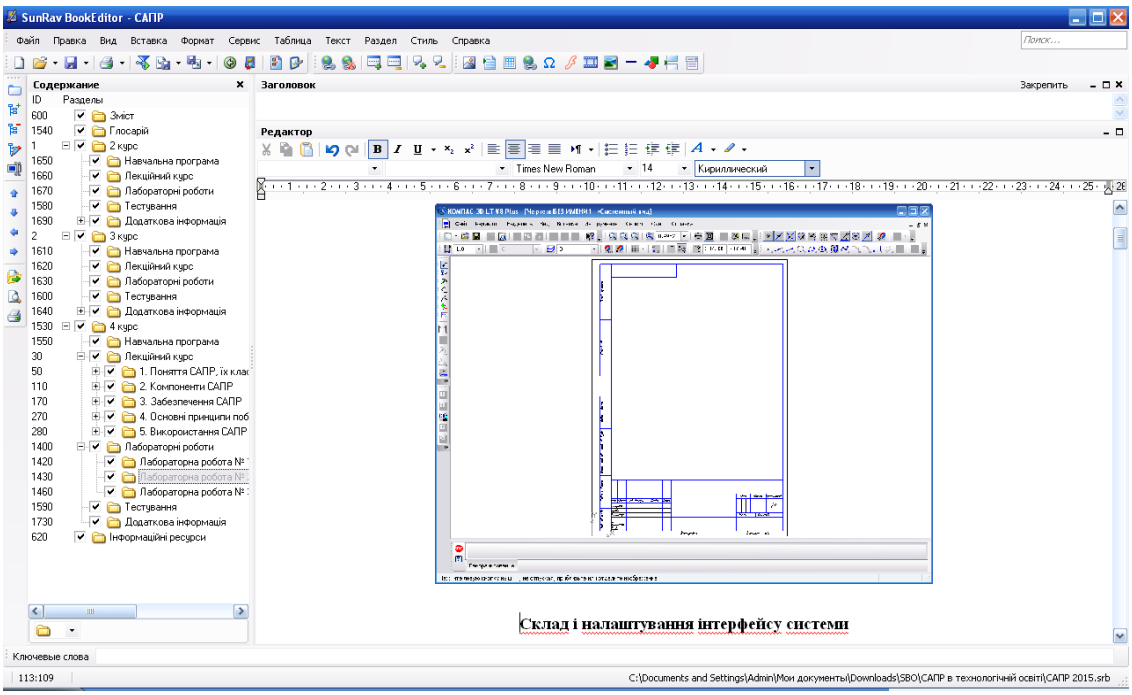


Рис. 1. Зовнішній вигляд програми SunRav BookEditor

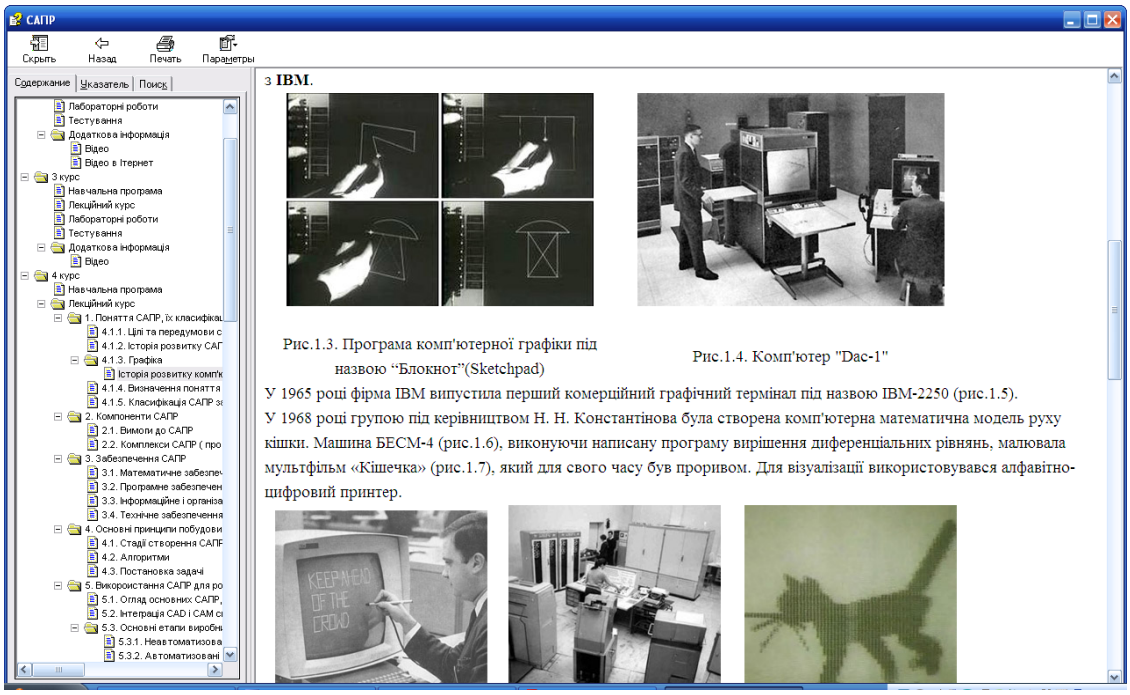
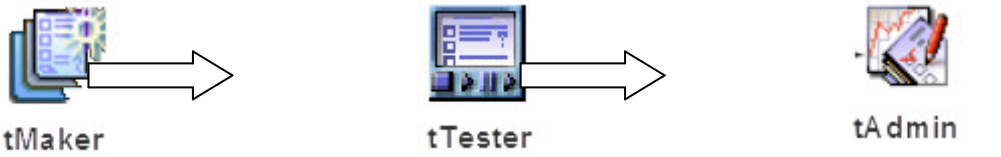


Рис. 2. Зовнішній вигляд ЕНМК "САПР в технологічній освіті" створено за допомогою програми SunRav BookEditor

Додаток 6

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):



створення тестів — проведення тестування — обробка результатів

Рис. 1. Послідовність роботи з програмами пакету SunRav TestOfficePro

Модуль *tMaker* – призначений для створення тестів (рис. 2).

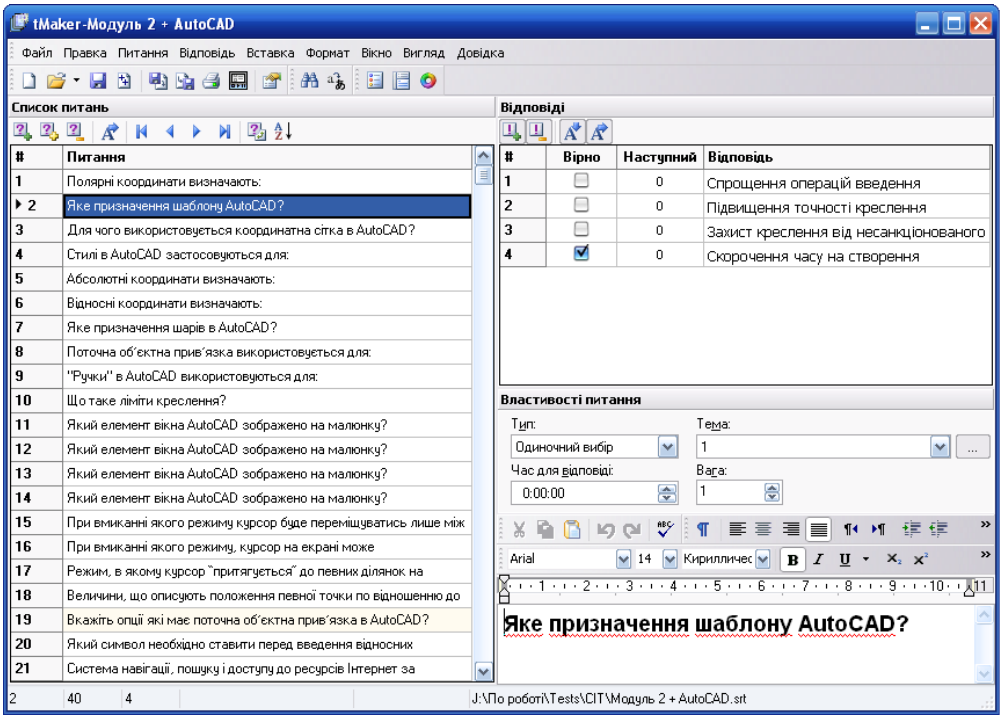


Рис. 2. Модуль tMaker, який входить до пакету SunRav TestOfficePro

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).

