

УДК 378.147:004

DOI: 10.24144/2524-0609.2019.45.149-153

Райковська Галина Олексіївна

доктор педагогічних наук, професор

професор кафедри галузевого машинобудування ЖДТУ «Житомирський державний технологічний університет», м. Житомир, Україна

G_A_Raykovskaya@ukr.net

ORCID OD: <http://orcid.org/0000-0003-1755-9516>

Соловійов Андрій Володимирович

асистент кафедри галузевого машинобудування ЖДТУ «Житомирський державний технологічний університет», м. Житомир, Україна

mvs_sav@ztu.edu.ua

ORCID OD: <http://orcid.org/0000-0003-3545-411X>

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В ГРАФІЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ

Анотація. Для кожної країни головним критерієм високої ефективності освітніх послуг є структурна і смислова відповідність між результатами навчання і реальними потребами високорозвинутого виробництва у фахівцях. Ставка у всьому світі робиться на технології цифрового виробництва, і зокрема комп'ютерні системи CAD і CAE. Мета дослідження: визначення і теоретичне обґрунтування сутності проблеми підготовки майбутніх інженерно-технічних фахівців у закладах вищої технічної освіти України та розкриття основ інноваційної методики навчання графічних дисциплін із використанням САПР на всіх етапах освітнього процесу. Використані методи дослідження: теоретичні – аналіз, узагальнення, систематизація з метою визначення стану та перспектив розробленості досліджуваної проблеми; емпіричні – експеримент, який полягав у виявленні особливостей інноваційної методики підготовки майбутніх інженерно-технічних фахівців в технічних закладах вищої освіти засобами САПР, вивченні рівня готовності студентів до використання системи CAD і CAE. Результатом нашого дослідження стала інноваційна методика підготовки майбутніх інженерно-технічних фахівців в технічних закладах вищої освіти засобами САПР – комплексне використання САПР протягом усього освітнього процесу. Запропонована методика гарантує якісну графічну підготовку, формування висококваліфікованого фахівця відповідно до сучасних потреб інноваційного підприємства. В першу чергу, це стосується побудови конструкторської документації в САД-системах, аналізу виробів на основі САЕ-систем, які разом з класичними дисциплінами забезпечують більш глибоке та якісне засвоєння навчального матеріалу студентами.

Ключові слова: графічна підготовка; система автоматизованого проектування (САПР); геометричне моделювання; механічна інженерія.

Вступ. Успішна діяльність значної частини фірм і колективів у промислово розвинених країнах багато в чому залежить від їх здатності накопичувати та переробляти інформацію. Сьогодні без комп'ютерної автоматизації вже неможливо виробляти сучасну складну техніку, що потребує знань, умінь і високої точності виконання дій. У всьому світі відбувається різке зростання комп'ютеризації на виробництві та в побуті. Впровадження комп'ютерних і телекомунікаційних технологій підвищує ефективність і продуктивність праці.

Стрімкий ріст систем автоматизованого проектування (САПР) в проектних організаціях та на машинобудівних підприємствах сприяв збільшенню вимог до інженерно-технічних фахівців, а саме, які б досконало володіли спеціальними програмними засобами, зокрема комп'ютерними системами CAD і CAE.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науково-методологічні аспекти впровадження САПР у навчальний процес висвітлено в працях В.Головни, Р.Горбатюка, М.Козяр, А.Кокарева та інших дослідників, які зазначають, що для забезпечення фундаментальної та спеціальної підготовки в області автоматизованого проектування студент повинен бути підготовленим до наступних видів професійної діяльності: проектно-конструкторської, виробничо-технологічної, організаційно-управлінської, науково-дослідної, експлуатаційної. Це, у свою, чергу обумовлює необхідність застосування сучасних САПР у процесі графічної підготовки студентів.

Метою статті є визначення і обґрунтування сутності проблеми підготовки майбутніх інженерно-технічних фахівців у закладах вищої технічної освіти України та розкриття основ інноваційної методи-

ки навчання графічних дисциплін із використанням САПР на всіх етапах освітнього процесу (з першого курсу і до магістерської роботи).

Завдання дослідження передбачає аналіз та теоретичне обґрунтування сучасних САПР, розробка інноваційної методики навчання графічних дисциплін із використанням САПР.

Методи дослідження: теоретичні – аналіз сучасних САПР, науково-педагогічної літератури; моделювання та проектування наскрізної методики графічної підготовки майбутніх інженерно-технічних фахівців; емпіричні – педагогічний експеримент.

