

УДК 378.14:004
DOI: 10.24144/2524-0609.2021.49.169-173

Райковська Галина Олексіївна

доктор педагогічних наук, професор
кафедра механічної інженерії

Державний університет «Житомирська політехніка», м.Житомир, Україна
G A Raykovskaya@ukr.net
<http://orcid.org/0000-0003-1755-9516>

Шостачук Андрій Миколайович

кандидат технічних наук, доцент
доцент кафедри «Механічна інженерія»

Державний університет «Житомирська політехніка», м.Житомир, Україна
vbnauka@i.ua
<http://orcid.org/0000-0002-4924-1222>

ПРОЕКТУВАННЯ ЗМІСТУ ГРАФІЧНИХ ЗНАТЬ В СЕРЕДОВИЩІ CAD СИСТЕМ

Анотація. Розглянуто графічну підготовку в середовищі CAD-систем, виділено особливості спеціального програмного засобу SolidWorks – CAD. Ми вважаємо, що найбільш прогресивна методика графічної підготовки інженерних фахівців полягає в навчанні, замість трьох класичних частин базової графічної підготовки, двом: нарисній геометрії, яка вивчається традиційним шляхом, завдання виконуються «вручну» олівцем за допомогою креслярського інструменту; інженерної графіки в CAD-системах – дисципліни заснованої на активному застосуванні 2D- і 3D-моделювання, при цьому зберігаючи ті розділи інженерної графіки, які необхідні в сучасному проектуванні, у той же час необхідно навчальний матеріал повідомляти, узгоджуючи з особливостями CAD-систем. Метою статті є обґрунтування змісту графічної підготовки в закладах вищої технічної освіти у взаємозв'язку з спеціальними програмними засобами CAD-системами, зокрема SolidWorks. Методи дослідження: аналіз проблем графічної підготовки майбутніх бакалаврів-механіків, аналіз сучасного програмного забезпечення для виконання графічної документації, узагальнення для отримання висновків та рекомендацій. Проведене дослідження змісту інженерної графіки і особливостей побудови робочих креслень у SolidWorks дало змогу узгодити зміст другої частини базової графічної підготовки та запропоновано їх послідовність навчання у взаємозв'язку.

Ключові слова: зміст графічних знань; комп'ютерна графіка; креслення; тривимірне моделювання.

Вступ. Бурхливий розвиток комп'ютерної техніки створив умови активного просуванню сучасних інформаційних технологій в усі сфери життєдіяльності і виробництва. Цифрові технології 3D-друку, 3D-сканування, 3D-моделювання та 3D-візуалізації стають основою високотехнологічного виробництва, вони дозволяють скоротити виробничі витрати і терміни проектування, обійти технологічні обмеження і підвищити якість і конкурентоспроможність продукції, що випускається.

Створення нової техніки в машинобудуванні відбувається в наступній послідовності: на основі аналізу продукції, що випускається, проектується нова, така, що має більш високі естетичні, експлуатаційні або інші властивості, наступним шляхом є інженерні розрахунки і моделювання, технологічна підготовка виробництва, виготовлення і реалізація виробу. При цьому ми отримуємо замкнений цикл проектування, виготовлення і реалізація готової продукції. Інформаційна підтримка життєвого циклу продукції вимагає виробляти, проектувати його за допомогою сучасних графічних пакетів CAD, за допомогою створення інформаційної моделі. У зв'язку з цим актуальним стає питання про впровадження інформаційних технологій в освітній процес, зокрема графічної підготовки, так як базова графічна підготовка формує навички графічного представлення інформації. Таким чином, особливості стрімкого зростання систем автоматизованого проектування (САПР) в проєктних організаціях і на машинобудівних підприємствах сприяли обґрунтуванню вимог до майбутніх фахівців машинобудівної галузі – спроможних використовувати САПР в професійній діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В даний час більшість науковців, педагогів-практиків

здійснюють свої дослідження в напрямках: аналіз педагогічного потенціалу інформатизації освітнього процесу розкрито у працях Р. Горбатюк і В. Кабак [2; 3; 4]; впровадження інформаційних технологій у навчально-пізнавальний процес закладів освіти І. Нишак [6]; створення та використання спеціальних програмних засобів, тривимірне та чотиривимірне моделювання М. Козяр, О. Парфенюк [5] та інші. На передній план висунуто дослідження з впровадження спеціальних програмних засобів щодо навчання базової графічної підготовки, геометричного моделювання, а в той же час залишається без уваги узгодженість змісту графічної підготовки з комп'ютерною графікою, особливостями CAD систем.

