

УДК 681.5.015:658.786+514.18

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ВІДЕОПОСІБНИКІВ З БАЗОВИХ РОЗДІЛІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

**О.В. Черніков, проф., д.т.н., О.В. Архіпов, доц., к.т.н.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

Анотація. Розглянуті питання підготовки ефективних навчальних завдань для освоєння комп'ютерного моделювання машинобудівних деталей. На їх базі створено й апробовано відеоуроки для навчання тривимірного моделювання в середовищі Autodesk Inventor. Матеріали можуть бути використані у вивченні курсу комп'ютерної графіки.

Ключові слова: геометричне моделювання, комп'ютерне моделювання, навчальний процес, Autodesk Inventor.

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВИДЕОПОСОБИЙ ПО БАЗОВЫМ РАЗДЕЛАМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

**А.В. Черников, проф., д.т.н., А.В. Архипов, доц., к.т.н.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

Аннотация. Рассмотрены вопросы подготовки эффективных учебных заданий для освоения компьютерного моделирования машиностроительных деталей. На их базе созданы и апробированы видеоуроки для обучения трехмерному моделированию в среде Autodesk Inventor. Материалы могут быть использованы при изучении курса компьютерной графики.

Ключевые слова: геометрическое моделирование, компьютерное моделирование, учебный процесс, Autodesk Inventor.

DEVELOPMENT AND USE OF VIDEOTUTORIALS ON THE BASIC SECTIONS OF COMPUTER GRAPHICS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

**A. Chernikov, Prof., D. Sc. (Eng.),
A. Arkhipov, Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng.),
Kharkiv National Automobile and Highway University**

Abstract. The questions of effective educational tasks preparation for development of computer modeling of engineering parts were considered. On their basis, video tutorials for learning 3D modeling in the Autodesk Inventor environment have been created and tested. Materials can be used during the study course of computer graphics.

Key words: geometric modeling, computer simulation, educational process, Autodesk Inventor.

Вступ

У наш час проектування у машино- та автомобілебудуванні характеризується зростанням складності проектів, скороченням термінів проектування, зменшенням кількості задіяних фахівців. Це стало можливим завдяки сучасним комп'ютерним технологіям, які стали невід'ємною частиною проектування.

Підготовка сучасних фахівців у галузі інженерії також потребує сучасних підходів. Навчальна література вже не встигає за швидким розвитком програмного забезпечення, появою нових комп'ютерних програм та збільшенням кількості їх версій. На перше місце виходять нові інтерактивні форми навчання, які швидко оновлюються.

Аналіз публікацій

Необхідною умовою інженерної освіти є навчання фахівця всьому комплексу вмінь і навичок комп'ютерного проектування, практичного використання загальнонавчальних пакетів інженерної комп'ютерної графіки. Можливості, що з'явилися в останніх версіях пакета Autodesk Inventor (AI) щодо тривимірного моделювання та оформлення креслеників за вимогами ДСТУ недостатньо відображені в навчальній літературі та офіційних навчальних курсах [1, 2]. Не на всі питання відповідають і інтерактивні відеоуроки на сайті Autodesk. На кафедрі інженерної та комп'ютерної графіки ХНАДУ проводяться науково-методичні розроблення щодо усунення цієї проблеми. За їх результатами опубліковано декілька навчальних посібників [3, 4]. Впровадження їх у навчальний процес показало, що застосовані в них загальні навчальні завдання можуть бути доповнені з метою більш повного висвітлення особливостей професійної роботи в AI [5, 6].

Мета і постановка завдання

Звичайно практика проведення навчальних занять з комп'ютерної графіки у ВНЗ у процесі вивчення нового графічного пакета ґрунтується на двох основних етапах:

- виконання студентами одного чи декількох загальних навчальних завдань паралельно з викладачем, який за допомогою мультимедійних засобів дає всі необхідні пояснення;
- самостійна робота студентів над індивідуальними завданнями.