Виклад основного матеріалу. Терміном САПР позначають процес проектування з використанням складних засобів машинної графіки, які підтримуються пакетами прикладних програм для вирішення на комп'ютерах аналітичних, кваліфікаційних, економічних і ергономічних проблем, пов'язаних з проектною діяльністю.

САПР або система автоматизованого проектування і креслення (CAD) – це програми для проектування і випуску робочої проектною документації. Завдяки САД систем виконання креслень вручну на папері замінюється автоматизованим процесом – розробка креслень в SolidWorks, AutoCAD та інших спеціальних програмах. Таким чином, САПР в машинобудуванні використовується для проведення конструкторських і технологічних робіт, які включають і технологічну підготовку виробництва.

Як вже зазначалось, за допомогою САПР виконується розробка креслень, проводиться тривимірне моделювання виробів та процесу складання вузлів, проектується допоміжне оснащення, наприклад, штампи і прес-форми, розроблюється технологічна

документація і керуючі програми для верстатів з числовим програмним управлінням, ведеться архів проєктної документації.

О.О.Іванов і А.В.Петріков відмітили, що необхідність успішного функціонування промислових підприємств в умовах жорсткого конкурентного середовища світового ринку диктує вкрай високі вимоги до оперативності виконання замовлень і якості продукції, а саме створення достатньо розвиненої комп'ютерної інфраструктури (Іванов & Петріков, 2018).

Безумовно ми з цим погоджуємось, так як вона є невід'ємною частиною сучасного проєктування і виробництва за умови комплексного вирішення, на базі мережевих технологій та інтегрованих автоматизованих систем, що забезпечують колективний характер роботи і можливість створення єдиного інформаційного простору підприємства.

Об'єднання САПР з автоматизованою системою управління підприємством (бухгалтерський облік, економічний аналіз і прогноз, питання матеріально-технічного постачання, управління складами, планування і диспетчеризація виробничих процесів) дозволяє створити єдиний інформаційний комплекс, який забезпечує життєвий цикл виробу. Створення нової техніки в машинобудуванні відбувається в такій послідовності: на основі аналізу продукції, що випускається проєктується нова, яка володіє більш високими естетичними, експлуатаційними або іншими властивостями, потім виробляються інженерні розрахунки і моделювання, технологічна підготовка виробництва, виготовлення і збут виробу. При цьому, ми отримуємо замкнутий цикл, так як проєктування нового виробу виконується на базі аналізу ринку і даних про ефективність, надійність і збут продукції, що випускається.

Впровадження інформаційного комплексу дозволяє (Берлинер, 2000): скоротити в 1,5-2 рази цикл створення виробів (від проєктування до випуску); знизити матеріаломісткість виробів на 20-25%; зменшити витрати на виробництво на 15-20%; підвищити якість виробу і конкурентоспроможність підприємства.

У зв'язку з вище зазначеними перевагами сучасних САПР, вони застосовуються для наскрізного автоматизованого проєктування, технологічної підготовки, аналізу і виготовленню виробів у машинобудуванні, для електронного управління технічною документацією. І сьогодні, в умовах перебудови промислових підприємств, активного впровадження інформаційно-комунікаційних технологій особливо гостро постає питання підготовки висококваліфікованих фахівців для машинобудівних підприємств, що володіють креативним мисленням та здатні підійти неординарно до вирішення проблем.

Одне з найважливіших завдань сучасних САПР – позбавити інженера від рутинної роботи, надати йому можливість займатися творчими процесами. На даний час заводи використовують велику номенклатуру САПР: від невеликих графічних програм до потужних спеціалізованих пакетів. Широко використовуються для комп'ютерного моделювання виробів, такі системи як AutoCAD, DUCT, Pro/Engineer, ANSYS, Unigraphics, SolidsWorks, SprutCAM та ADEM.

Терміном САПР позначають процес проєктування з використанням складних засобів машинної графіки, які підтримуються пакетами прикладних програм для вирішення на комп'ютерах аналітичних, кваліфікаційних, економічних і ергономічних проблем, пов'язаних з проєктною діяльністю. САПР

мають різні можливості, в залежності від того, що включено в процес проєктування: 2D-векторна графіка або 3D-моделювання твердих поверхонь, яке дає можливість повертати об'єкти в трьох вимірах і візуалізувати конструкторські проєкти під будь-яким кутом.

