

УДК 621.01

Ткачук В.С.

к.т.н., доцент кафедри фізико-математичних та загальнотехнічних дисциплін

E-mail: twsk@i.ua**Девін В.В.**

к.т.н., доцент кафедри фізико-математичних та загальнотехнічних дисциплін

E-mail: dvvvp@rambler.ru

Подільський державний аграрно-технічний університет

м. Кам'янець-Подільський

Голобродський А.

викладач

E-mail: golobrodsky.a@gmail.com

Коледж Подільського державного аграрно-технічного університету

м. Кам'янець-Подільський

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ «GIM» ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕОРІЇ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

Tkachuk V.S.

Ph.D. (Tech. sciences), Associate Professor, Department of Agricultural machines

E-mail: twsk@i.ua**Devin V.V.**

Ph.D. (Tech. sciences), Associate Professor, Department of Agricultural machines

E-mail: dvvvp@rambler.ru

State Agrarian and Engineering University in Podilya

Kamianets-Podilskyi

Golobrodsky A.

teacher

E-mail: golobrodsky.a@gmail.com

College of State Agrarian and Engineering University in Podilya

Kamianets-Podilskyi

USE OF SOFTWARE «GIM» AT STUDY OF THE THEORIES MECHANISM AND MACHINES

Анотація

Вступ. Процедура комп'ютеризації навчального процесу актуальна і широко обговорюється на форумах різних рівнів з багатьох дисциплін, але особливо велике значення ця проблема має для інженерної освіти. Формування нового покоління фахівців вимагає конкретних проектів і методик, заснованих на нових принципах і прийомах, пов'язаних з комп'ютерними технологіями навчання.

Методи. Дослідження, проведені на основі застосування загальних методів наукового пізнання, а саме спостереження і порівняння, дозволяють зробити висновок про те, що інтеграція програми GIM з лекційним курсом дає позитивні результати.

Результати. Програмне забезпечення GIM виявилася дуже ефективним інструментом, який привертає до себе увагу студентів, а також полегшує для них розуміння теоретичних положень дисципліни, що викладаються в лекціях.

Перспективи. *Необхідні подальші дослідження в області розробки і удосконалення методики застосування програми GIM і аналогічного програмного забезпечення в інженерній освіті.*

Ключові слова: *освітнє програмне забезпечення, механізм, кінематичний аналіз, моделювання.*

Abstract

Introduction. *Educational process computerization are relevant and widely discussed on the forums at various levels in many disciplines, but of particular importance this issue has for engineering education. Formation of a new generation of professionals require specific projects and methodologies based on new principles and methods related to computer technology training.*

Methods: *Studies carried out on the basis of common methods of scientific knowledge, namely observation and comparison, lead to the conclusion that the integration of the GIM program lecture course gives positive results.*

Results: *Software GIM has been very effective tool that has attracted the attention of students, as well as easier for them to understand theoretical positions disciplines taught in the lectures.*

Discussion: *Further research is needed in the development and improvement of methods of application of GIM software and similar software in engineering education.*

Keywords: *educational software, mechanism, kinematic analysis, simulation.*

Аннотация

Вступ. *Процедура компьютеризации учебного процесса актуальна и широко обсуждается на форумах разных уровней по многим дисциплинам, но особенно большое значение эта проблема имеет для инженерного образования. Формирование нового поколения специалистов требует конкретных проектов и методик, основанных на новых принципах и приемах, связанных с компьютерными технологиями обучения.*

Методы. *Исследования, проведенные на основе применения общих методов научного познания, а именно наблюдения и сравнения, позволяют сделать вывод о том, что интеграция программы GIM с лекционным курсом даёт положительные результаты.*

Результаты. *Программное обеспечение GIM оказалась очень эффективным инструментом, который привлекает к себе внимание студентов, а также облегчает для них понимание теоретических положений дисциплины, преподаваемые в лекциях.*

Перспективы. *Необходимы дальнейшие исследования в области разработки и усовершенствования методики применения программы GIM и аналогичного программного обеспечения в инженерном образовании.*

Ключевые слова: *образовательное программное обеспечение, механизм, кинематический анализ, моделирование.*

Вступ. У підготовці майбутніх фахівців технічного напрямку істотною роллю належить таким дисциплінам як, "Прикладна механіка", "Теорія механізмів і машин" (ТММ). Вони знайомлять фахівців з основними методами розрахунків, синтезу та аналізу механізмів. Сучасний розвиток науки і техніки нерозривно зв'язаний з створенням нових машин, які задовольняють вимогам високої продуктивності, надійності та довговічності. Вони частково або повністю замінюють труд людини. Машини і механізми - безпосередньо зв'язані з життєвою діяльністю людини. Побудовані на основних принципах механіки механізми і машини можуть керувати виробничими та технологічними процесами. Створені автоматичні системи досить оптимально виконують поставлені задачі. Окремо стоять машини які замінюють інтелектуальний труд людини (електронно-обчислювальні, інформаційні машини). На загальних принципах механіки та законах теорії механізмів і машин побудовані всі існуючі робото-технічні та маніпуляторні системи.

