

СТРАТЕГІЯ, ЗМІСТ ТА НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ З ВИЩОЮ ТЕХНІЧНОЮ ОСВІТОЮ

<https://doi.org/10.31649/1997-9266-2019-143-2-111-116>

УДК 378. 147:744

Г. О. Райковська¹

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ

¹Житомирський державний технологічний університет

Розглянуто сучасний стан машинобудівних підприємств, що дало змогу виділити зовнішні фактори впливу на професійну підготовку інженерно-технічних фахівців, які відіграють важливу роль в удосконаленні освітнього процесу: 1) масовий перехід підприємств на нові технології висуває вимоги до кваліфікації інженерно-технічних кадрів, а саме: вміння сприймати і опрацьовувати різноманітну науково-технічну інформацію; володіти мистецтвом управління новими технологіями; 2) інженерно-технічні фахівці повинні бути готовими працювати на рівні міжнародних вимог; 3) забезпечення персоналу підприємства розвитком, що відповідав би профілю його діяльності та сучасному рівню розвитку науки і техніки. Окреслено можливі шляхи реформування освітнього процесу, а саме запровадження інжинірингової підготовки. Доведено необхідність перегляду традиційної методичної системи навчання, яка має передбачати коригування змісту освіти відповідно до вимог сьогодення і інноваційного розвитку підприємств машинобудівної галузі. Як показала практика, запровадження інжинірингової підготовки дозволить на якісно новому рівні організувати низку навчальних курсів. В рамках комп'ютерного інжинірингу студенти вивчають в розширеному обсязі найсучасніші програмні комплекси проектування і розробку машинобудівного обладнання, починаючи з можливостей основних систем САД, САМ та САЕ. Стратегічним завданням є формування майбутніх конкурентоспроможних фахівців на ринку праці через інжинірингову підготовку, навчання параметричного віртуального моделювання виробів будь-якої складності та реалістичної візуалізації. САПР являють собою педагогічний потенціал, який за створення конкретних умов сприяє не тільки отриманню знань, умінь і навичок автоматизованого конструювання, але і формує креативні здібності, уяву, образно-графічне і технічне мислення, а також підвищує інженерно-графічну й інформаційну культуру студентів. Наскрізне моделювання дозволяє майбутнім фахівцям з механічної інженерії проаналізувати процес виробництва продукції в САПР та зробити відповідні висновки щодо порядку проведення будь-яких операцій в межах життєвого циклу виробу.

Ключові слова: інжиніринг, механічна інженерія, геометричне моделювання, параметричне віртуальне моделювання.

Вступ

Вже протягом багатьох років машинобудування належить до найважливіших галузей промисловості, яке відіграє ключову роль у розвитку економіки країни та є основою для інших галузей. Інноваційний розвиток у сучасних умовах є основною умовою підвищення конкурентоспроможності підприємства, що передбачає впровадження технічних, технологічних та інших інновацій [1]. Водночас важливо, щоб зміни відбувалися не тільки у технології виробництва продукції, але охоплювали організацію, управління, навчання персоналу.

Для кожної країни головним критерієм високої ефективності освітніх послуг є структурна і смислова відповідність між результатами навчання і реальними потребами високорозвиненого виробництва у фахівцях, що впливає на поліпшення рівня і якості життя населення.

В останні роки проблеми інженерної освіти в Україні знаходяться під пильною увагою керівництва країни, громадськістю і науковцями (А. М. Кокарева, І. Д. Нищак, М. Степко, С. О. Тимченко та інші). Забезпечення вітчизняної промисловості кваліфікованими інженерно-технічними кадрами, взаємодія закладів вищої освіти (ЗВО) з підприємствами в області інженерно-технічної кооперації,

необхідність підвищення кваліфікації викладачів інженерно-технічних дисциплін, розвиток матеріально-технічної бази ЗВО — від вирішення цих питань залежить якість вищої технічної освіти і конкурентоспроможність молодих інженерно-технічних фахівців в умовах сучасної економіки.

Метою статті є дослідження, аналіз та систематизація існуючих підходів щодо вдосконалення підготовки фахівців машинобудівної галузі на основі розширення використання САПР в освітньому процесі, запровадження інжинірингу.