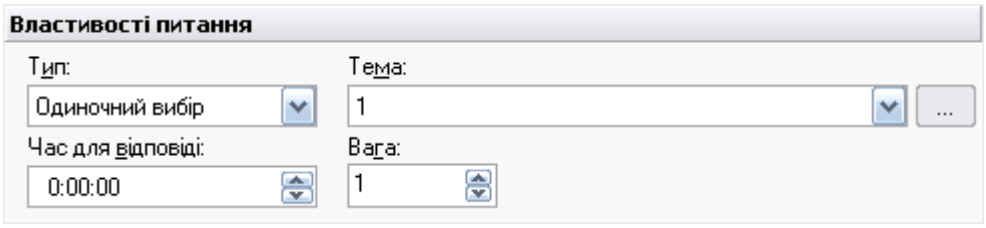


Рис. 3. Типи питань в програмі SunRav TestOfficePro

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.

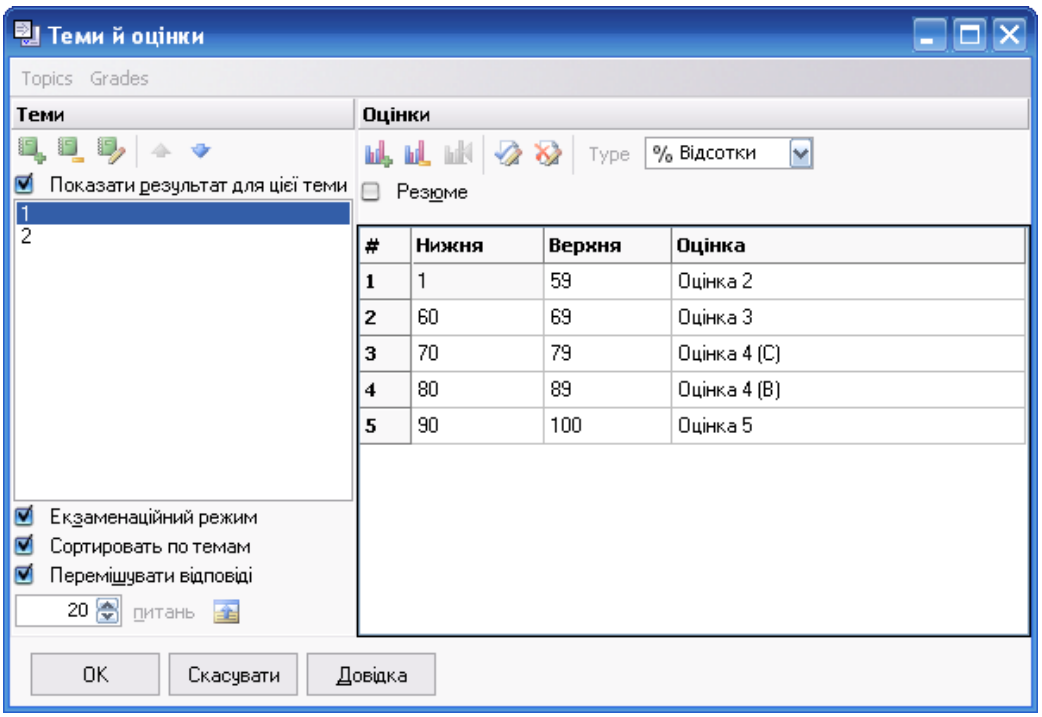


Рис. 4. Вікно програми SunRav TestOfficePro "Теми і оцінки"

tTester – програма для проведення тестування має максимально простий інтерфейс і широкі можливості з налаштування (рис. 5).

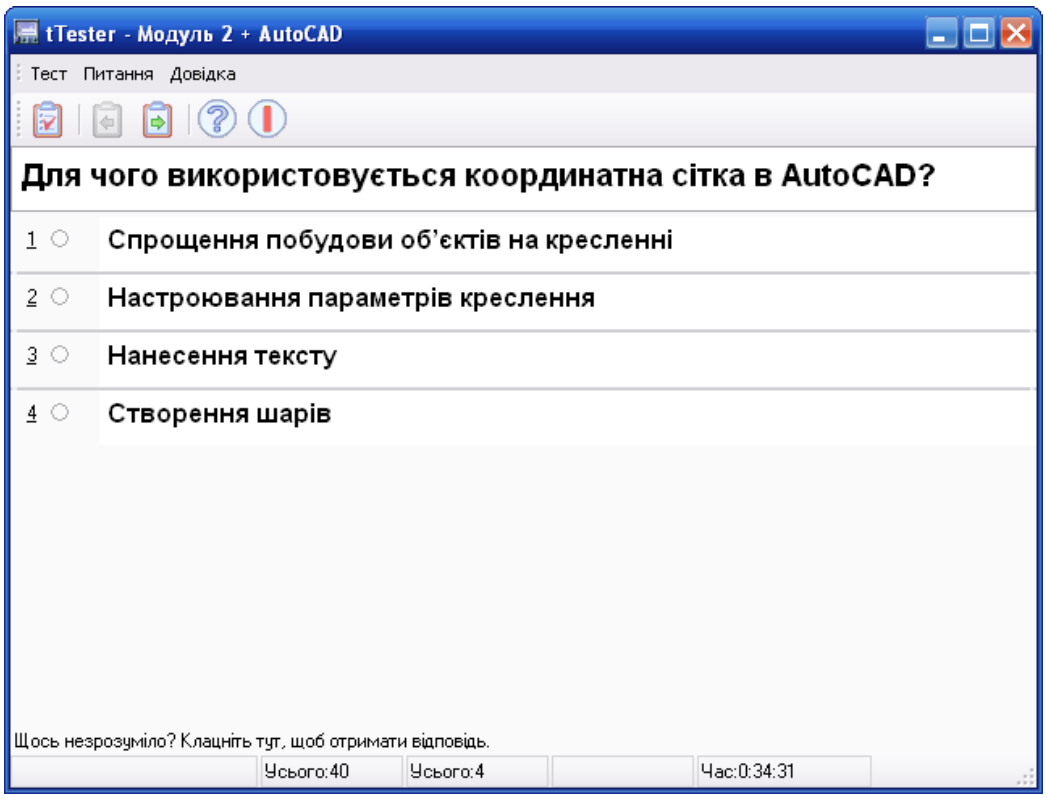


Рис. 5. Вікно програми tTester

Зовнішній вигляд програми tTester можна змінити за допомогою таких параметрів: автоматичний вибір відповіді, показувати панель інструментів, виділяти відповідь кольором, встановити позицію мультимедійного вікна, налаштовувати 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).

