

Ігор ПОХИЛЬЧУК,кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри теоретичної механіки,
інженерної графіки та машинознавства
Національного університету водного господарства
та природокористування, м. Рівне**Зоя САСЮК,**кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри теоретичної механіки,
інженерної графіки та машинознавства
Національного університету водного господарства
та природокористування, м. Рівне

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН»

У статті проаналізовано сучасні аналітичні й графоаналітичні комп'ютерні програми, завдяки яким здійснюються математичний, кінематичний та структурний аналізи, а також геометричне моделювання просторових механізмів. Представлено оптимальний пакет прикладних програм, які є не лише простими і доступними у використанні, а й забезпечують якісну візуалізацію теоретичного матеріалу в ході вивчення дисципліни «Теорія механізмів і машин».

Ключові слова: теорія механізмів і машин, прикладні програми, проектування, аналіз, зубчастий механізм, кулачковий механізм, рівняння руху.

В статье проанализированы современные аналитические и графоаналитические компьютерные программы, благодаря которым осуществляются математический, кинематический и структурный анализы, а также геометрическое моделирование пространственных механизмов. Представлен оптимальный пакет прикладных программ, которые являются не только простыми и доступными в использовании, но и обеспечивают качественную визуализацию теоретического материала в ходе изучения дисциплины «Теория механизмов и машин».

Ключевые слова: теория механизмов и машин, приложения, проектирование, анализ, зубчатый механизм, кулачковый механизм, уравнения движения.

The article analyzes modern analytical and graphic-analytical computer programs that implement mathematical, kinematic and structural analyzes, geometric modeling of spatial mechanisms. The selection is made of an optimal package of applications that are simple and accessible in use and provide qualitative visualization of theoretical material during the study of discipline.

Key words: theory of mechanisms and machines, applications, design, analysis, gear mechanism, cam mechanism, equation of motion.

Актуальність. У ході підготовки майбутніх інженерів-механіків дисципліні «Теорія механізмів і машин» (далі – ТММ) відведено особливе значення. Вона дозволяє практично реалізовувати системні підходи до проектування машин і механізмів; знаходити кінематичні та динамічні характеристики механізмів за допомогою сучасних аналітичних і графоаналітичних методів; визначати оптимальні параметри механізмів за заданими умовами роботи, закладаючи, таким чином, основи для наступного вивчення спеціальних дисциплін із проектування машин у тій чи іншій галузі машинобудування.

Постановка проблеми. На сучасному етапі актуальною є проблема опрацювання і засвоєння студентами складного теоретичного матеріалу, оскільки лівова частка на його вивчення припадає на самостійне опрацювання. Студентам важко самостійно зрозуміти складні системи рівнянь, динамічний та кінематичний аналіз, роботу механізмів. Для забезпечення якісного вивчення дисципліни виникає необхідність використання прикладних комп'ютерних програм, які візуалізують складні механізми, виконують їх анімацію та спрощують розрахунково-графічну частину в ході виконання індивідуальних завдань.

Аналіз наукових досліджень і публікацій доводить, що проблема доступного подання матеріалу в навчальному процесі є актуальною як у вітчизняних, так і в іноземних закладах вищої освіти (ЗВО). Для вирішення означеної проблеми наковці ЗВО (Г. Бокун, Д. Гапанюк, В. Вихренко, В. Ткачук, В. Девін) розробляють власне програмне забезпечення [1; 4] або використовують комерційні пакети спеціалізованих програм [1; 5; 8-11].

Підвищений інтерес до використання програмного забезпечення в ході викладання дисципліни «Теорія механізмів і машин» також підтверджується тим, що більшість сучасних підручників із цієї дисципліни, які видаються за кордоном, включають компакт-диски із програмами моделювання, які доповнюють вміст книги [12].

Однак не всі спеціалізовані програмні пакети можна використовувати у навчальному процесі. Наприклад, програми ADAMS, DADS, Working Model [12] були розроблені суто для потреб техніків, експертів, тобто для студентів вони є малоефективними, адже потребують додаткової підготовки до роботи з ними.

Метою статті є ознайомлення із наявними пакетами програмних засобів, а також підбір оптимальних програмних пакетів, які можна застосувати в ході вивчення студентами дисципліни «Теорія механізмів і машин».