Результати дослідження

Вагому роль у вдосконаленні підготовки інженерно-технічних фахівців відіграють зовнішні фактори, які безпосередньо впливають на зміст і структуру освітнього процесу в цілому [2]—[4]. На один з таких факторів вказує С.О. Тимченко, а саме те, що в Україні немає комплексного підходу до прогнозування потреб виробничої та невиробничої сфер у кваліфікованих спеціалістах, сьогодні вищі наукові школи втратили здатність якісно готувати науковців, що перетворює її деяких випадках на формальний інститут.

Проведене дослідження стану машинобудівної галузі та прогнозу економічного і соціального розвитку України на 2019—2021 роки дає підстави виділити зовнішні фактори, які відіграють важливу роль в удосконаленні інженерно-технічної підготовки в ЗВО: 1) масовий перехід підприємств на нові технології висуває вимоги до кваліфікації інженерно-технічних кадрів, а саме: вміння сприймати і опрацьовувати різноманітну науково-технічну інформацію; володіти мистецтвом управління новими технологіями; 2) інженерно-технічні фахівці повинні бути готовими працювати на рівні міжнародних вимог; 3) забезпечення персоналу підприємства розвитком, що відповідав би профілю його діяльності та сучасному рівню розвитку науки і техніки.

Заступник міністра освіти і науки України М. Степко відмічає, що в останні роки в університетах з'явився прошарок молоді, яка здатна запроваджувати принципово нові, нетрадиційні підходи до викладання та вирішення науково-технічних проблем і далеко відірвалася від старшого покоління [5]. А також, саме пошук нових схем взаємодії промисловості, технічної науки з системою вищої освіти є визначальним напрямом розвитку вищої технічної освіти, відновлення її престижу серед молоді.

Зокрема, заклади вищої освіти не спроможні управляти зовнішніми факторами, але вони повинні враховувати можливі зміни, вчасно пристосовуватися та реагувати на них.

На сьогодні в Україні діє розгалужена і потужна науково-технічна система, яка включає понад 100 академічних установ, більше 150 наукових інститутів при ЗВО, конструкторські технологічні установи з розвинутою інфраструктурою, спроможною задовольняти потреби інноваційного розвитку промисловості.

САПР вже не є чимось новим і не зрозумілим й важко собі уявити виробничу компанію, яка б не використовувала САПР для розробки нових видів продукції. Автоматизоване проектування, тобто широке використання засобів обчислювальної техніки для виконання проектних робіт і процедур, є єдиною на даний час прийнятною альтернативою, що дозволяє забезпечити принципову можливість проектування нових ускладнених об'єктів і систем.

І. Д. Нишак зазначає, що на початковому етапі комп'ютеризація інженерно-графічної підготовки сприймалася як звільнення конструктора від рутинної роботи, забезпечення умов для зручнішого і швидшого виконання креслень, зберігання графічної інформації в електронному вигляді з можливістю їх швидкого редагування та тиражування [6].

Використання систем САПР в освітньому процесі, розпочалося ще з електронної креслярської дошки, сьогодні ця технологія дуже розвинута і включає величезну кількість напрямів: системи автоматизованого проектування механічного устаткування (MCAD), електронних засобів (ECAD), інженерного аналізу (CAE), підготовки виробництва (CAM), доповнення для публікацій технічної інформації, візуалізації сервісного обслуговування і, нарешті, системи управління інженерними даними (PDM) і життєвим циклом виробів (PLM). На думку провідних учених, основними чинниками успіху в сучасному промисловому виробництві є: скорочення термінів виходу продукції на ринок, зниження її собівартості та підвищення якості. До найефективніших інструментів, які дозволяють виконати ці вимоги, належить системам автоматизованого проектування (САПР).

Ера креслень відходить в минуле. Ставка у всьому світі робиться на технології цифрового виробництва, і зокрема комп'ютерні системи CAD і CAE. Перша відповідає за конструювання і дизайн, друга — за розрахунки та інженерний аналіз. Якщо раніше для проектування нової моделі могли бути задіяні сотні осіб, то зараз завдання виконують одиниці.

Необхідно відмітити, що науково-технічні фахівці створюють в масовій свідомості певну наукову картину світу, здійснюють поширення науково-технічного знання в усі сфери життєдіяльності людей, розвивають у них специфічну технічну, комп'ютерну й інформаційно-технологічну культуру. А інженерно-технічні працівники здійснюють технічну модернізацію, технічне переозброєння і технологічне переоснащення щодо підготовки виробництва до випуску нової продукції або підвищення її якості та конкурентоспроможності.