Саме на першому етапі студенти ознайомлюються з інтерфейсом пакета, принципами та особливостями роботи в ньому, усіма його можливостями. Наскільки це вдається й наскільки дійсно самостійно студенти можуть у подальшому професійно виконувати індивідуальні завдання залежить від відповідної якості підготовки викладача та засвоєння студентом виконаних попередньо загальних завдань. Для студентів, які пропустили одно чи декілька занять на першому етапі вивчення графічного пакета, а також для тих, хто навчається за індивідуальним графіком, на заочній формі навчання чи дистанційно, саме відеопосібник, що містить відповідну кількість відеоуроків, може стати в нагоді для можливості переходу до подальшої самостійної роботи.

Звісно, розроблення відеоуроків потребує не тільки підготовки якісних навчальних завдань, які враховують необхідність максимального висвітлення різних аспектів застосування графічного пакета, а також написання сценарію та тексту для кожного заняття, обрання найбільш прийняттого програмного забезпечення для захвату екрана, оброблення відео та звуку.

Мета роботи – розроблення відеопосібника, що містить відеоуроки з моделювання в пакеті AI (як у класичному середовищі тривимірного моделювання та за допомогою «майстрів проектування» AI).

Розроблення відеопосібника з тривимірного моделювання в Autodesk Inventor

На початку роботи було проаналізовано велику кількість машинобудівних креслеників, що наведені в класичній навчальній літературі з інженерної графіки [7, 8], з метою обрання моделей, які за умови невеликої зовнішньої складності потребували б застосування максимальної кількості можливостей та особливостей пакету AI на етапі тривимірного моделювання деталей та для подальшого виконання їх креслеників. Основним критерієм для визначення остаточних варіантів загальних навчальних завдань став кількісний відсоток студентів, які після виконання цих вправ змогли в пакеті AI самостійно опрацювати індивідуальні завдання з деталювання кресленика загального вигляду чи наявного машинобудівного вузла на достатньому професійному рівні.

Апробація показала, що першим загальним завданням доцільно обирати моделювання деталі типу «Кронштейн» (запропонована нами раніше [5]), яка ускладнена круговим масивом глухих нарізних отворів (рис. 1). Тривимірне моделювання «Кронштейна» виконується в середовищі побудови деталі пакета AI. На цьому етапі студенти повинні серед іншого оволодіти:

- інтерфейсом пакета AI;
- основними засобами тривимірного моделювання (побудовою та редагуванням ескізів та робочих елементів, операціями формоутворення);
- побудовою стандартних конструктивних елементів (ребер жорсткості, отворів, нарізів, фасок, спряжень);
- засобами редагування моделі та побудови масивів окремих елементів;

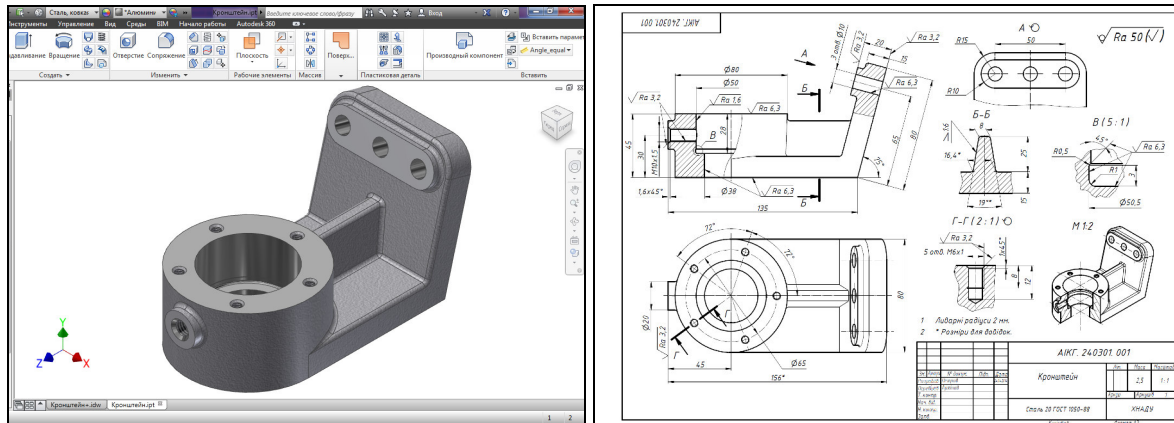


Рис. 1. Модель та робочий кресленник деталі «Кронштейн»

– методами параметризації, тобто навчитися за необхідності враховувати на етапі побудови моделі можливі зміни її геометрії;

– наявними можливостями щодо візуалізації моделі.