Виклад основного матеріалу. Виокремимо обчислювальні пакети загального призначення (Mathcad,

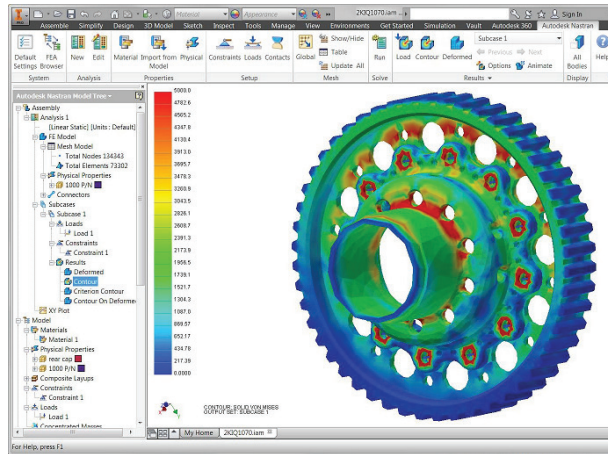


Рис. 1. Скріншот програми Nastran

Переваги застосування пакетів загального користування в ході вивчення курсу ТММ обумовлені тим, що завдяки їм забезпечується якісне засвоєння методів механіки, тобто студент може самостійно скласти і розв'язувати рівняння, що описують рух механізмів і машин, а не лише спостерігати за результатами вже готових рішень, які видаються спеціалізованими пакетами.

Найзручнішим інтерфейсом, схожим до більшості програм, які працюють під Windows і деннайкраще представлено збереження анімації руху механізмів у відеофайли, графіки і зображення, є *Mathcad* (див. рис. 2). Порівнюючи його із *Mathematica* (див. рис. 3) та *Maple* (див. рис. 4), варто зауважити, що це надзвичайно простий у використанні пакет, де спрощення компенсовані можливістю записувати програму в

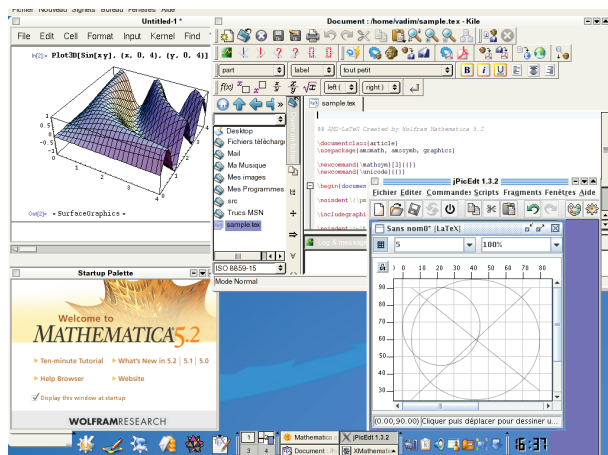


Рис. 3. Скріншот програми Mathematica

Maple, *Mathematica* [7-9]) та спеціалізовані програмні комплекси (*Nastran*, *Adms*, *Ansys* [6; 10]).

Аналіз використання обчислювальних спеціалізованих пакетів *Nastran*, *Adms*, *Ansys* показав, що найбільш простим і зручним у використанні є *Nastran* (див. рис. 1). Його можна використовувати як демонстраційний пакет упродовж усього періоду вивчення дисципліни ТММ, оскільки він не вимагає спеціальної підготовки та спеціалізованих програмних засобів, що використовуються в проєктних організаціях і промисловості для проєктування механізмів і машин, аналізу характеру їх роботи, дослідження їх властивостей у різних умовах.

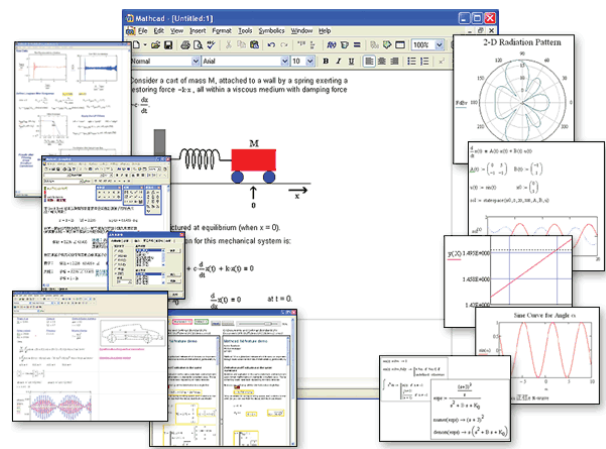


Рис. 2. Скріншот програми Mathcad

такому вигляді, як записуються формули на папері, тобто з використанням загальноприйнятих позначень. Родзинка *Mathcad* – можливість програмування «без програмування», що дозволяє без значних труднощів використовувати означений пакет у ході вивчення технічних дисциплін, а також реалізація анімації роботи механізму, яка може бути відтворена в цьому пакеті та сприяє остаточній перевірці засвоєння студентами методів структурного й кінематичного аналізу, синтезу механізмів. Після комп'ютерної побудови заданого механізму та його анімації є можливість розглянути процедуру обчислення зведеного моменту інерції й зведеного моменту сил виробничих опорів, що необхідно для виконання динамічного аналізу та синтезу механізмів.