Сучасний рівень проектних робіт на виробництві характеризується, використанням 3D-технологій, параметричного, віртуального і геометричного моделювання, мультимедійного і комп'ютерного дизайну. На всіх стадіях інформаційної підтримки життєвого циклу виробу та об'єктів інфраструктури присутні геометричні й графічні двомірні (2D) і тримірні (3D) цифрові моделі. Компонентами комплексної модернізації стають цифрові моделі життєвого циклу виробу.

Почесний президент концерну «Нікмас» Г. Дашутін у своїй доповіді на XIX Міжнародній науково-технічній конференції «Прогресивна техніка, технологія і інженерна освіта», яка відбулася у КПІ зазначив, що у сучасному розумінні інжинірингова діяльність — це надання інженерно-технічних послуг. Вона включає у себе реалізацію кількох функцій: проектування, поставку обладнання, його монтаж, ведення проекту, нагляд, сервіс. Звідси потреба у фахівцях, що творч мислять, які здатні підійти нестандартно до вирішення проблем [7].

У наш час терміни «інжиніринг» і «управління проектами» тісно пов'язані на теоретичному і на практичному рівні. Під інжинірингом частіше розуміють той самий менеджмент, але з глибоким ухилом в предметну область.

Інжиніринг передбачає надання всього спектру послуг з управління, господарювання та інноваційної діяльності промислових підприємств, зокрема з інформаційно-технічного опрацювання виробничих об'єктів і процесів, розроблення й модернізування машин та устаткування, впровадження ефективних методів організації виробництва, надання інженерно-консультаційних послуг, в тому числі забезпечення різними технологіями та інноваціями, обладнанням та спорядженням.

Значення слова «інжиніринг» в англійській мові — це прикметник «технічний». Воно є спільнокореневим поняттям слова «інженер». Сьогодні науковці виділяють поняття «комп'ютерний інжиніринг», що означає — набір технічних послуг (всеохоплюючих і багатостадійних), які здійснюються для вивчення комп'ютерної техніки з метою впровадження в проект, наукомістких технологічних баз для подальшої роботи об'єкта.

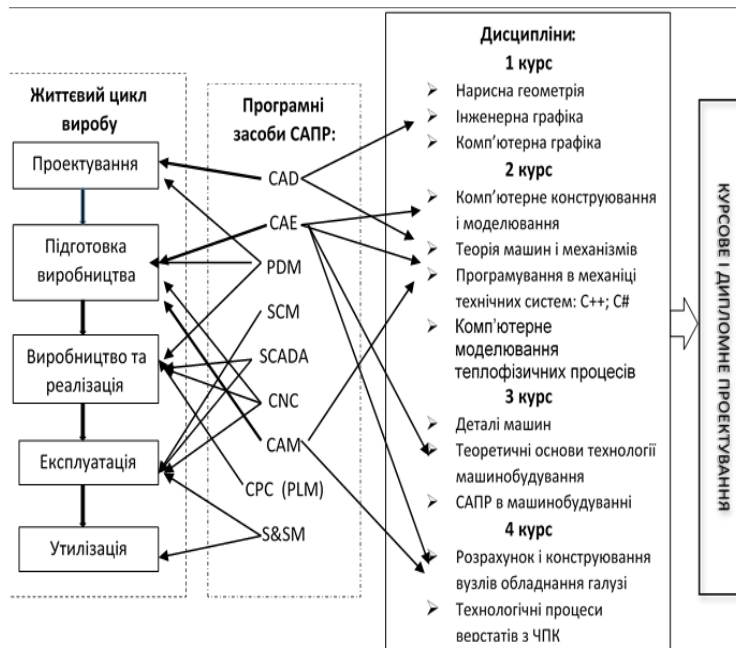
Підсумовуючи, можна зробити висновок, що «комп'ютерний інжиніринг» — і це один з видів інжинірингу, який включає сукупність методів і засобів практичного вирішення інженерних задач за допомогою комп'ютерної техніки і прикладних інформаційних технологій, серед яких особливе місце займають системи автоматизованого проектування (САПР).

Як бачимо з вищевикладеного, інжиніринг — це поняття глибоке і ключове для побудови ефективної роботи з технічного переозброєння підприємства та виробництва та спонукає до пошуку шляхів удосконалення професійної підготовки майбутніх фахівців у відповідності з інноваційним розвитком підприємств, який визначає рівень, темпи, масштаби змін в освітньому процесі.