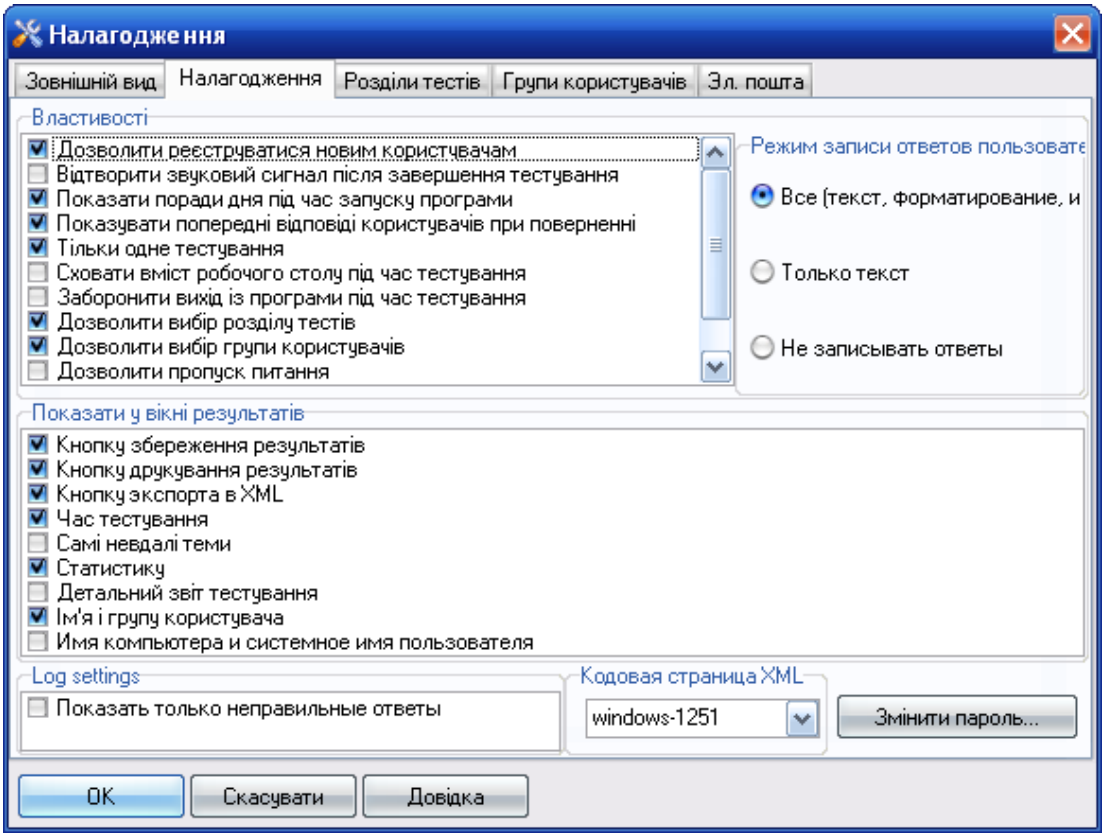


Рис. 5. Вікно налаштування програми tTester

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 SunRav TestOfficePro дає можливість створювати лінійні, розгалужені та психологічні тести.

Додаток 7

Лабораторна робота № 2

Створення твердотільних моделей деталей у системі КОМПАС-3D за допомогою команди "Видавлювання"

Мета: вивчення команди "видавлювання" при побудові тривимірних моделей.

Зміст: створення тривимірної моделі, що складається з простих графічних примітивів.

1. Загальні відомості

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.

Загальним принципом твердотільного моделювання є виконання над тілами булевих операцій: об'єднання, віднімання, перетин.

Принцип формоутворення об'ємних геометричних елементів визначається переміщенням у просторі плоскої фігури, що називається ескізом. Залежно від виду переміщення – прямолінійне, обертальне або криволінійне – утворюються відповідні тіла. Обертанням плоскої фігури створюють тіла обертання. За допомогою криволінійного переміщення створюють тіла, обмежені складними криволінійними поверхнями. Створюючи різні форми ескізів, а також комбінуючи різні переміщення, можна створювати тіла практично довільної форми.

2. Команда *"Выдавливание"*

Команда *"Выдавливание"* дає змогу створити основу деталі, що представляє собою тіло видавлювання. Тіло видавлювання утворюється шляхом переміщення ескізу в напрямку, перпендикулярному його площині.

Команда виконується, якщо виділений один ескіз. Для виклику команди натисніть кнопку  *"Операция выдавливания"* на панелі інструментів **Редагування деталі** або виберіть її в меню **Операції**.

Задайте напрям, у якому потрібно видавлювати ескіз: *"Прямое направление", "Обратное направление", "Два направления"* та *"Средняя плоскость"* (рис. 1). Виберіть варіант визначення величини видавлювання зі списку **Спосіб**: *"На расстояние", "Через все", "До вершины", "До поверхности", "До ближайшей поверхности"* (рис. 2).

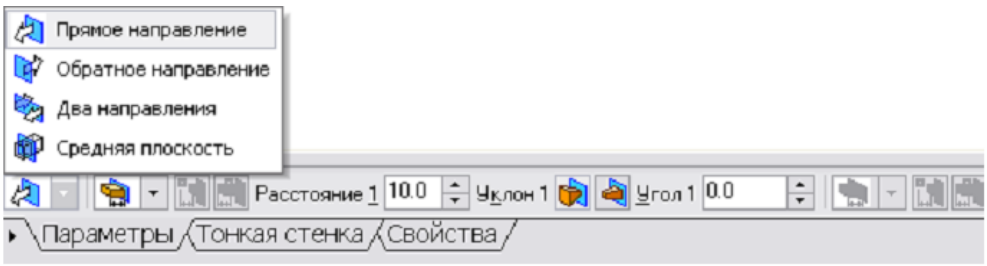


Рис. 1. Вікно вибору напрямку видавлювання

Вибір варіанта *“На расстояние”* означає, що видавлювання може проводитися тільки на задану відстань.

Вибір варіанта *“Через все”* означає, що величина видавлювання визначається автоматично: ескіз видавлюється до грані, найбільш віддаленої від площини ескізу в напрямку видавлювання.

Варіант *“До вершины”* означає, що глибина видавлювання визначається автоматично по положенню зазначеної користувачем вершини.

При цьому площина, що обмежує видавлюваний елемент, повинна “заходити” за вершину або “не доходити” до неї на задану відстань. При виборі варіанту *“До вершины”* потрібно вказати цю вершину у вікні деталі.

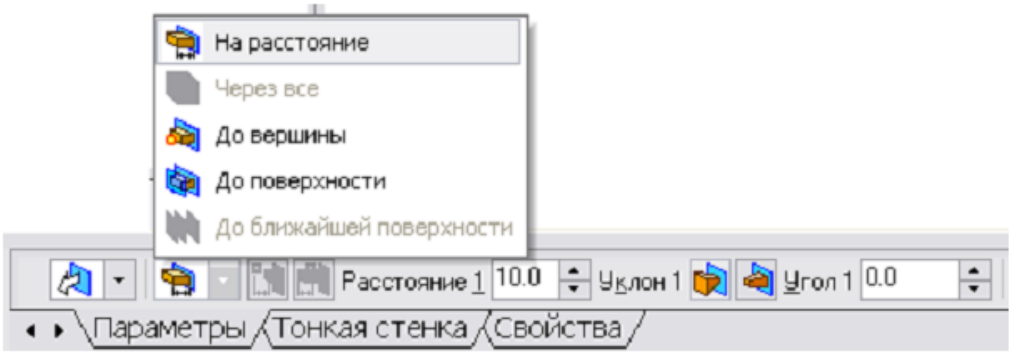


Рис. 2. Вікно вибору величини видавлювання

Вибір варіанта *“До поверхности”* означає, що глибина видавлювання визначається автоматично після вибору користувачем відповідної поверхні. При цьому поверхня, що обмежує елемент, повинна “заходити” за поверхню або «не доходити» до неї на задану відстань. При виборі варіанту *“До поверхности”* потрібно вказати цю поверхню (площина, грань) у вікні деталі.