Таким чином, використовуючи пакет *Mathcad* у ході виконання індивідуальних завдань, студенти здобувають знання, необхідні для самостійного застосування на комп'ютері під час виконання курсових та дипломних проєктів.

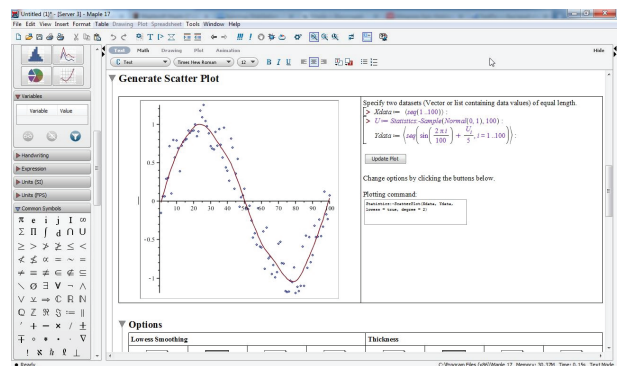


Рис. 4. Скріншот програми Maple

Як відомо, аналогічні завдання вирішуються і в ході застосування графоаналітичних методів проектування, однак при графоаналітичному підході необхідна побудова безлічі різних планів і діаграм для груп Ассур, тоді як при комп'ютерному підході можна отримати «все і відразу», записавши рівняння кінетостатики для кожної окремої ланки механізму.

Одночасно із обчислювальними пакетами загального та спеціалізованого призначення в ході вивчення дисципліни «Теорія механізмів і машин» із метою 3D-моделювання доцільно використовувати програми САПР. Більшість із них випускаються у комплекті із посібником користувача і додатком готових зразків для допомоги у створенні власних проектів. Залежно від потреб, не лише новачки-любители, а й досвідчені у цій справі фахівці зможуть скористатися тривимірними редакторами.

Програма *3DMonster* (див. рис. 5) надзвичайно проста та зручна у використанні. На відміну від більшості сучасних просторових редакторів, вона негрозмізка

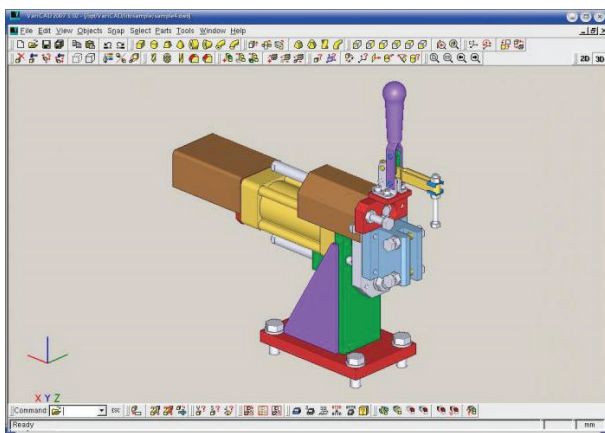


Рис. 5. Скріншот програми *3DMonster free*

NanoCAD free (див. рис. 7) – безкоштовна версія російського пакета для автоматизованої розробки і випуску креслень, що містить всі необхідні інструменти базового проектування. До переваг *NanoCAD free*

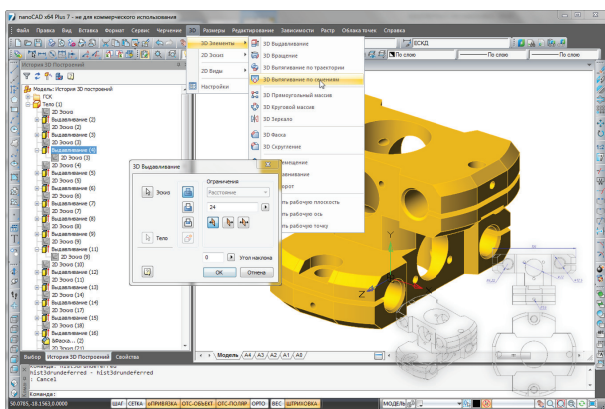


Рис. 7. Скріншот програми *NanoCAD*

Програма 3D-моделювання *AutoCAD* (див. рис. 8) – справжній чемпіон серед автоматизованих систем проектування. Одночасно із гнучкими інструментами вона пропонує своїм користувачам концептуальний 3D- та 2D-дизайн для створення проектної документації. Завдяки надпотужному механізмові побудови моделей зростає загальна продуктивність роботи над

їй не вимагає якихось спеціальних системних параметрів, а тому для студентів, які лише починають вивчення 3D-моделювання і ще не навчені працювати із професійними програмами, вона є найбільш оптимальною у використанні. *3DMonster* не лише дає змогу створювати власні графічні тривимірні об'єкти, а й без спеціальних знань у галузі проектування записувати невеликі за обсягом анімаційні фільми.