На думку автора, найважливішим у вивченні САПР майбутніми фахівцями з механічної інженерії є вільне використання основних модулів конструювання та моделювання, що дозволить забезпечувати наскрізний тип виробництва. На сьогодні в багатьох країнах світу одним з найпоширеніших САПР, які використовуються для наскрізного моделювання, є програмний комплекс SolidWorks компанії Dassault Systèmes [8].

Щодо досвіду удосконалення професійної підготовки майбутніх інженерно-технічних фахівців спеціальності «галузеве машинобудування» в Житомирському державному технологічному університеті, то слід відмітити, що навчальні програми побудовані таким чином щоб підготувати всебічно розвиненого та сучасного фахівця. Велику увагу приділяють як теоретичним основам, так і практичним, лабораторним заняттям. Ознайомлення з програмними пакетами розпочинається вже з першого курсу під час навчання дисципліни нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка.

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



Формування спеціальних професійних компетенцій у світі вимог високорозвинутого виробництва

виробництва — загальний термін для означення всіх аспектів проектування з використанням засобів обчислювальної техніки, охоплює створення геометричних моделей виробу, а також генерацію креслень виробу та їх супроводження. Основою практично всіх сучасних CAD-систем є системи геометричного моделювання, їх основне призначення — формування геометричних 2D і 3D моделей об'єктів проектування: деталей, вузлів і виробів в цілому.

CAM (Computer Aided Manufacturing) — системи автоматизованої підготовки виробництва — загальний термін для означення програмних систем розробки технологічних процесів, програм для програмно-керованого обладнання, спеціального оснащення та пристосувань.

CAE (Computer Aided Engineering) — системи розрахунків та інженерного аналізу — загальний термін для означення інформаційного забезпечення автоматизованого аналізу проекту, метою якого є знаходження помилок проекту або оптимізація виробничих можливостей.

PDM (Product Data Management) — системи керування виробничою інформацією, призначені для координації роботи систем CAD/CAM/CAE, керування проектними даними та процесами розробки виробу на підприємстві.

SCM (Supply Chain Management) або CSM (Component Supplier Management) — система керування ланцюгами постачань необхідних матеріалів і комплектуючих.

CRM (Customer Requirement Management) — система керування взаєминами з покупцями й замовниками, виконує функції аналізу ринкової ситуації та визначає перспективи попиту на плановані вироби.

S&SM (Sales and Service Management) — система рішення маркетингових завдань і проблем обслуговування виробів.

На етапі експлуатації також використовуються спеціалізовані комп'ютерні системи, що вирішують питання діагностики, контролю й ремонту експлуатованих систем.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) — система виконання диспетчерських функцій (збір і обробка даних про стан устаткування та технологічних процесів) і розробки програмного забезпечення для вбудованого устаткування.

CNC (Computer Numerical Control) — система, що здійснює безпосереднє програмне керування технологічним устаткуванням на базі контролерів (спеціалізованих комп'ютерів, які називаються промисловими).

Системи SCADA, CNC можна віднести до автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП).

CPC (Collaborative Product Commerce) або PLM (Product Lifecycle Management) — системи керування даними в інтегрованому інформаційному просторі, вирішують завдання об'єднання інформації про запити замовників і даних про можливості підприємств та організацій, що спеціалізуються на

На кожному з подальших освітніх етапів за детальним проектуванням використовуються свої спеціалізовані програми і відповідні підсистеми. При цьому, отримані на кожному подальшому етапі теоретичні знання, практичні уміння і навички ніби замикають ланцюг «зворотного зв'язку» і викликають потребу в наскрізній підготовці. Необхідно відмітити, що ключовим поняттям системного інженерного проектування є життєвий цикл виробу (ЖЦВ). Опановуючи всі етапи ЖЦВ, розуміючи міжпредметний зв'язок формуються спеціальні професійні компетентності (рис.).

Дано пояснення до найпоширеніших автоматизованих систем, що використовуються на цей час в ЖЦВ і професійній підготовці [9]:

CAD (Computer Aided Design) — системи конструкторського проекту-

наданні різних послуг, а також проектуванні, виготовленні й постачанні замовлених виробів.