Таким чином, назріла необхідність перегляду змісту базової графічної підготовки у відповідності з одночасним набуття теоретичних знань і практичних навичок виконувати графічні роботи в CAD системах за правилами ЄСКД.

Метою статті є обґрунтування змісту графічної підготовки в закладах вищої технічної освіти у взаємозв'язку з спеціальними програмними засобами CAD-системами, зокрема SolidWorks.

Методи дослідження: аналіз проблем графічної підготовки майбутніх бакалаврів-механіків, аналіз сучасного програмного забезпечення для виконання графічної документації, узагальнення для отримання висновків та рекомендацій.

Виклад основного матеріалу. Дисципліна, яка відповідає за інженерно-графічну освіту, називається «Нарисна геометрія, інженерна графіка в CAD-системах», яка передбачає вивчення сучасних засобів створення креслень. За навчальними планами передбачається вивчення розділів: «Нарисна геометрія», «Інженерна графіка» і «Комп'ютерна графіка в

CAD-системах», із підготовки фахівців напрямку 13 «Механічна інженерія», чия професійна діяльність безпосередньо пов'язана з розробкою проектно-конструкторської документації.

К. Вольхин, О. Болбат зазначають, що чим раніше, САПР почне використовуватися в графічній підготовці здобувачів вищої технічної світи, тим більше навичок практичного використання прикладних графічних програм буде у молодого фахівця і тим вище буде його конкурентоспроможність на ринку праці [1].

Неможливо не погодитись з Р. Горбатюком, що сучасні підходи до графічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів залежать, передусім, від таких факторів, як зміна цілей, методів і форм навчання, взаємодії педагогів і студентів, розвитку комп'ютерної техніки, розширення її технічних можливостей та ін. Тому на різних етапах процесу графічної підготовки змінюються підходи до розробки і використання методичного супроводу та технології навчання [3].

Науковцями-практиками В. Сидоренко, І. Голіяд, Є. Кулик обґрунтовано поняття «навчальний предмет» з точки зору його функцій, що це один з головних засобів реалізації змісту освіти, який поєднує в єдине ціле зміст, який підлягає засвоєнню разом із засобами його усвідомлення здобувачами освіти, у відповідності їхнього розвитку й виховання [7].

Необхідно наголосити, що дидактична модель навчальної дисципліни – це цілісність необхідних теоретичних знань, практичних умінь і навичок майбутнього фахівця, які притаманні його практичній діяльності і включають два блоки: основний – куди входить у першу чергу той зміст, заради якого навчальна дисципліна уведена до навчального плану, і блок засобів, або процесуальний блок, що забезпечує засвоєння знань, формування різних професійних компетентностей.

Під час дослідження змісту базової графічної підготовки (нарисна геометрія, інженерна і комп'ютерна графіка в САД-системах) було виявлено найважливіші фактори формування прийомів розумової діяльності студентів, ефективність яких підсилюється шляхом використання в навчанні моделювальних можливостей комп'ютера: підвищення наочності навчання; розширення кола задач, вправ і практичних робіт в процесі навчання; надання освітньої діяльності самостійного, дослідницького характеру; впровадження активних методів навчання; опанування сучасними методами наукового пізнання, пов'язаними із використанням спеціальних програмних засобів САПР.

Революція в інформаційних технологіях, що відбулася в останні 40 років, дала в руки розробників конструкторської документації новий потужний інструментарій у вигляді комп'ютерних графічних систем (САД-систем) і як наслідок спричинило за собою модернізацію викладання базових курсів графічної підготовки: нарисної геометрії та інженерної графіки, узгодження їх змісту з комп'ютерною графікою.

В процесі розв'язування графічних задач за допомогою спеціального програмного засобу SolidWorks компанії Dassault Systèmes, який використовується в нашому ДУ «Житомирська політехніка», об'єктом аналізу здобувачів вищої технічної освіти стали його дії зі розв'язування задач графічно, здійснення моделювання. Здобувачі вищої технічної освіти в наочній формі отримують результати своїх дій щодо змодельованих об'єктів. Серед моделей, що використовуються в конструкторських САПР в даний час, можна виділити моделі просторових об'єктів і

моделі креслеників. Більш ефективні моделі об'єктів (твердотільні) використовуються в сучасних системах тривимірного проектування.