Побудова наведеної моделі потребувала створення 6 відеоуроків (приблизно по 30 хв кожен), які розміщені на «Файловому архіві ХНАДУ» в матеріалах кафедри інженерної та комп'ютерної графіки. Знайти їх також можна на YouTube за наведеними режимами доступу (на рис. 2 наведено деякі кадри з них):

– урок 1.1. «Налаштування робочого середовища» (наведено приклад налаштування інтерфейсу системи та властивостей проекту: www.youtube.com/watch?v=NMkqGJpu2x4);

– урок 1.2. «Створення системи параметрів і базового ескізу» (показано особливості призначення параметрів користувача та прийоми роботи з ескізами: www.youtube.com/watch?v=karz5YWb_u4);

www.youtube.com/watch?v=karz5YWb_u4);

– урок 1.3. «Формування циліндричного елемента і припливу» (проілюстровано можливість формування, додавання різних елементів деталі: www.youtube.com/watch?v=IjNRytTrBxQ);

– урок 1.4. «Формування бобишки, ребра жорсткості і ступінчастого отвору» (наведено можливість створення спеціальних конструктивних елементів: www.youtube.com/watch?v=TFZeTYNK3Gk);

– урок 1.5. «Створення нарізного отвору, фаски, масиву отворів» (проаналізовано можливість створення спеціальних конструктивних елементів: www.youtube.com/watch?v=vGnd_jrbuL4);

– урок 1.6. «Виконання спряжень, накладення текстур, зазначення властивостей моделі» (наведено особливості побудови спряжень і завдання атрибутів моделі: www.youtube.com/watch?v=galkKYodt7s).

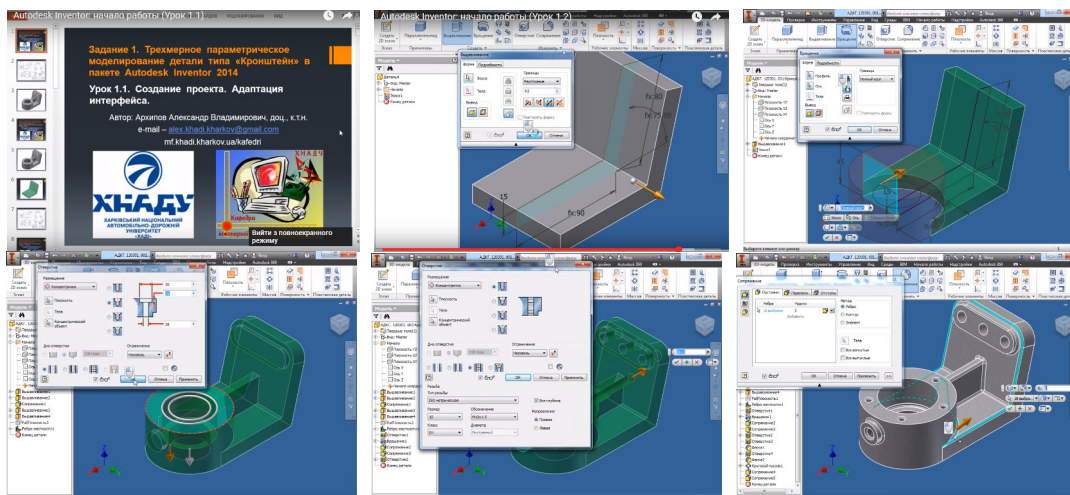


Рис. 2. Окремі етапи моделювання деталі «Кронштейн» (за матеріалами відеоуроків)

Відеоуроки були відзняті за допомогою безкоштовної програми UVScreenCamera, яка дозволяє не тільки виконувати захват екрана комп'ютера під час роботи та записувати звук, але й відображає на екрані натиснення кнопок миші та «гарячих» клавіш на клавіатурі. Запис виконувався безпосередньо в форматі AVI, який не редагувався після запису.