Вибір варіанта *“До ближайшей поверхности“* означає, що величина видавлювання визначається автоматично: ескіз видавлюється до грані, найменш віддаленої від площини ескізу в напрямку видавлювання.

Форма “торця” елемента повторює форму, обмежує його поверхні. Введення величини видавлювання здійснюється в полі *“Расстояние 1”* вкладки *“Параметры”*.

Щоб нахилити бічні грані елемента видавлювання, потрібно вибрати напрямок нахилу за допомогою перемикача *“Уклон 1”* і ввести значення кута в поле *“Угол”*. Якщо було вибрано видавлювання у двох напрямках, то спосіб визначення глибини видавлювання і числові параметри (в полях

“Расстояние 2”, *“Угол 2”* и *“Уклон 2”)* потрібно задати двічі – для прямого і зворотного напрямку.

Якщо був обраний варіант “Средняя плоскость”, то параметри задаються один раз. При цьому задана відстань розуміється як загальна глибина видавлювання (тобто в кожну сторону відкладається його половина).

Параметри нахилу вважаються однаковими в обох напрямках.

Керування побудовою тонкостінних елементів всіх типів (видавлювання, обертання, по перетинах і кінематична операція) проводиться на вкладці *“Тонкая стенка”* Панелі властивостей. Спосіб встановлення товщини стінки вибирається за допомогою списку *“Тип построения”* тонкої стінки.

Вибір варіанта *“Нет”* означає відмову від створення тонкої стінки. Для створення тонкої стінки введіть потрібне значення в поле *“Толщина стенки”* (рис. 3). Якщо вибрано створення тонкої стінки у двох напрямках, товщину потрібно ввести двічі (для напрямків всередину і назовні).

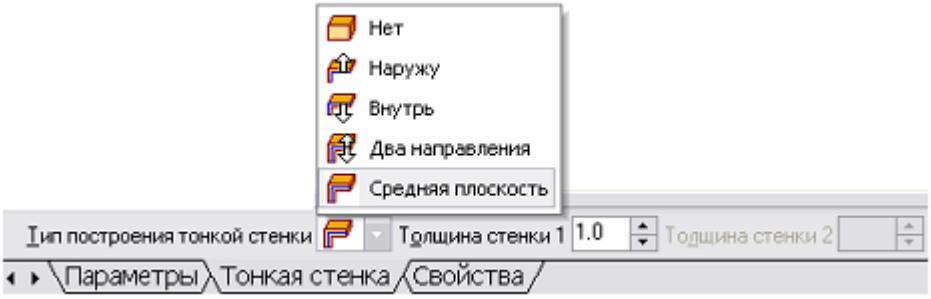


Рис. 3. Способи завдання товщини стінки

Якщо поверхня тіла була обрана в якості середньої площини стінки, то введене значення товщини вважається загальним (у кожному напрямку відкладається його половина). Зміна товщини стінки або способу її визначення відображається на фантомі елемента у вікні деталі. Це дає змогу оцінити правильність завдання параметрів стінки і за необхідності відкоригувати їх. Налаштування властивостей поверхні проводиться на вкладці *“Свойства Панели Свойств”*.

3. Моделювання простого корпусу за допомогою команди “*Выдавливание*”

3.1. Запустіть програму КОМПАС 3D (**Пуск / Все программы / АСКОН / КОМПАС-3D**. Виберіть тип документа *“Деталь“*. Збережіть створений файл у своїй папці на диску D:.

Проведіть аналіз конструкції корпусу, виявіть з яких геометричних елементів він складається і який з усіх можливих варіантів моделювання є більш раціональним.

Оскільки в нашому прикладі ширина корпусу однакова, відповідно раціональною буде операція видавлювання контуру на задану величину.

3.2. Натисніть на кнопку  *“Эскиз“*. Створіть ескіз на площині XY. Для цього на панелі інструментів *“Ориентация“* виберіть команду  *“Вид*

спереди“. Розміри деталі вказані на рис.4. Створення ескізу виконуйте за допомогою команди *“Непрерывный ввод объектов“*

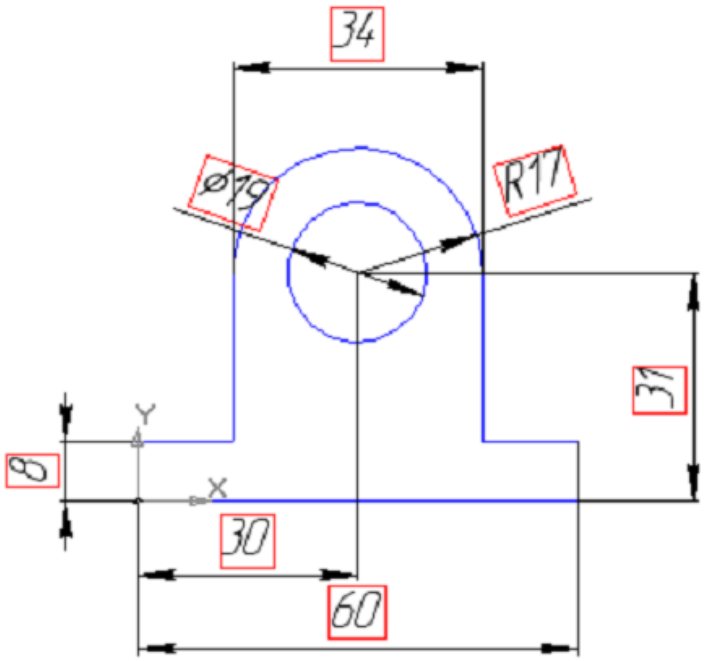


Рис. 4. Ескіз деталі

3.3. Вийдіть із режиму *“Эскиз”* натиснувши кнопку . Використовуючи команду *“Операция Выдавливание”,* видавіть цей ескіз на 20 мм. Зауважимо, що вкладений контур (на ескізі – “окружність”) створює при видавлюванні отвір заданого профілю і розміру (рис. 5).