Інжинірингова підготовка 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. На схемі автор виділила лише ті фундаментальні і професійно орієнтовані дисципліни, міжпредметні зв'язки яких мають принципово визначальний характер (за навчальними планами та робочими програмами Житомирського державного технологічного університету інженерно-технічних спеціальностей, галузь знань 13 «Механічна інженерія»). 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). Радикального перегляду потребує методологія викладання. Потрібно впроваджувати «зорієнтований на студента» підхід, тобто здійснити перехід від читання лекцій до заохочення і контролю самостійних занять і досліджень студентів.

З огляду дослідження автора, А. М. Кокарева зазначає, що професійна підготовка фахівців інженерів на сучасному етапі потребує застосування у навчально-методичній роботі новітніх наукових досягнень, технологічних та методологічних новацій, при цьому необхідно враховувати специфіку кожної з галузей промисловості [10].

Висновки

Аналізуючи стан і динаміку розвитку машинобудівної галузі встановлено, що стратегічним завданням є формування майбутніх конкурентоспроможних фахівців на ринку праці через інжинірингову підготовку, навчання параметричного віртуального моделювання виробів будь-якої складності та реалістичної візуалізації. САПР представляють собою педагогічний потенціал, який при створенні конкретних умов сприяє не тільки отриманню знань, умінь і навичок автоматизованого конструювання, але і формує креативні здібності, уяву, образно-графічне і технічне мислення, а також підвищує інженерно-графічну й інформаційну культуру студентів. Наскрізне моделювання дозволяє майбутнім фахівцям з механічної інженерії проаналізувати процес виробництва продукції в САПР та зробити відповідні висновки щодо порядку проведення тих чи інших операцій в межах ЖЦВ. Отже, наскрізна підготовка є комплексним показником засвоєння навчального матеріалу та готовності майбутнього фахівця вільно конкурувати на ринку праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Прогноз економічного і соціального розвитку України на 2019—2021 роки. [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.me.gov.ua.
- [2] С. О. Тимченко, «Сучасний стан розвитку персоналу на машинобудівних підприємствах України,» *Економічний вісник Донбасу*, № 1 (35), с. 198-203, 2014.
- [3] Л. Й Кобрин, «Діагностика факторів інноваційного розвитку підприємства,» *Наукові записки*, № 1/(52), с. 152-157, 2016.
- [4] І. Корнілова, та Н. Боклан, «Стан та перспективи розвитку машинобудівного комплексу України: управлінський аспект,» *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*, № 137, с. 23-26, 2012.
- [5] М. Степко, «Вища технічна освіта і наука України як фактори суспільного розвитку та інтеграції України у світове співтовариство.» в *Вища технічна освіта і наука України. матеріали конференції*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://library.uira.edu.ua/library/BD/BolonProz/2_Materiali_konferenzij_seminarov_ovegshaniy/2_2_b.htm.
- [6] І. Д. Нишак, «Історія та сучасний стан інженерно-графічної підготовки майбутніх учителів технологій,» *Проблеми підготовки сучасного вчителя* : збірник наук. праць Уманського держ. пед. ун-ту ім. П. Тичини, Вип.15, Умань : ФОП Жовтий О.О., с. 379-388, 2017.
- [7] Г. Дашутін, *Доповідь на XIX Міжнародній науково-технічній конференції* «Прогресивна техніка, технологія і інженерна освіта». [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://fru.ua/events/hryhorii-dashutin-rozvytok-inzhynirynhu-v-mashynobuduvanni-vidpovid-navykyky-chasu_
- [8] Г. О. Райковська, О. Л. Мельник, та А. В. Соловійов, «Парадигма підготовки бакалаврів з механічної інженерії при наскрізному моделюванні у сучасних машинобудівних САПР,» *Фізико-математична освіта*, Вип. 4 (14), Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, Суми, т. 1, с. 78–81, 2017.
- [9] А. В. Пархоменко, А. В. Притула, та В. М. Кришук, «Автоматизоване проектування електронних засобів в середовищах Creo та ALTIUM DESIGNER,» *Навчальний посібник*, 2-ге вид., Запоріжжя: Дике Поле, 2016, с. 10-14.
- [10] А. М. Кокарева, «Сучасний стан професійної підготовки інженерів в технічному університеті,» *Вісник Національного авіаційного університету*, № 10, 2017.

Рекомендована кафедрою технології та автоматизації машинобудування ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 19.02.2019

Райковська Галина Олексіївна — д-р пед. наук, професор, професор кафедри галузевого машинобудування, e-mail: G_A_Raykovskaya@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1755-9516>.