Чемоданова Т. зазначає, що при всій потужності найсучасніших САПР вирішальна роль у створенні креслеників все ж належить людині, а не машині: хоча в інтелектуальні системи автоматизованого проектування закладений чималий обсяг знань, все ж без людини, яка вміє їх високопрофесійно використовувати, комп'ютер безпорадний [8].

Закласти фундамент професійних знань, умінь і навичок майбутнього інженерно-технічного фахівця покладено на курс базової графічної підготовки, включаючи геометричне моделювання засобами САПР. Опанування графічними знаннями і вміннями починається зі шкільного курсу «Креслення», а надалі отримує більш цілеспрямований характер в технічних закладах вищої освіти.

Вище викладене дає підстави констатувати, що сучасна графічна освіта повинна бути цілеспрямованою, мати інтегрований характер.

Парадигма графічної підготовки в вузах полягає у тому, щоб інтегрувати комп'ютерну графіку безпосередньо в процес викладання інженерної графіки та інших загальноінженерних дисциплін, використовуючи інноваційні технології навчання CAD/CAM/CAE.

З точки зору, нашого багаторічного досвіду ми вважаємо, що найбільш прогресивна методика графічної підготовки інженерних фахівців полягає в навчанні, замість трьох класичних частин базової графічної підготовки, двом: нарисній геометрії, яка вивчається традиційним шляхом, завдання виконуються «вручну» олівцем за допомогою креслярського інструменту; інженерної графіки в САД-системах – дисципліни заснованої на активному застосуванні 2D- і 3D- моделювання, при цьому зберігаючи ті розділи інженерної графіки, які необхідні в сучасному проектуванні, у той же час слід навчальний матеріал повідомляти, узгоджуючи з особливостями САД-систем.

Ми вважаємо за необхідність поділитись позитивним досвідом впровадження САД-систем у навчанні графічних дисциплін на кафедрі механічної інженерії Державного університету «Житомирська політехніка». Нами було випробувано експериментальну методику, яка передбачає використання традиційних методів і застосування програмного продукту CAD-SolidWorks. Таким чином, результатом графічної підготовки стає набуття теоретичних знань, практичних умінь і навичок традиційними методами виконувати кресленики та набуття навичок роботи з програмними засобами.

Аргументами на користь вибору даної САД-SolidWorks стало, по-перше, повна сумісність креслеників, які генеруються, що полегшує редагування і взаємодію проектувальників, і, по-друге, доступність для здобувачів освіти.

Проте, сам процес набуття графічних знань, умінь і навичок не завершується після вивчення курсів нарисної геометрії, інженерної і комп'ютерної графіки, а продовжується. Основні складові комплексного моделювання професійної підготовки зі формування конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерно-технічних фахівців – це система для автоматизації дво- та тривимірного геометричного проектування – computer-aided design (CAD), засіб автоматизації інженерних розрахунків, аналізу та симуляції фізичних процесів – computer-aided engineering (CAE), система технологічної підготовки виробництва – computer-aided manufacturing

(САМ), а також система управління даними про виріб – product data management (PDM).

Таким чином, практичний досвід, дослідження наукових джерел та програмних комплексів САПР

дозволило побудувати структурно-функціональну схему проектування змісту графічних знань майбутніх фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія» (рис. 1).