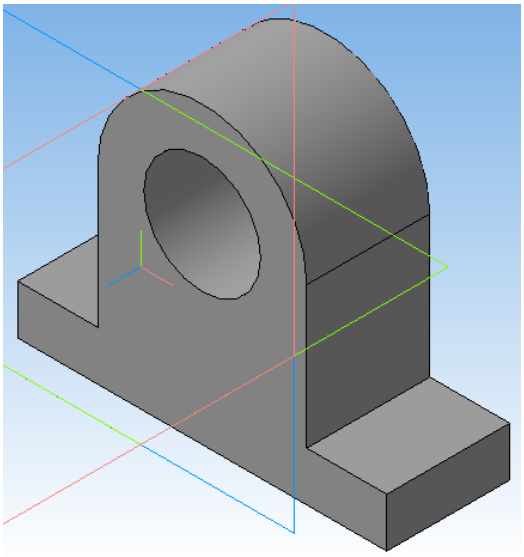


Рис. 5. Вигляд деталі після виконання команди “Выдавливание”

3.4. Виберіть передню торцеву поверхню корпусу, при цьому курсор буде у вигляді хрестика із позначкою поверхні, і побудуйте на ній ескіз двох кіл діаметром 26 і 19 (рис. 6):

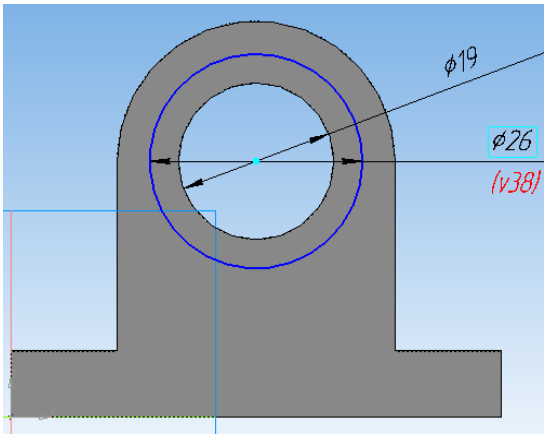


Рис. 6. Побудова ескізу кола

3.5. Вийдіть із режиму *“Эскиз”* і виконайте *“Операцию Выдавливание”*  на 3 мм (рис. 7).

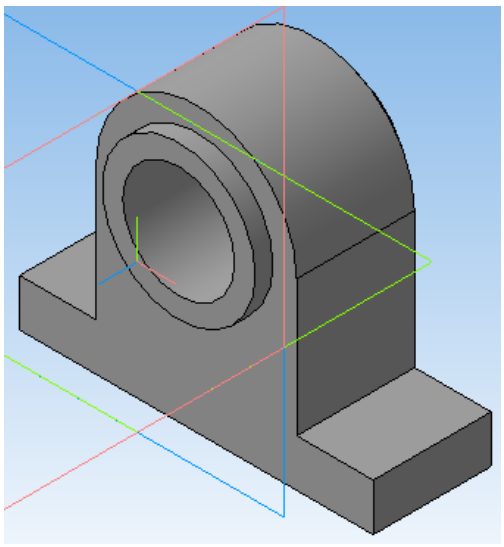


Рис. 7. Виконання команди “Операция Выдавливанием”

3.6. Аналогічно побудуйте прилив на протилежній торцевій поверхні (рис. 8).

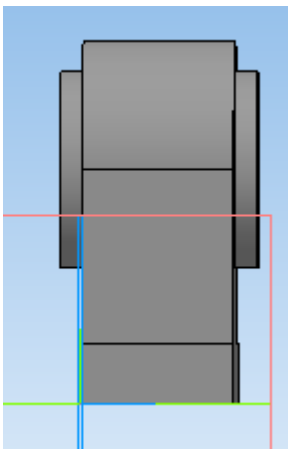


Рис. 8. Виконання команди “Операция Выдавливания”

3.7. Виберіть верхню площину основи корпусу і побудуйте на ній наступний ескіз (рис. 9):

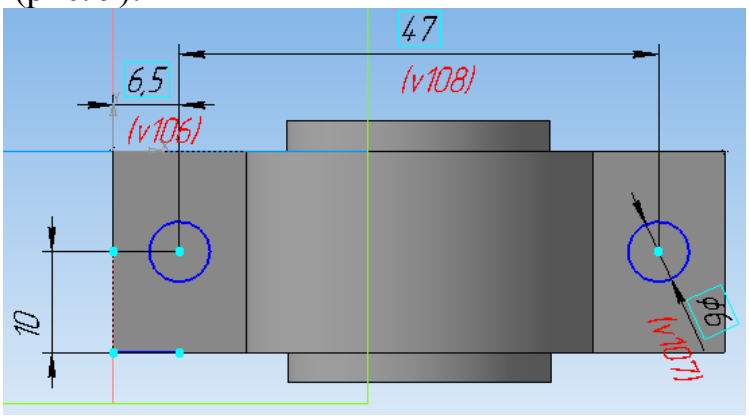


Рис. 9. Побудова ескізу для виготовлення отворів

3.8. Виріжте видавлюванням ці отвори, вибравши опцію *"Через все"* (рис. 10).

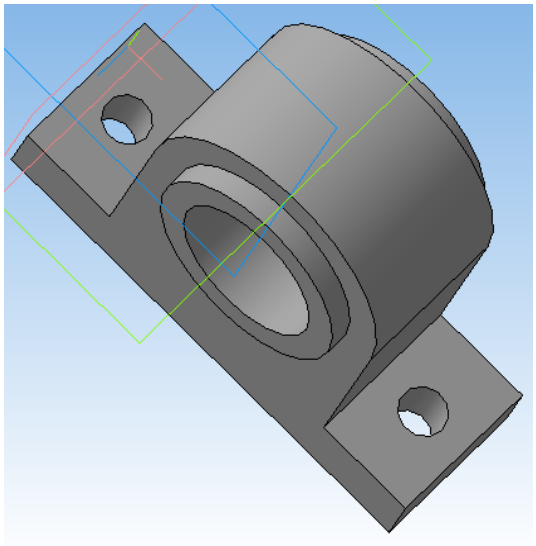


Рис. 10. Команда "Вырезать Выдавливанием"

3.9. Ще раз виберіть верхню площину основи корпусу і побудуйте на ній наступний ескіз (рис. 11):

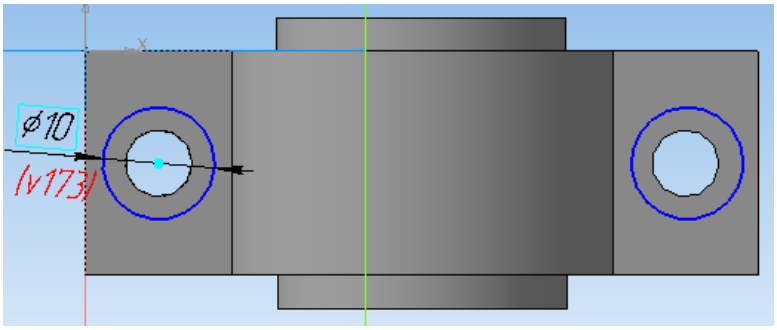


Рис. 11. Нанесення ескізу для виготовлення отворів

3.10. Виріжте видавлюванням ці кола на 2,5 мм (рис. 12).

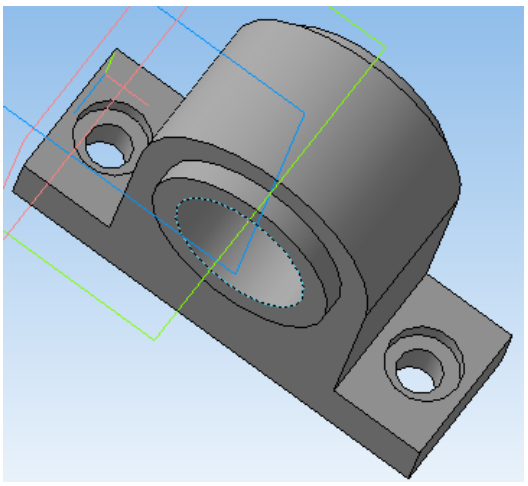


Рис. 12. Команда "Вырезать Выдавливанием"

3.11. Залишилося вирізати заглиблення в центральному отворі під підшипники. Для цього, виберіть передню площину припливу корпусу і побудуйте ескіз (рис. 13):

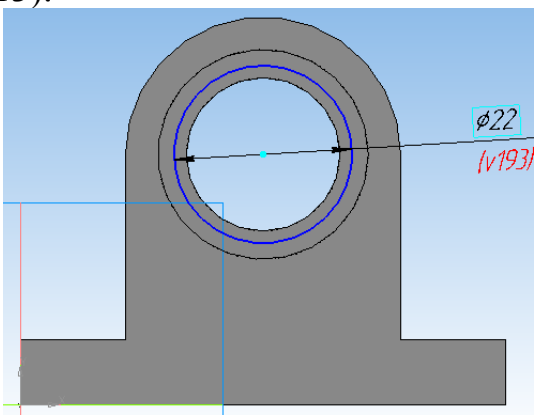


Рис. 13. Нанесення ескізу для виготовлення отвору

3.12. Виріжте видавлюванням  на глибину 7 мм (рис. 14).