Система автоматизованого проектування *VariCAD* (див. рис. 6) насамперед призначена для інженерного проектування. Потужний функціонал 2D-креслення і 3D-моделювання доповнений обширною бібліотекою стандартних механічних деталей та достатньою кількістю всіх необхідних розрахунків до них. Ця утиліта дозволяє розробникам проектів швидко створювати, модифікувати і прораховувати вартість моделі. Достатня функціональність, відмінні характеристики й зрозумілий та простий інтерфейс зробили *VariCAD* однією з кращих систем на ринку продуктів автоматизованого проектування.

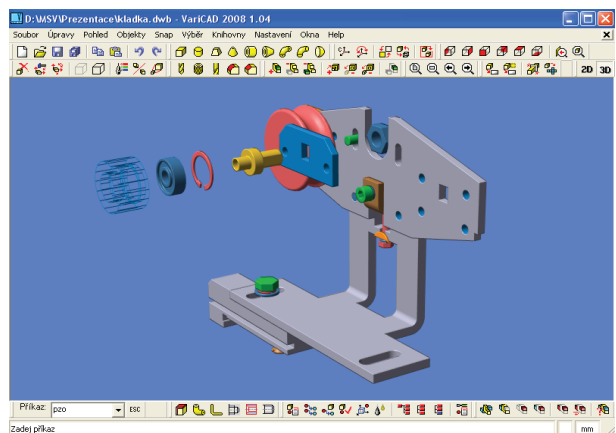


Рис. 6. Скріншот програми *Varicad*

варто віднести звичний для такого типу програм інтерфейс, підтримку файлів формату DWG (завдяки цьому забезпечується сумісність із *AutoCAD*), інструменти для роботи з растрами та відкритий API.

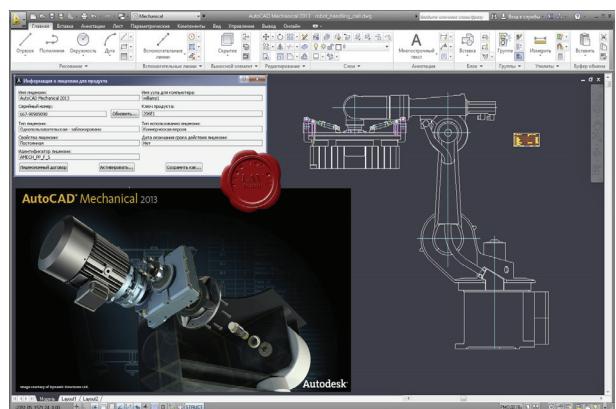


Рис. 8. Скріншот програми *AutoCAD*

різноманітними проектами. Вона може стати в нагоді фахівцям із різних галузей наук: архітекторам, інженерам, дизайнерам та ін. Редактор *AutoCAD* дає можливість створювати будь-які об'єкти, має чудову функціональність у тривимірному моделюванні, зменшує витрати часу на проектування завдяки функції параметричного креслення.

Програма КОМПАС-3D (див. рис. 9) – інтерактивний графічний редактор із сучасним інтерфейсом, оснащений інструментальними засобами, які дають змогу створювати твердотілі об'єкти із використанням набору елементарних параметричних тіл (паралелепіпедів, циліндрів та ін.) [3]. Жодних інших додаткових модулів (окрім самого КОМПАС-3D) додаток не потребує. Він насамперед призначений для імітації