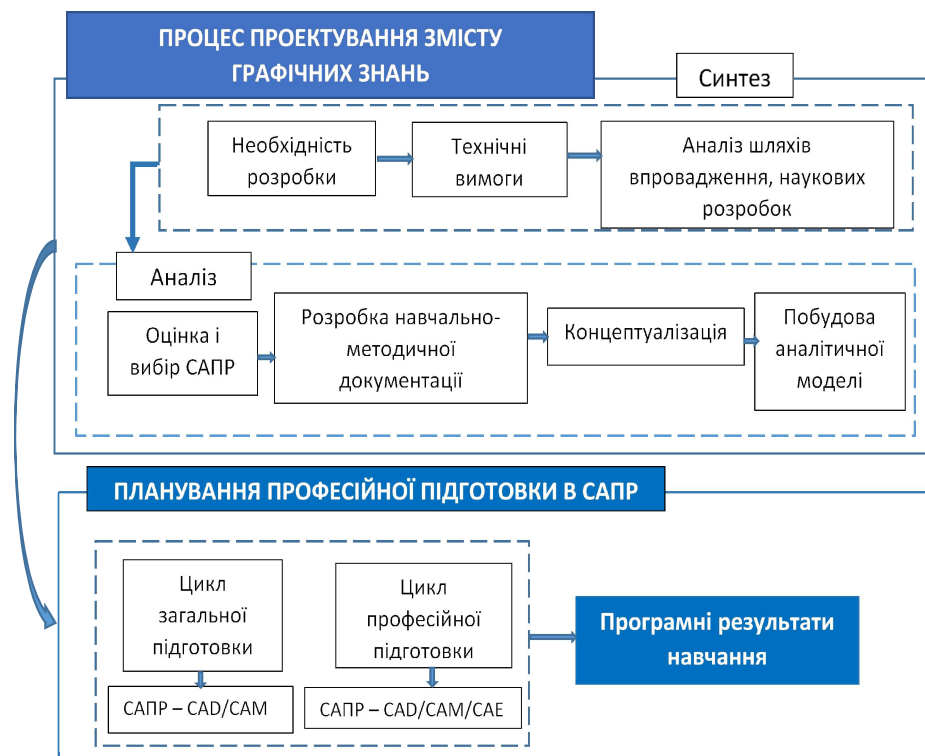


Рис. 1. Структурно-функціональна схема проектування змісту графічних знань майбутніх фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія»

В середині 90-х років більшість конструкторів і технологів дійшли висновку, що для того щоб, підвищити ефективність своєї праці необхідно переходити від змішаного середовища двомірної та тримірної графіки до використання об'ємних моделей як основних об'єктів проектування.

Таким чином, при навчанні інженерної графіки, перш за все, необхідно заострити увагу на 3D моделюванні в SolidWorks, адже саме воно є основою проектування будь-якого виробу. Всього в програмі є три моделювання типів:

1. Твердотільне моделювання – розробка виробів, що володіють властивостями реальних фізичних об'єктів. Є ідеальним варіантом для візуального представлення проєктованих виробів, а також для 3D друку;

2. Поверхневе моделювання – у SolidWorks реалізовано через роботу з кривими і сплайнами. Дозволяє отримати вироби з гладкою поверхнею і плавними вигинами. Часто застосовується в промисловому дизайні;

3. Каркасне моделювання – так зване «скелетне» уявлення 3D моделі, дає уявлення про форму об'єкта, що проєктується.

Проведене дослідження змісту інженерної графіки і особливостей побудови робочих креслеників у SolidWorks дало змогу узгодити зміст другої частини базової графічної підготовки, який наведено на рисунку 2.

3D моделювання в програмі відбувається на основі ескізів: на базовій площині будується найпростіша форма, до якої застосовуються різні операції. Основними з них є обертання, видавлювання, ви-

різ, в тому числі по перетину і по траєкторії. Також є можливість заокруглення, дзеркального відображення об'єкта, створення тонкостінних елементів, різьблення і багато іншого. Всі функції винесені на панель інструментів зверху, що дозволяє із зручністю управляти 3D моделлю.

Крім плоских ескізів, які отримують обсяг шляхом застосування спеціальних інструментів, в SolidWorks є можливість створення тривимірних ескізів. Робота з ними віддалено нагадує 3D моделювання в інших редакторах тривимірної графіки і надає більш вільний підхід до розробки моделей.

Окремо варто відзначити, що в SolidWorks використовується деревоподібна структура відображення процесу роботи над моделлю. Таким чином, будь-яка дія заноситься в ієрархію і може бути переміщено або змінено без зайвих складнощів.

Якщо розглядати загальноінженерну підготовку, то сьогодні після теоретичної підготовки та здобуття практичних навичок зі розв'язання задач окремих етапів підготовки представляє собою отримання студентами навичок користування прикладними програмами САМ, САЕ (рис. 1). Серед таких задач слід відмітити: виконання робочих та складальних креслеників технологічних та транспортних машин, розрахунки конструкцій і машин на міцність, жорсткість, колювання, визначення кінематичних характеристик, теплові розрахунки, задачі оптимізації тощо.