М.Козяр, А.Кокарева, З.Сасюк і О.Парфенюк зазначають, що для створення сприятливих умов успішної професійної та графічної підготовки майбутнього фахівця засобами САПР важливим є забезпечення організації досконалого навчального процесу з інженерної та комп'ютерної графіки на основі інтеграції графічних програмних продуктів (Козяр та ін., 2018; Кокарева, 2017).

Щодо досвіду удосконалення професійної графічної підготовки майбутніх інженерно-технічних фахівців в Житомирському державному технологічному університеті, то слід відмітити, що навчальні програми побудовані таким чином щоб підготувати всебічно розвиненого та сучасного фахівця. З нашої точки зору, у процесі підготовки фахівця з комп'ютерного проєктування дуже важливо використовувати найсучасніші програмні комплекси, і перш за все, опанування САПР повинно починатися вже з першого семестру навчання і завершуватись дипломним проєктуванням, охоплюючи повний життєвий цикл виробу. Проте ми повинні відмітити, що графічна підготовка в технічному закладі вищої освіти починається з вивчення нарисної геометрії, а вона передбачає традиційний процес навчання із використанням креслярського інструменту. Саме такої точки зору дотримуються технічні ЗВО України (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Вінницький національний технічний університет та інші ведучі навчальні заклади), про що свідчать щорічні олімпіади з нарисної геометрії та геометричного моделювання на ПЕОМ. Завдання зі Всеукраїнської олімпіади з дисципліни «Нарисна геометрія та геометричне моделювання на ПЕОМ» має дві складові: нарисна геометрія (завдання виконуються за традиційною методикою) та інженерна графіка на ПЕОМ (2D-моделювання і 3D-моделювання на ПЕОМ).

Знання, уміння і навички роботи із різними програмними засобами САПР починають формуватися в процесі опанування дисципліни інформатика, яка вивчається паралельно з нарисною геометрією (1 курс, 1 семестр). В другому семестрі студенти вивчають інженерну графіку, і передбачається виконання лабораторних робіт вже в Solidworks.

Лабораторні роботи призначені для вивчення і набуття практичних навичок, пов'язаних із розробкою конструкторської документації в САПР SolidWorks відповідно до стандартів ЄСКД. Виконання лабораторних робіт в САПР SolidWorks дає можливість опанувати студентами основні принципи створення креслеників, ЄСКД, сформувати професійні компетентності:

- фундаментальні інженерно-геометричні знання, на базі яких можливе успішне вивчення конструкторсько-технологічних і спеціальних дисциплін, а також оволодіти новими знаннями в області комп'ютерної графіки, геометричного моделювання тощо;
- здібності до просторового уявлення, необхідного у виробничій і проєктно-конструкторській діяльності;
- здатність володіти основними методами, способами і засобами, передачі інформації графічно,

дотримуючись правил і положень ЄСКД;
 - здатність роботи з графічними програмними засобами САПР, уміння читати і розроблювати конструкторську документацію, використовуючи знання нарисної геометрії і інженерної графіки.

І вже на даному етапі слід змінити традиційний підхід до послідовності виконання графічних робіт, а також зміст і методику подання навчального матеріалу, що пов'язано з процесом моделювання у SolidWorks, який починається з вибору конструктивної площини, в якій будується двомірний ескіз. У подальшому цей ескіз можна перетворити у тверде тіло із двомірного ескізу, використовуючи дуже прості і ефективні інструменти моделювання.

Ескізи є основою для створення тривимірних твердотілих моделей деталей. Тому створення будь-якої деталі в SolidWorks, якою би простою або складною вона не була, починається з малювання ескізу. Зазвичай, використовуються двовимірні ескізи (плоскі), приблизно так, як це роблять на аркуші паперу. В SolidWorks такі ескізи малюються на площині. За замовчуванням при створенні нової деталі дається три взаємно ортогональні площини, що проходять через початок координат. Така послідовність виконання креслеників в SolidWorks дає підстави змінити послідовність подання теоретичного матеріалу і починати

необхідно зі пояснення, що таке ескіз та яку роль він відіграє в моделюванні об'єктів (рис. 1).

Починаючи з можливостей систем computer-aided design (CAD), які необхідні для двох- та тривимірного проектування об'єктів, студенти поступово переходять до вивчення систем computer-aided engineering (CAE), що використовуються для інженерних розрахунків.

На кожному з наступних освітніх етапів за детальним проектуванням використовуються свої спеціалізовані програми і відповідні підсистеми. При цьому, отримані на кожному наступному етапі теоретичні знання, практичні уміння і навички ніби замикають ланцюг «зворотного зв'язку» і викликають потребу в наскрізній підготовці – інжинірингу.