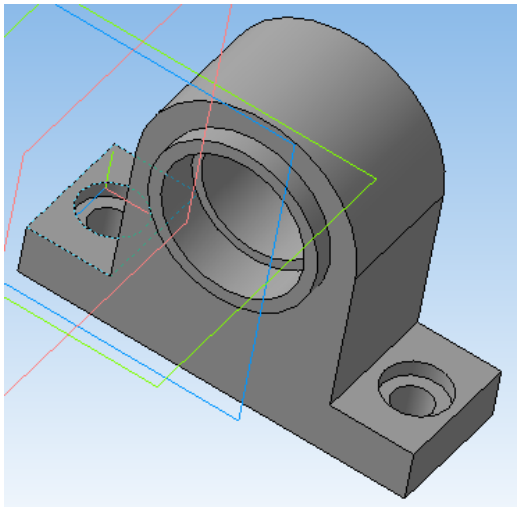


Рис. 14. Команда "Вырезать Выдавливанием"

3.13. Повторіть пункти 3.11 і 3.12 для протилежної сторони припливу корпусу.

3.14. Для полегшення установки підшипників необхідно «зняти» фаску на ребрі посадочних отворів. Виділіть зовнішнє ребро (окружність підстави циліндра) в одного та іншого отворів, при цьому курсор повинен бути у вигляді хрестика з відрізком (рис. 15).

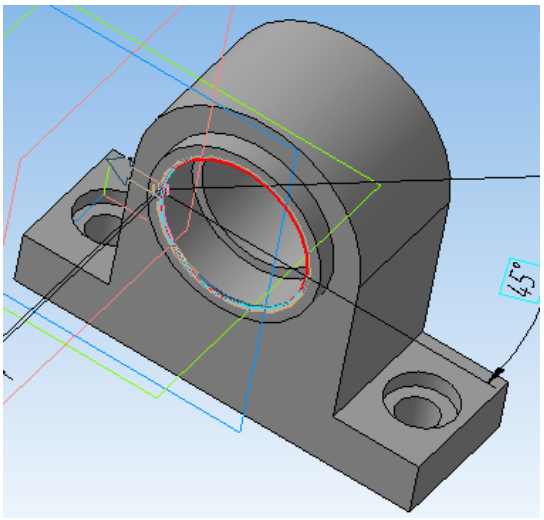


Рис. 15. Виділення зовнішнього ребра отвору

3.15. Виберіть команду на інструментальній панелі *«Редактирование детали» – «Фаска»* . Встановіть величину фаски 0,5 мм під кутом 45° і виберіть команду *«Создать объект»* .

3.16. Результат побудови твердотільної моделі деталі за допомогою Команда *«Выдавливание»* показно на рис. 16.

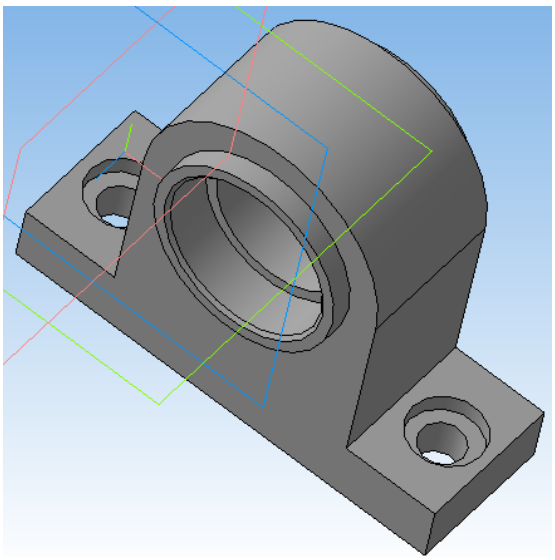


Рис. 16. 3D-моделювання із використанням команди "Операция Выдавливания"

4. Контрольні питання

1. Які принципи формоутворення об’ємних геометричних елементів Ви можете назвати?
2. Що можна створити за допомогою команди *“Выдавливание“*?
3. В яких напрямах можливе видавлювання ескізу?
4. Які способи видавлювання ескізу Ви можете назвати?
5. Що означає глибина видавлювання *“До вершины“?*
6. Що означає глибина видавлювання *“На расстояние“*?
7. Що означає глибина видавлювання *“До ближайшей поверхности“*?
8. За допомогою якої команди можна виконати отвори в деталі?

Додаток 8

Лабораторна робота № 3

Створення тривимірної моделі в SolidWorks

Мета: ознайомитися з панелями інструментів та їх налаштуванням. Панелі інструментів, настройка команд, панель інструментів *“Элементы”*: *“Вытянутая бобышка/основание”, “Вытянутый вырез”, “Фаска”* тощо.

Зміст: створення тривимірної моделі, що складається з простих графічних примітивів.

1. Загальні відомості про моделювання в системі SolidWorks.

В системі SolidWorks кожна деталь, збірка або креслення називається документом, а кожен документ відображається в окремому вікні, (кожен документ креслення може містити кілька аркушів креслень). У цій програмі є можливість одночасно відобразити на екрані кілька видів одного документа; скільки завгодно вдосконалювати креслення, додаючи, змінюючи елементи.

Модель у SolidWorks складається з деталей, збірок і креслень. Зазвичай спочатку малюється ескіз, створюється основа, а потім до моделі додаються додаткові елементи. Креслення або збірки можна створювати на будь-якому етапі в процесі проектування. Зв’язок між деталями, збірками та кресленнями гарантує, що зміни, зроблені в одному виді, автоматично виконуються у всіх інших видах.

Дерево конструювання призначене для редагування вже побудованих об’єктів. У будь-який момент часу можна відредагувати будь-яку дію, виконану раніше. Але зміна більш ранньої побудови вплине на пов’язані характеристики наступних побудов.

2. Створення деталі в SolidWorks.

2.1. Завантажте систему SolidWorks, використовуючи ярлик на *Робочому столі* або меню *Пуск*. Після завантаження системи виберіть команду  “*Создать”* на панелі інструментів. Відкриється вікно *Новий документ.*

Вікно *Новий документ* дає змогу вибрати один з режимів роботи:

- створення деталей;
- створення збірки;
- виконання креслення (можна створити на базі раніше створених деталей або збірок).

У вікні *Новий документ* виберіть “*Деталь”* для виконання 3D-моделювання (рис. 1).