Важливою перевагою моделі, що пропонується, є асоціативно пов'язаний з нею робочий кресленик, який студенти виконують разом з викладачем у відповідному середовищі пакета АІ відразу після тривимірного моделювання (див. рис. 1). Побудова кресленика «Кронштейна» (серія відеоуроків за цим завданням на даний час проходить остаточну апробацію й доопрацювання) дозволяє застосувати практично все різноманіття можливостей графічного пакета на етапі побудови кресленика за тривимірною моделлю та надати студентам відповідні пояснення щодо:

- створення базового та проєкційного видів;
- побудови та повороту допоміжного та місцевого видів;
- виконання перерізу та перетинів (повного та місцевих);
- обрізки виду, перерізу чи перетину;
- оформлення виносного елемента;
- редагування позначень виду, виносного елемента, перерізу та розтину;
- побудови осьових ліній та нанесення всіх типів розмірів;
- позначення шорсткостей поверхонь;
- побудови аксонометричної проєкції деталі;
- вибору технічних умов з відповідної бібліотеки та заповнення основного напису.

Таким чином, виконання наведеного навчального завдання не тільки ознайомлює з основними можливостями пакета АІ на етапі побудови тривимірної моделі деталі та створення її

кресленика, але й дозволяє нагадати студентам різноманітні вимоги ДСТУ відносно виконання та оформлення конструкторської документації.

Друге загальне навчальне завдання, що нами пропонується, – моделювання деталі типу «Вал» з подальшим створенням відповідного кресленика (рис. 3). Воно дає змогу на етапі тривимірного моделювання ознайомити студентів з «майстрами проектування» пакета АІ, які надають суттєві переваги у проектуванні найбільш поширених деталей машинобудування. «Майстри проектування», доступ до яких можливий у середовищі «Складання» пакету АІ, дають суттєву перевагу для моделювання валів, шліців, зубчастих коліс, пружин, кулачків, пружин, рамних конструкцій.

Створення вала виконується в режимі «проектування» за умови завдання відповідних параметрів на панелі «генератора компонентів вала». У цьому випадку вал будується з ділянок циліндричної, конічної чи багатогранної форми. На кожній ділянці можуть бути наявними ті чи інші конструктивні елементи.

Обрана нами геометрія вала (рис. 3) не претендує на функціональність, але як навчальна модель цікава великою кількістю різноманітних конструктивних елементів, з особливостями моделювання яких можуть у подальшому виникнути питання у студентів. Як видно з наведеного кресленика, наша деталь типу «Вал» має:

- циліндричні та конічну ділянки;
- фаски та галтелі;
- зовнішній метричний наріз;
- проточку та канавку для виходу шліфувального круга;
- поперечний отвір;

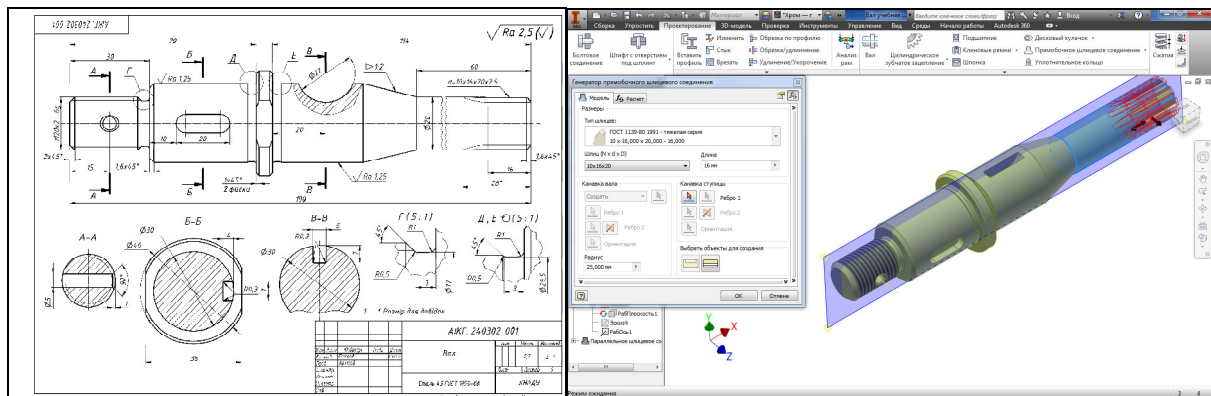


Рис. 3. Робочий кресленик деталі типу «Вал» та моделювання шліців

- лиски під ключ;
- пази під призматичну та сегментну шпонки;
- прямобічні шліци.