Навчання передбачає вивчення в розширеному обсязі найсучасніших програмних комплексів, моделювання і оптимізації технологічних процесів, методів пошуку технічних рішень, а також проектування і розробка машинобудівного обладнання.

Комплексне опанування спеціальними програмними пакетами є фундаментальною основою, яка широко застосовується в інженерно-технічній підготовці, а також у ході розв'язання проблем практичного характеру і головне – є результатом самостійної, творчої праці.

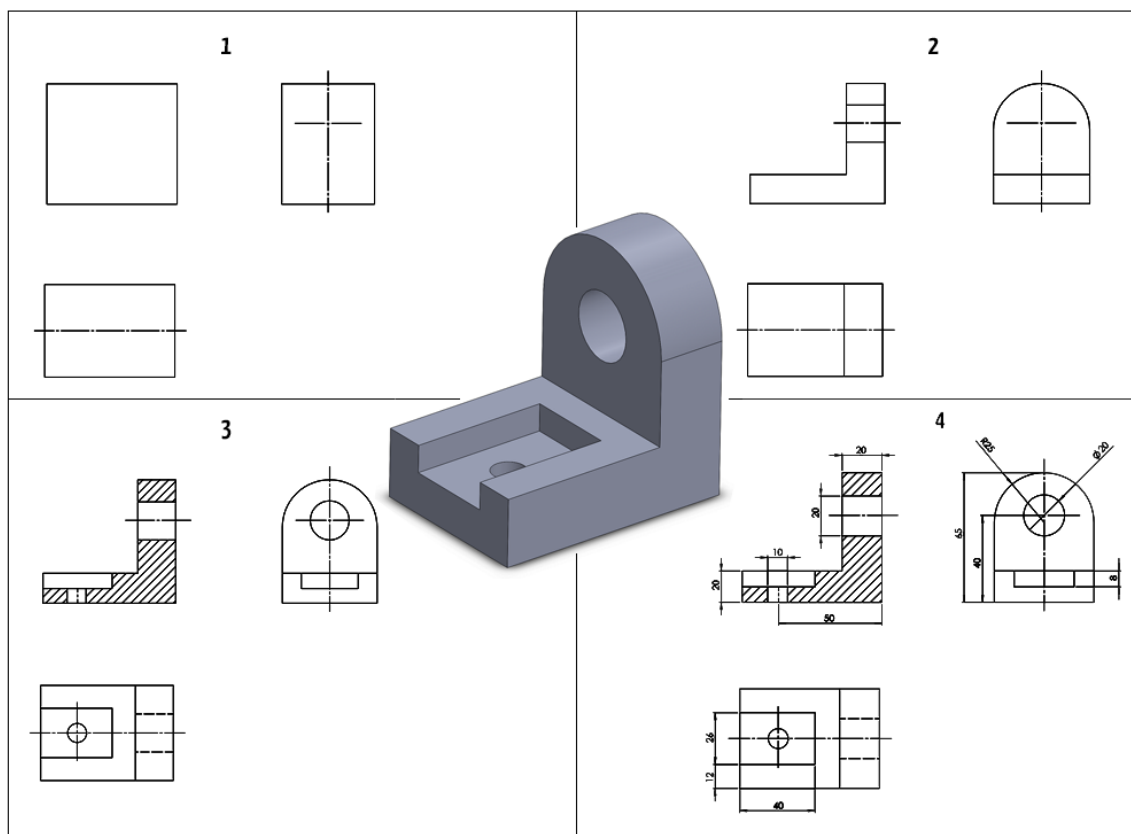


Рис. 1. Послідовність побудови кресленика деталі у SolidWorks

Проте, не слід забувати, що одним із ключових моментів забезпечення якості такої підготовки є: матеріально-технічна база освітнього процесу; сучасне навчально-методичне забезпечення (посібники для практичних і лабораторних робіт, індивідуальні завдання з елементами проектно-конструктивних рішень, методичні вказівки для самостійної роботи тощо).

Аналізуючи стан і динаміку розвитку САПР можна зробити **висновки**:

1. Роль сучасних систем автоматизованого проектування активно зростає, тому важливо використовувати САПР у навчальному процесі майбутніх інженерно-технічних фахівців. В першу чергу, це стосується побудови конструкторської документації в CAD-системах, аналізу на основі CAE-систем, які разом з класичними дисциплінами забезпечують більш глибоке та якісне засвоєння навчального матеріалу студентами. Крім того, всебічні знання, здобуті на основі САПР, дозволяють перемагати у конку-

рентній боротьбі на ринку праці.