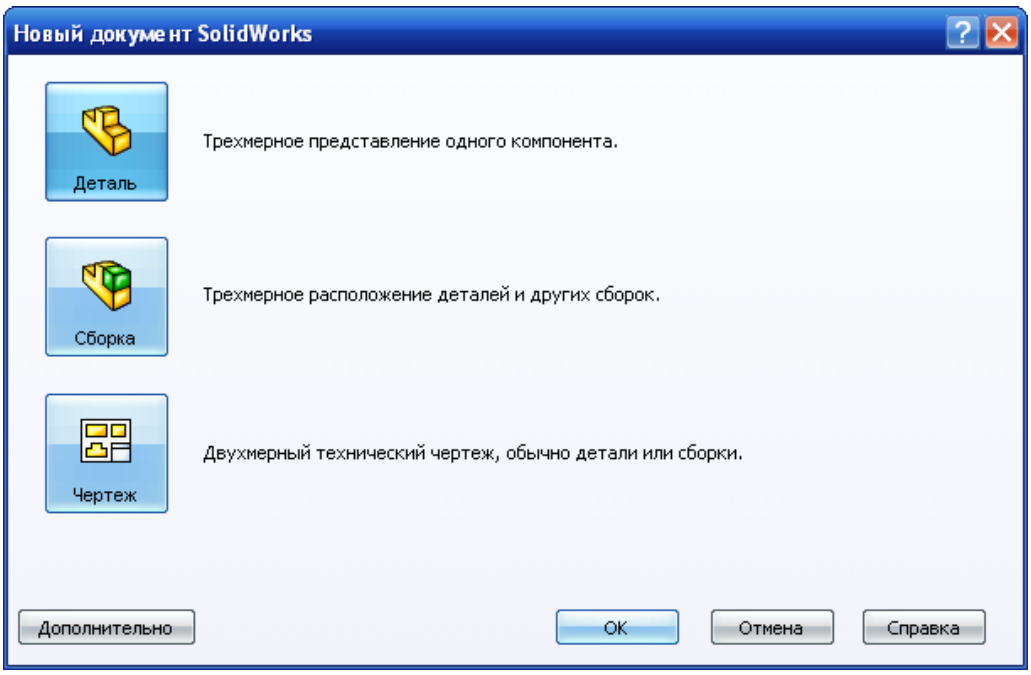
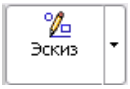
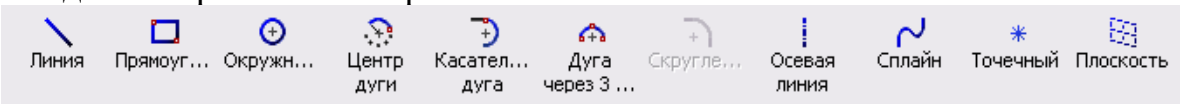


Рис. 1. Вікно Новий документ

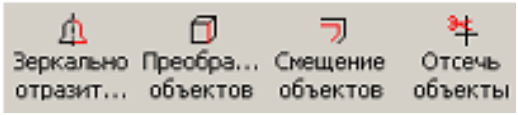
2.2. Виберіть режим побудови ескізу 

У режимі ескізу доступні такі групи команд:

– для створення геометричних елементів:



– для перетворення об’єктів:



2.3. Створіть ескіз прямокутника, прив’язавши його до початку координат. Точності побудови можна не дотримуватися.

Примітка. В системі SolidWorks геометрія моделі виводиться на основі розмірів. При зміні розмірів змінюється форма моделі.

Вийдіть із режиму ескізу.

Збережіть файл у Вашій папці на диску D: під назвою «Деталь 3». Назва деталі відобразиться в дереві конструювання. (*Періодично зберігайте зміни в деталі).*

3. Редагування ескізу

Виберіть одну з граней прямокутника. Відкриється вікно редагування параметрів в режимі повідомлень дерева побудови (рис. 2).

Введіть параметри для сторін прямокутника: ширина – 200 мм, висота – 100мм. Підтвердіть вказані зміни кнопкою  *“Закрыть”*.

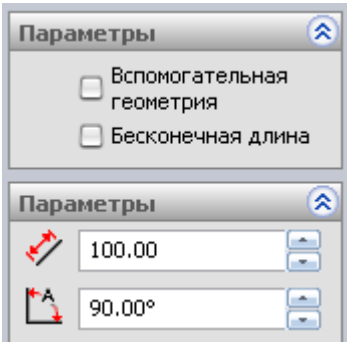
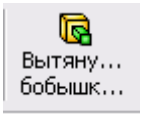


Рис. 2. Вікно дерева побудови

4. Побудова 3D-моделі деталі

Перейдіть у режим створення 3D-об’єктів 

.

Виконайте команду *“Вытягнутаю бобышка/основание”* 

У параметрах вкажіть спосіб витягування *“На заданое растояние”*. Вкажіть параметр видавлювання – 40 мм (рис. 3).

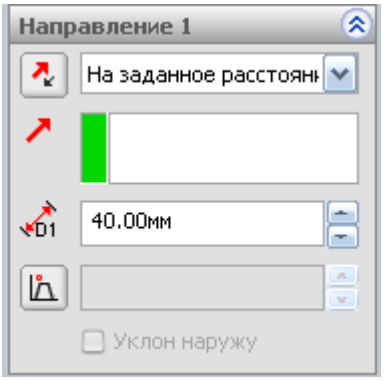
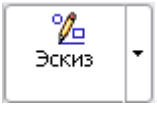


Рис. 3. Вікно дерева побудови

Підтвердіть побудову кнопкою  *“Закрыть”*.

5. Побудова ескізу на площині твердотільного об’єкта

Виділіть верхню площину прямокутного тіла. Виділена площина підсвітиться зеленим кольором.

Перейдіть у режим побудови ескізу 

.

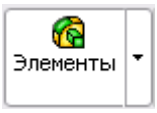
Виберіть примітив *“Окружность”*.

Задайте центр кола, використовуючи відстеження від серединних точок суміжних ребер прямокутника. Відстеження підсвічується пунктиром.

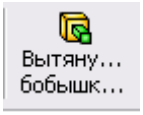
Радіус вкажіть приблизно. Потім відредагуйте його в параметрах дерева побудови вказавши величину – 40 мм.

Підтвердіть побудову кнопкою  *“Закрыть”*.

6. Побудова 3D циліндричної частини деталі

Перейдіть в режим створення 3D-об’єктів 

.

Виконайте команду “*Вытягнутаю бобышка/основание”* 

Вкажіть відстань витягування – 50 мм

Підтвердіть побудову кнопкою  *“Закрыть”*.

Після виконання вказаних операцій отримаємо зображений на рис. 4 об’єкт моделювання.

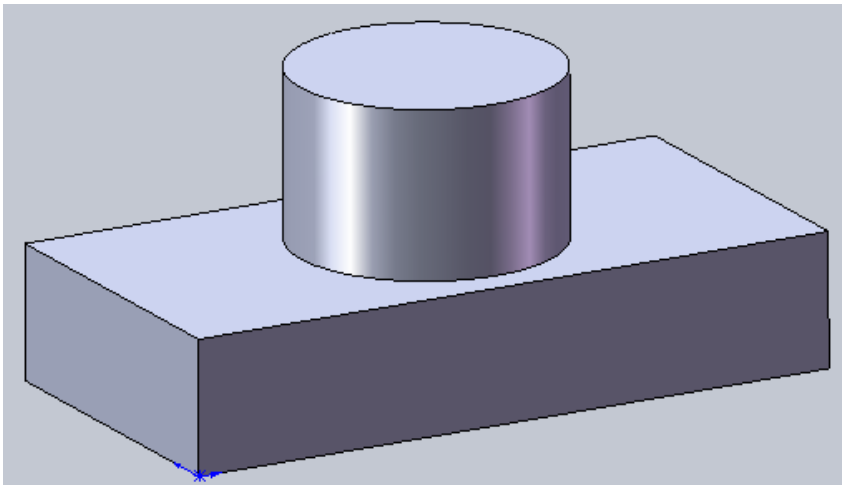
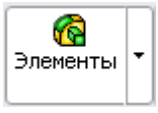
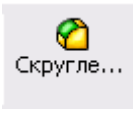


Рис. 4. Результат виконання 3D-моделювання

7. Виконання скруглення твердотільного об’єкту

Перейдіть у режим створення 3D-об’єктів 

.