Викладений матеріал дозволяє зробити наступні висновки. Освоєння сучасних програмних засобів для вирішення завдань автоматизації тривимірного проектування, конструкторсько-технологічної під-



Примітка:

запропонований перелік тем з курсу «Інженерна графіка» узгоджено відповідно до особливостей САПР SolidWorks

Рис. 2. Взаємоузгодження змісту інженерної графіки з комп'ютерною в середовищі САПР – SolidWorks

готовки виробництва будь-якої складності в різних галузях промисловості дозволяє випускникам бути конкурентноздатними в професійному плані на ринку праці.

Утім дане питання узгодження змісту інженерної графіки з комп'ютерною графікою потребує ще

подальшого дослідження, так як поява нових досліджень в області графічного моделювання, спеціальних програмних засобів САД викликають необхідність дидактичні засади курсу «Нарисна геометрія, інженерна графіка в САД-системах» по новому обґрунтувати його структуру та зміст.

Список використаної літератури

1. Вольхин К. А., Болбат О.Б., Опыт использования САПР в инженерной графической подготовке студентов технического вуза. *Омский Научный вестник*. 2012. Вып. 2 (110). С.282–286.
2. Горбатюк Р.М. Формування інформаційно-комунікаційної компетенції майбутніх педагогічних фахівців. *Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: Педагогіка*. 2017. Вып. 1. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadped_2017_1_5. (дата звернення: 02.09.2021)
3. Горбатюк Р.М. Основные засади графічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів. *Збірник наукових праць «Педагогічні науки»*. 2008. Вып. 47. С. 256–263.
4. Кабак В.В. Теоретичні аспекти використання інноваційних педагогічних технологій у процесі підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних спеціальностей. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м.Тернопіль, 12–13 листопада 2020 р.). Тернопіль: ТНПУ. С.25–28.
5. Козяр М.М., Парфенюк О.В. Чотиривимірна графіка, як засіб підвищення мотивації навчання здобувачів вищої освіти галузевого машинобудування. *Проблеми підготовки сучасного вчителя: збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини* / [ред. кол.: Безлюдний О.І. (гол. ред.) та ін.]. Умань: ВПЦ «Візаві», 2018. Вып. 17. С.42–50.
6. Нищак І.Д. Реалізація графічної підготовки майбутніх учителів технологій у середовищі педагогічного програмного засобу «Kreslyar» (на прикладі розділу «Креслення з'єднань деталей»). *Трудова підготовка в рідній школі*. 2019. № 2. С.41–45.
7. Дидактичні засади відбору і структурування змісту навчального предмета «Креслення» для професій металообробного профілю: метод. посібн. для 136 професій металообробного профілю / [Сидоренко В.К., Голяд І.С., Кулик Є.В., та ін.]; за ред. В.К. Сидоренка. К.: ВЦ Ін-ту ПТО НАПН України, 2009. 351 с.
8. Чемоданова Т. Учебно-методический комплекс общеинженерной графической подготовки на основе САПР. *САПР и графика*. 2004. Вып. 10. URL: <https://sapr.ru/article/14928>. (дата звернення: 02.09.2021)

References

1. Volkhyh, K.A., & Bolbat, O.B. (2012). Opyt yspol'zovaniya SAPR v ynzhenernoi hrafycheskoi podhotovke studentov tekhnicheskogo vuza [The experience of using the CAD in the engineering graphic training of students of a technical university]. *Omskiy Nauchnyi vestnyk*, 2 (110), 282–286. [in Russian].