2. САД-модулі знайшли широке використання для 2D- та 3D-моделювання. Науковцями розроблено (Головня, 2015; Горбатюк, 2008; Козяр та ін., 2018; Райковська, 2017; Райковська & Соловйов, 2017) ряд

ефективних методик навчання студентів з використанням САД-модулів, в той же час удосконалення методик інтегрального навчання з широким використанням САПР потребує подальшого дослідження.

Список використаної літератури

Берлинер Э. *Актуальность применения САПР в машиностроении*. URL: <https://sapr.ru/article/7837> (дата звернення: 04.01.2019).

Головня В.Д. *Розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у вищих технічних навчальних закладах*: дис. ... к-та пед. наук: 13.00.04 / Головня Вячеслав Дмитрович. – Рівне, 2015. С.98 с.

Горбатюк Р.М. *Основні засади графічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів*. URL: http://ps.stateuniversity.ks.ua/file/issue_47/57.pdf (дата звернення: 04.01.2019).

Іванов О. О., Петріков А. В. *Перспективи впровадження автоматизованих систем проектування і управління в машинобудуванні*: матеріали доповідей XIV Міжнародної наукової інтернет-конференції «Advanced technologies of science and education» (19-21 квітня 2018 року). URL: <http://intkonf.org/ivanov-o-o-petrikov-a-v-perspektivi-vprovadzheniya-avtomatizovanih-sistem-proektuvannya-i-upravlinnya-v-mashinobuduvanni/> (дата звернення: 04.01.2019).

Козяр М., Сасюк З., Парфенюк О. *Графічна підготовка майбутнього фахівця засобами САПР*. Нова педагогічна думка. 2018. № 2 (94). С.122–126

Кокарева А.М. Сучасний стан професійної підготовки інженерів в технічному університеті. *Вісник Національного авіаційного університету. Серія: Педагогіка, Психологія*. 2017. № 10. С.1–4.

Райковська Г.О. Інноваційна концепція модернізації графічної підготовки у ВТНЗ: Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти: *Збірник наукових праць. Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету*. 2017. Випуск 16 (59). С.5–8.

Райковська Г.О., Соловйов А.В. Особливості використання САЕ-систем у навчальному процесі майбутніх бакалаврів з механічної інженерії. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2017. Випуск 2 (41). С.216–218.

References

Horbatiuk, R.M. (2008) *Osnovni zasady hrafichnoi pidhotovky maibutnikh inzheneriv-pedahohiv* [The basic principles of graphic training for future engineers-teachers]. URL: http://ps.stateuniversity.ks.ua/file/issue_47/57.pdf (last accessed: 04.01.2019) [in Ukrainian].

Ivanov, O.O., & Pietrikov, A.V. (2018, April) *Perspektyvy vprovadzheniya avtomatyzovanykh system proektuvannya i upravlinnia v mashinobuduvanni* [The perspective of the introduction of automated systems designing and management in mechanical engineering]. *Proceedings of the 14th International Scientific Internet Conference «Advanced Technologies of Science And Education*. URL: <http://intkonf.org/ivanov-o-o-petrikov-a-v-perspektivi-vprovadzheniya-avtomatizovanih-sistem-proektuvannya-i-upravlinnya-v-mashinobuduvanni/> (last accessed: 04.01.2019) [in Ukrainian].

Koziar, M., Sasiuk Z., & Parfeniuk, O. (2018). *Hrafichna pidhotovka maibutnoho fakhivtsia zasobamy SAPR* [Graphic preparation of a future specialist using CAD]. *Nova pedahohichna dumka*, 2 (94), 122–126 [in Ukrainian].

Kokarieva, A.M. (2017). *Suchasnyi stan profesiinoi pidhotovky inzheneriv v tekhnichnomu universyteti* [The current state of professional training of engineers at a technical university]. *Proceedings of the National Aviation University. Series: Pedagogy, Psychology*, 10, 1–4 [in Ukrainian].

Raikovska, H.O. (2017). *Innovatsiina kontseptsiiia modernizatsii hrafichnoi pidhotovky u VTNZ: Onovlennia zmistu, form ta metodiv navchannia i vykhovannia v zakladakh osvity* [Innovative concept of modernization of graphic preparation in technical universities: Updating of content, forms and methods of education and education in educational institutions]. *Collection of scientific works. Naukovi zapysky Rivnenskoho derzhavnogo humanitarnoho universytetu*, 16 (59), 5–8 [in Ukrainian].