Виберіть команду *“Скругление”*. 

Вкажіть параметри радіуса заокруглення 5 мм.

Вкажіть кромки, що підлягають заокругленню (рис. 5).

Підтвердіть побудову кнопкою  *“Закрыть”*.

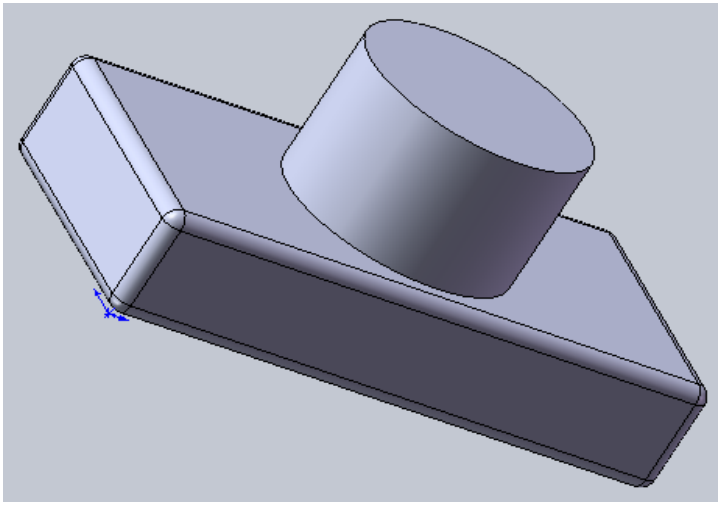
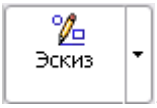


Рис. 5. Виконання команди "Скругление"

8. Виконання команди *"Вытянутый вырез"*

Виберіть вигляд *"Снизу"*.

Перейдіть у режим побудови ескізу 

.

Виберіть нижню площину для створення ескізу.

Виберіть режим *"Эскиз"* 

.

Виберіть команду *"Смещение"*

Вкажіть параметри зміщення 20 мм, поставивши прапорець на реверс (рис. 6).

Підтвердіть побудову кнопкою  *"Закрыть"*.



Рис. 6. Виконання операції "Смещение"

Виберіть режим *"Эскиз"* 

.

Виберіть мишкою площину *"Снизу"*.

Виберіть лінії розмітки, виконаної за допомогою команди *"Смещение"*.

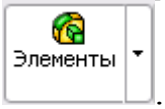
Помістіть вибрані лінії в розряд допоміжної геометрії. Для цього розгорніть додаткові кнопки піктографічних команд і виберіть кнопку *“Вспомогательная геометрия”*.

Підтвердіть зміни кнопкою *“Закрыть”*.

Залишаючись в режимі *“Эскиз”* виділіть площину деталі *“Снизу”*. Створіть по черзі 4 кола з центрами в точках перетину допоміжних ліній, радіусом 10 мм.

Підтвердіть побудову кнопкою *“Закрыть”*.

9. Створення отворів командою *“Вытянутый вырез”*

Перейдіть у режим створення 3D-об’єктів 

.

Виберіть команду *“Вытянутый вырез”* 

.

В параметрах направлення вкажіть *“Насквозь”* (рис. 7).

Підтвердіть побудову кнопкою *“Закрыть”*.

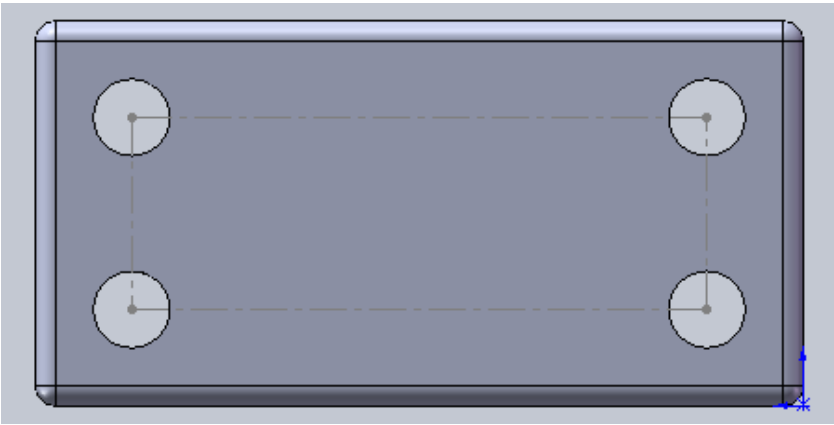


Рис. 7. Виконання команди “Вытянутый вырез”

10. Оформлення центрального отвору

Зручно розташуйте деталь у просторі, використовуючи 3D-обертання.

Виділіть верхню грань циліндра. Створіть циліндричне заглиблення радіусом 30 мм і глибиною 10 мм.

Потім створіть наскрізний отвір радіусом 15 мм.

11. Створення паза витягуванням вирізу

Щоб створити паз витягуванням вирізу потрібна додаткова площина (рис. 8).

Виберіть команду *“Дополнительная геометрия”*. Своріть площину.

Площину можна задати за допомогою різних варіантів. В даному випадку використовуйте варіант побудови “по співпадаючій грані”. Вкажіть передню грань основи корпусу.

На новій площині створити ескіз прямокутника.

Потім витягніть виріз за допомогою ескізу даного прямокутника.

Аналогічно створіть ще один паз.

Застосуйте фаски до верхніх кромок циліндричної частини корпусу.

Присвоєння кольору і текстур матеріалу для деталі можна виконати за допомогою кнопок і менеджера властивостей.

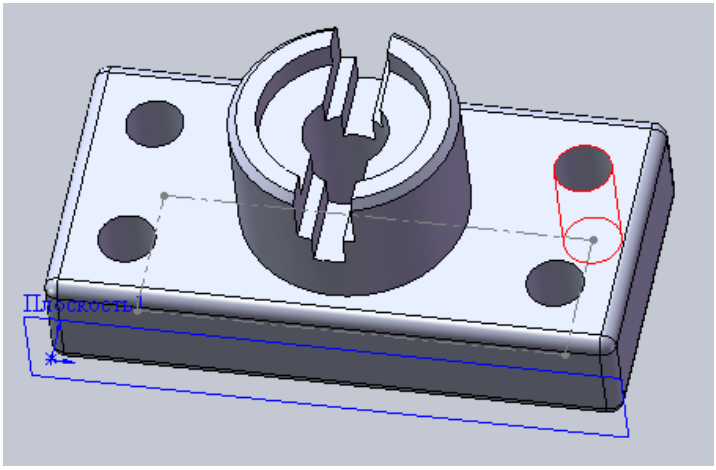


Рис. 8. Виконання команди "Дополнительная геометрия"

12. Контрольні питання

1. Які команди панелі інструментів *"Элементы"* системи SolidWorks Ви можете назвати?
2. Які режими роботи доступні у вікні *Новий документ*?
3. Які групи команд доступні у режимі ескізу системи SolidWorks?
4. Яка команда використовується в SolidWorks для видавлювання ескізу?
5. Які способи витягування об'єкту доступні в системі SolidWorks?
6. Що означає, глибина видавлювання *"На заданное расстояние"*?
7. Що дає змогу виконати команда *"Вспомогательная геометрия"* у системі SolidWorks?
8. Що дає змогу виконати команда *"Дополнительная геометрия"* у системі SolidWorks?