2. Gorbatyuk, R.M. (2017). Formuvannya informatsiino-komunikatsiinoi kompetentsii maibutnikh pedahohichnykh fakhivtsiv [Formation of information and communication competence of future pedagogical specialists]. *Bulletin of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine. Series: «Pedagogy», 1*. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnapped_2017_1_5. [in Ukrainian].
3. Horbatiuk, R.M. (2008). Osnovni zasady hrafichnoi pidhotovky maibutnikh inzheneriv-pedahohiv [Basic principles of graphic training of future engineers-teachers]. *Zbirnyk naukovykh prats «Pedahohichni nauky», 47*, 256–263. [in Ukrainian].
4. Kabak, V.V. (2020). Teoretychni aspekty vykorystannia innovatsiynykh pedahohichnykh tekhnolohii u protsesi pidhotovky maibutnikh fakhivtsiv komp'uternykh spetsialnostei [The theoretical aspects of the using of innovative pedagogical technologies in the process of training of the future specialists in computer specialties]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia: dosvid, tendentsii, perspektyvy – Proceedings of the International scientific–practical conference* (pp.25–28). TNPU. [in Ukrainian].
5. Koziar, M.M., & Parfeniuk, O.V. (2018). Chotyryvymirna hrafika, yak zasib pidvyshchennia motyvatsii navchannia zdobuvachiv vyshchoi osvity haluzevoho mashynobuduvannia [The four-dimensional graphics as a means to increase the motivation of the higher education students in the field of the mechanical engineering]. *Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia: zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Pavla Tychyyny, 17*, 42–50. [in Ukrainian].
6. Nyshchak, I.D. (2019). Realizatsiia hrafichnoi pidhotovky maibutnikh uchyteliv tekhnolohii u seredovyshchi pedahohichnoho prohramnoho zasobu «Kreslyar» (na prykladi rozdil «Kreslennia z'iednan detalei») [The implementation of graphic training of the future teachers of technology in the environment of the pedagogical software «Kreslyar» (on the example of the section «Drawings of joints»)]. *Trudova pidhotovka v ridnii shkoli, 2*, 41–45. [in Ukrainian].
7. Sydorenko, V.K., Holiiad, I.S., Kulyk, Ye.V. et al. (2009). *Dydaktychni zasady vidboru i strukturuvannia zmistu navchalnoho predmeta «Kreslennia» dlia profesii metaloobrobnoho profilu: metod. posibn. dlia 136 profesii metaloobrobnoho profilu* [Didactic principles of the selection and structuring of the contents of the educational subject «drawing» for the professions of the metalworking profile]. Institute of PTO NAPS of Ukraine. [in Ukrainian].
8. Chemoanova, T. (2004). Uchebno-metodycheskyi kompleks obshcheynzhennoi hrafycheskoi podhotovky na osnove SAPR [The training and methodical complex of general engineering graphic preparation for the basis of CAD]. *SAPR y hrafyka, 10*. <https://sapr.ru/article/14928>. [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 10.10.2021 р.

Стаття прийнята до друку 15.10.2021 р.

Raykovskaya Galyna

Doctor of Pedagogical Sciences, Ph.D., Associate Professor
Department of Mechanical Engineering, State University Zhytomyr Polytechnic
Zhytomyr, Ukraine

Shostachuk Andrii

Candidate of Technical Sciences, Ph.D., Associate Professor
Department of Mechanical Engineering, State University Zhytomyr Polytechnic
Zhytomyr, Ukraine

DESIGNING THE CONTENT OF GRAPHIC KNOWLEDGE IN THE CAD SYSTEMS ENVIRONMENT

Abstract. The information support of the product life's cycle requires to produce and to design this product with the help of the modern graphic CAD packages by creating an information model. In this regard, the question of the introduction of information technology in the educational process of the graphic training becomes relevant, as the basic graphic training forms the skills of graphic presentation of information. The purpose of the article is to substantiate the content of graphic training in institutions of higher technical education in conjunction with special software CAD-systems, including SolidWorks. The purpose of the study is to substantiate the content of graphic training in institutions of higher technical education in conjunction with the special software CAD-systems, including the SolidWorks. The methods of the research: analysis of the problems of future bachelors-mechanics' graphic training, analysis of modern software for the graphic documentation, the generalization to obtain the conclusions and recommendations. The research results demonstrate that the development of modern software to solve problems of automation of three-dimensional design, the design and technological preparation of production of any complexity in various industries allows graduates to be competitive professionally in the labor market. We considered the graphic training in the environment of CAD-systems, also we highlighted the features of a special software SolidWorks-CAD. In the course of research of the content of basic graphic training that includes the descriptive geometry, the engineering and computer graphics in CAD-systems they revealed the most important factors in the formation of methods of mental activity of students. We consider that the most progressive method of the graphic training of engineers is to teach two courses instead of the three classic parts of basic graphic training. The effected research of engineering graphics and the peculiarities of the construction of working drawings in SolidWorks allowed to reconcile their relationship. The mastering of the modern software for solving of the problems of automation of three-dimensional design, the design and technological preparation of production of any complexity in various industries allows for graduates to be competitive professionally in the labor market.

Key words: the content of the graphic knowledge; the computer graphics; the drawing; the three-dimensional modeling.