Raikovska, H.O., & Soloviov, A.V. (2017) *Osoblyvosti vykorystannia CAE-system u navchalnomu protsesi maibutnikh bakalavriv z mekhanichnoi inzhenerii* [Features of the use of CAE-systems in the learning process of future bachelors in mechanical engineering]. *Scientific herald of uzhhorod University. Series: pedagogy. Social Work*, 2 (41), 216–218 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 15.03.2019 р.

Стаття прийнята до друку 28.03.2019 р.

Райковская Галина

доктор педагогических наук, профессор
кафедра отраслевого машиностроения

ЖГТУ «Житомирский государственный технологический университет»
г.Житомир, Украина

Соловьев Андрей

ассистент

кафедра отраслевого машиностроения

ЖГТУ «Житомирский государственный технологический университет»
г.Житомир, Украина

САПР В ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ

Аннотация. Для каждой страны главным критерием высокой эффективности образовательных услуг является структурное и смысловое соответствие между результатами обучения и реальными потребностями высокоразвитого производства в специалистах. Ставка во всем мире делается на технологии цифрового производства, и в частности компьютерные системы САД и САЕ. Цель исследования: определение и теоретическое обоснование сущности проблемы подготовки будущих инженерно-технических специалистов в учреждениях высшего технического образования Украины и раскрытие основ инновационной методики обучения графических дисциплин с использованием САПР на всех этапах образовательного процесса. Использованные методы исследования: теоретические – анализ, обобщение, систематизация с целью определения состояния и перспектив разработанности исследуемой проблемы; эмпирические – эксперимент, который заключался

в выявлении особенностей инновационной методики подготовки будущих инженерно-технических специалистов в технических учреждениях высшего образования средствами САПР, изучении уровня готовности студентов к использованию систем САД и САЕ. Результатом нашего исследования стала инновационная методика подготовки будущих инженерно-технических специалистов в технических учреждениях высшего образования средствами САПР – комплексное использование САПР в течение всего образовательного процесса. Предложенная методика гарантирует качественную графическую подготовку, формирование высококвалифицированного специалиста в соответствии с современными потребностями инновационного предприятия. В первую очередь, это касается построения конструкторской документации в САД-системах, анализа изделий на основе САЕ-систем, наряду с классическими дисциплинами обеспечивают более глубокое и качественное усвоение учебного материала студентами.

Ключевые слова: графическая подготовка; система автоматизированного проектирования (САПР); геометрическое моделирование; механическая инженерия.

Raikovska Halyna

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor
Department of Branch Engineering
Zhytomyr State Technological University
Zhytomyr, Ukraine

Solovyov Andriy

Assistant
Department of Branch Engineering
Zhytomyr State Technological University
Zhytomyr, Ukraine

CAD IN GRAPHIC TRAINING

Abstract. The main criterion for high efficiency of educational services is the structural and semantic correspondence between learning outcomes and the real needs of highly developed production specialists. Worldwide betting is being done on digital production technologies, in particular, CAD and CAE computer systems. The purpose of our research is to determine and theoretically substantiate the essence of the problem of training future engineering and technical specialists in institutions of higher technical education in Ukraine and to reveal the fundamentals of innovative methods of teaching graphic disciplines using CAD at all stages of the educational process. To achieve this goal, the following research methods were used: theoretical - analysis, synthesis, systematization in order to determine the state and prospects of the elaboration of the studied problem; empirical – an experiment that was to identify the features of the innovative methods of preparing future engineering and technical specialists in technical institutions of higher education using CAD tools, studying the level of students' readiness to use the CAD and CAE system. The result of our study was an innovative method of training future engineering and technical specialists in technical institutions of higher education using CAD tools, which provides for a consistent, integrated use of CAD in the educational process (from the first year to the master's work). The proposed technique guarantees high-quality graphic training, the formation of a highly qualified specialist in accordance with the modern needs of an innovative enterprise. The analysis and experimental studies that were based on the Zhytomyr State Technological University suggest that the role of modern computer-aided design systems is growing rapidly, so it is important to use CAD in the educational process of future engineering and technical specialists. First of all, it concerns the construction of design documentation in CAD-systems, the analysis of products based on CAE-systems, along with the classical disciplines provide a deeper and better learning of educational material by students.

Key words: graphic preparation; computer-aided design (CAD); geometric simulation; mechanical engineering.