З наведеного переліку лише можливість побудови паза під сегментну шпонку не передбачена засобами «майстра проектування». Паз під сегментну шпонку легко може бути доданий у середовищі редагування деталі з використанням простої операції формоутворення.

Щодо шліців, то вони будуються за допомогою «генератора прямобічних шліцевих з'єднань» (рис. 3). У «майстрах проектування» пакета АІ передбачена також побудова евольвентних шліців.

Побудова наведеної моделі лягла в основу ще двох відеоуроків. Перший з них розміщено в мережі Інтернет на «Файловому архіві ХНАДУ», а також на YouTube. Режим доступу: www.youtube.com/watch?v=DEGgavi77Rc. За отриманою тривимірною моделлю вала студенти виконують кресленик. Одночасно вони закріплюють знання та навички щодо стандартів оформлення конструкторської документації.

Висновки

Розроблені варіанти відеоуроків досить повно ілюструють широкий діапазон можливостей пакета АІ у побудові тривимірних моделей деталей машинобудування, дозволяють пришвидшити підготовку та підняти професійний рівень студентів технічних спеціальностей. Апробація серед зацікавлених студентів автомобільного факультету ХНАДУ І семестру навчання, які ще не вивчали комп'ютерну графіку за планом, показала, що за наявності у студентів інтересу відеоуроки дозволяють самостійно освоїти основи тривимірного моделювання в АІ і перейти до самостійного моделювання деталей середньої складності.

У подальшому планується оновлення розроблених відеоуроків (інтерфейс різних версій АІ постійно змінюється), збільшення їх кількості та формування на їх основі відеопосібників, які б охоплювали всі розділи курсу комп'ютерної графіки. Взагалі підготовка відеопосібників повинна стати важливим напрямом роботи викладачів, особливо в умовах постійного зменшення аудиторних годин і

збільшення часу на самостійну підготовку студентів.

Література

1. Бунаков П.Ю. Технологии цифровых прототипов: Autodesk Inventor 2010 / П.Ю. Бунаков, А.В. Стариков. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 944 с.
2. Тремблей Т. Autodesk® Inventor® 2013 и Inventor LT™ 2013. Основы. Официальный учебный курс [пер. с англ. Л. Талхина] / Том Тремблей. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 344 с.
3. Розробка конструкторської документації в пакеті «Autodesk Inventor» (розробка тривимірної моделі деталі) з курсу «Комп'ютерна графіка» для студентів технічних спеціальностей / О.В. Черніков., А.Д. Біріна, О.В. Архіпов, Н.М. Подригало. – Х.: ХНАДУ, 2010. – 152 с.
4. Інструкція до розробки конструкторської документації в пакеті «Autodesk Inventor» (методичні вказівки з оформлення креслеників) з курсу «Комп'ютерна графіка» для студентів технічних спеціальностей / О.В. Черніков., А.Д. Біріна, Н.М. Подригало, О.В. Архіпов. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 200 с.
5. Архіпов О.В. Підготовка та апробація вдосконалених навчальних завдань з комп'ютерної графіки при роботі в пакеті Autodesk Inventor / О.В. Архіпов, Є.В. Жиров // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті: науковий журнал. – 2015. – № 1 (3). – С. 16–22.
6. Черніков О.В. Впровадження сучасних технологій комп'ютерного моделювання в навчальний процес ХНАДУ / О.В. Черніков // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2016. – Вып. 73. – С. 239–244.
7. Боголюбов С.К. Инженерная графика: учебник для средних специальных учебных заведений / С.К. Боголюбов. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 352 с.
8. Ванін В.В. Інженерна графіка / В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.М. Надкернична, Г.Г. Власюк. – К.: Видавнича група ВНУ, 2009. – 400 с.

Рецензент: О.Я. Ніконов, професор, д.т.н., ХНАДУ.