Житомирський державний технологічний університет, Житомир

Ways to Improve the Training of Specialists in the Machine-Building Industry

¹Zhytomyr State Technological University

The article clarifies the current state of machine-building enterprises, which made it possible to focus on external factors of influence on vocational training of engineering and technical specialists who play an important role in improving the educational process: 1) the massive transition of enterprises to new technologies introduces requirements for the qualification of engineering and technical personnel, namely: the ability to perceive and process various scientific and technical information; have the art of managing new technologies; 2) engineering specialists must be prepared to work at the international level; 3) ensuring the personnel of the enterprise development, which would correspond to the profile of its activities and the modern level of development of science and technology. Possible ways of reforming the educational process, namely the introduction of engineering training, are outlined. The necessity of revision of the traditional methodical system of education, which should include adjusting the content of education in accordance with the requirements of present and innovative development of the enterprises of the machine-building industry, is proved. As practice has shown, introduction of engineering training will allow to organize a number of training courses on a qualitatively new level. Within the framework of computer engineering, students study the most advanced software systems, design and development of machine-building equipment, starting with the capabilities of major CAD, CAM and CAE systems. The strategic task is the formation of future competitive specialists in the labor market through engineering training, training parametric virtual simulation of products of any complexity and realistic visualization – CAD represents a pedagogical potential that, when creating specific conditions, contributes not only to the acquisition of knowledge, skills and abilities of automated design, but also forms creative abilities, imagination, figurative and graphic and technical thinking, as well as enhances engineering graphic and informational cultures students. PLM modelling allows future mechanical engineering experts to analyze the process of production in CAD and make appropriate conclusions about the order of carrying out certain operations within the life cycle of the product.

Keywords: engineering, mechanical engineering, geometric modeling, parametric virtual simulation.

Raikovska Halyna O. — Dr. Sc. (Pedagogy), Professor, Professor of the Chair of Branch Engineering, e-mail: G_A_Raikovskaya@ukr.net

Г. А. Райковская¹

Пути совершенствования подготовки специалистов машиностроительной отрасли

¹Житомирский государственный технологический университет

Рассмотрено современное состояние машиностроительных предприятий, что дало возможность выделить внешние факторы влияния на профессиональную подготовку инженерно-технических специалистов, которые играют важную роль в усовершенствовании образовательного процесса: 1) массовый переход предприятий на новые технологии выдвигает требования к квалификации инженерно-технических кадров, а именно: умение воспринимать и прорабатывать разнообразную научно-техническую информацию; владеть искусством управления новыми технологиями; 2) инженерно-технические специалисты должны быть готовы работать на уровне международных требований; 3) обеспечение персонала предприятия развитием, которое отвечало бы профилю его деятельности и современному уровню развития науки и техники. Очерчено возможные пути реформирования образовательного процесса, а именно внедрение инжиниринговой подготовки. Доказана необходимость пересмотра традиционной методической системы обучения, которая должна предусматривать коррекцию содержания образования в соответствии с требованиями настоящего и инновационного развития предприятий машиностроительной отрасли. Как показала практика, внедрение инжиниринговой подготовки, позволит на качественно новом уровне организовать ряд учебных курсов. В рамках компьютерного инжиниринга студенты изучают в расширенном объеме самые современные программные комплексы, проектирования и разработку машиностроительного оборудования, начиная с возможностей основных систем CAD, CAM и CAE. Стратегическим заданием является формирование будущих конкурентоспособных специалистов на рынке труда через инжиниринговую подготовку, обучение параметрическому виртуальному моделированию изделий любой сложности и реалистичной визуализации. САПР представляют собой педагогический потенциал какой при создании конкретных условий способствует не только получению знаний, умений и навыков автоматизированного конструирования, но и формирует креативные способности, воображение, образно графическое и техническое мышление, а также повышает инженерно-графическую и информационную культуру студентов. Сквозное моделирование позволяет будущим специалистам по механической инженерии проанализировать процесс производства продукции в САПР и сделать соответствующие выводы относительно порядка проведения любых операций в пределах жизненного цикла изделия.

Ключевые слова: инжиниринг, механическая инженерия, геометрическое моделирование, параметрическое виртуальное моделирование.

Райковская Галина Алексеевна — д-р пед. наук, профессор, профессор кафедры отраслевого машиностроения, e-mail: G_A_Raikovskaya@ukr.net