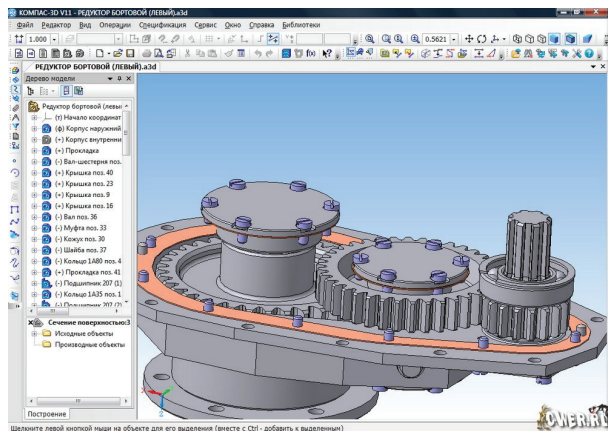


Рис. 9. Скріншот програми КОМПАС 3D

Програма SolidWorks (див. рис. 10) – це не лише система автоматизованого проектування (САПР), що використовує звичний графічний інтерфейс користувача Microsoft Windows [11], а й легкий у користуванні засіб, який дозволяє інженерам-проектувальникам швидко відображати свої ідеї в ескізі, експериментувати з елементами і розмірами, створювати моделі та докладні креслення. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, гнучкі системні налаштування, можливість побудови 3D-моделі, що забезпечена різноманітною технологічною інформацією, каталогами стандартних компонентів (метизів, профілів тощо); система, що дозволяє скоротити час на проектування; креслення, що генеруються на основі 3D-моделі в напівавтоматичному режимі; повна інтеграція з іншими САПР – все це сприяє тому, що дана модель є важливим джерелом інформації.

Висновки. Таким чином, упровадження комп'ютерних програм в усі види навчальної роботи зі студентами не лише дозволяє досягти істотних результатів, а й сприяє підвищенню якості освіти загалом. Освоєння студентами комп'ютерних підходів дозволяє суттєво розширити і поглибити горизонти проектування, а застосування сучасних комп'ютерних засобів і програмних пакетів значно полегшує роботу над індивідуальними завданнями, курсовими та дипломними проектами, підвищує мотивацію, захоплює до вивчення дисципліни «Теорія механізмів і машин».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бокун Г. С. Применение информационных технологий для учебного проектирования механизмов / Г. С. Бокун, В. С. Вихренко, С. А. Гляков // Теоретическая и прикладная механика: межведомственный сборник научно-методических статей. – Минск : БИТУ, 2005. - Вып. 18. – С. 215–220.

(анімації) руху виробів, створених у системі тривимірного твердотілого моделювання КОМПАС-3D. Автоматично можна також перевіряти можливі колізії (зіткнення деталей) у процесі руху, аби виявити можливі помилки у проектуванні, наочно імітувати процес «розбирання – збирання» виробу для застосування в інтерактивному електронному технічному керівництві, записувати анімаційні відеоролики тощо.

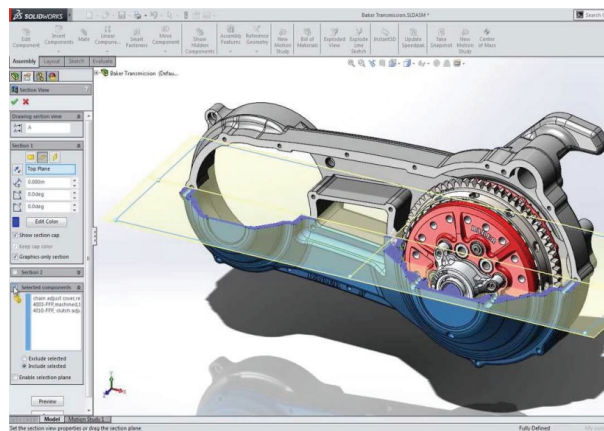


Рис. 10. Скріншот програми SolidWorks

2. Кращі програми для 3D-моделювання [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://hi-news.pp.ua/tehnika-tehnologii/8831-krasch-programi-dlya-3d-modelyuvannya.html>.

3. КОМПАС-3D для машиностроения [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://kompas.ru/industry/machinery/>.

4. Ткачук В. Використання програмного забезпечення «GIM» при вивченні ТММ / В. Ткачук, В. Девін, А. Голобродський // Професійно-прикладні дидактики : міжнародний науковий журнал. – Харків, 2016 – С. 179–183.

5. Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kpi.kharkiv.edu/tmm-sapr/uk/>.

6. ANSYS Mechanical Enterprise [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.ansys.com/products/structures/ansys-mechanical-enterprise>.

7. Maple 2018 [Electronic resource]. – Access mode : https://www.maplesoft.com/products/maple/new_features/

8. Mathcad 15 Rus. [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.clear-soft.ru/mathcad-15-rus/>

9. Mathematica [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.wolfram.com/mathematica/>

10. MSC Nastran [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.mssoftware.com/product/msc-nastran>

11. SOLIDWORKS 2018 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.solidworks.com>

12. Waldron K. J., Kinzel G. L. Kinematics, dynamics and design of machinery. – John Wiley & Sons. – Inc, New York, 1999.

Дата надходження до редакції: 10.11.2018 р.