Можна сказати, що сучасна техніка – складний комплекс машин та механізмів. Цілоком зрозуміло що управління такою технікою, повністю використовувати її

можливості може тільки досить підготовлена людина. Знання курсу “Теорія механізмів і машин” допоможуть зрозуміти основні принципи роботи різних механізмів та вивчати будову агрегатів в цілому.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. В останні роки спостерігається підвищений інтерес до використання різного програмного забезпечення для допомоги у викладанні дисципліни «Теорія механізмів і машин» (ТММ). Комп'ютерні програми допомагають студентам у візуальний спосіб зрозуміти теоретичні основи пояснені в лекціях. Це також доводить той факт, що більшість нинішніх підручників з дисципліни ТММ, які видаються за кордоном, включають компакт-диск з програмами моделювання, щоб доповнити вміст книги [1, 2].

Одним з варіантів є використання комерційних програмних пакетів, таких як ADAMS [3], DADS [4] або Working Model [5]. Такого роду програми загального призначення мають очевидні переваги з їх потужними можливостями і надійністю. Однак, особливо в разі використання ADAMS і DADS, необхідно витратити чимало часу для того, щоби навчити студента працювати в цих програмах, які були розроблені для потреб техніків і експертів. У цих комерційних пакетах, через їх загальне призначення і широту діапазону додатків, процес геометричного моделювання часто є складним і важким, особливо в разі моделювання просторових механізмів [6]. Програмний комплекс Working Model, це скоріше інструмент для аналізу механізмів, але не для синтезу. Всі ці програми засновані на технології мультитіла, в результаті чого, геометричні основи теорії механізмів і машин приховані для студента в математичних формулюваннях кінематичних розрахунків. В програму вводяться вхідні дані, після обчислень видається результат і не зрозуміло, яким чином цей результат було досягнуто. Крім того, викладач повинен шукати компроміс між вивченням інструкції використання програмного забезпечення і викладанням теоретичних основ предмету [7].

В Департаменті машинобудування Університету Країни Басків була розроблена навчальна комп'ютерна програма, щоб допомогти студентам краще і швидше зрозуміти лекцій з теорії механізмів і машин. Одна з головних цілей програми є обчислення різних теоретичних показників, що характеризують кінематичну поведінку механізму. Програмне забезпечення також може бути використане студентами магістерських ступенів в галузі машинобудування та інших питань, пов'язаних з робототехнікою, дизайном механізмів.

Такий підхід для викладання дисципліни ТММ не новий, в інших університетах, таких як Aachen University [8] раніше використовували цей вид ресурсів в своїх лекціях.

Метою статті є ознайомлення з новими можливостями використання програмних засобів при вивченні ТММ. В даний час, в більшості промислових машин використовуються плоскі і просторові механізми. Для того, щоб розробити їх, сучасний студент повинен вміти визначати і аналізувати різні кінематичні показники цих механізмів, такі як рішення задачі про місцезнаходження, швидкість і прискорення, ідентифікацію різних конфігурацій збірки, сингулярності аналізу тощо.

Методологія. У даній статті представлений нова навчальна комп'ютерна програма для аналізу і моделювання плоских і просторових механізмів з жорсткими зв'язками. Це програмне забезпечення було реалізовано в Visual C #, використовуючи Open GL і графічні інструменти для відображення кінематичних результатів у графічному вигляді в різних форматах. Моделювання дозволяє студентам візуалізувати рух механізмів практично без необхідності прототипу або макета.

Результати. Огляд програмних модулів. Вивчення кінематики включає в себе кілька різних типів аналізів. Пропоноване програмне забезпечення має модульну структуру, так що кожен крок кінематичного моделювання здійснюється в окремому модулі. В даний час програмне забезпечення складається з чотирьох основних модулів,

один препроцесор і три модуля обчислення, як описано нижче:

Геометрія. студент може визначити кінематичну схему будь-якого плоского або просторового механізму. Це основний модуль необхідний для визначення геометрії та топології механізму, який повинен бути проаналізований за допомогою будь-якого з обчислювальних модулів.

Рух. Після того як користувач визначив структуру механізму, ведучу ланку і характер її руху, можна запустити програму і візуально простежити рух механізму у вигляді мультиплікації. Крім того, шлях кожної точки на механізмі може бути простежено у вигляді лінії траєкторії.

Швидкість. Це основний модуль, який виконує кілька типів кінематичних розрахунків, таких як визначення ступенів свободи даного механізму, розрахунок лінійних і кутових швидкостей, оцінку матриць Якобі, швидкості еліпсоїдів тощо.

Це модульна структура може бути збільшена шляхом додавання додаткових модулів моделювання, що дозволяють проводити різні види кінематичних розрахунків. На рисунку показана блок-схема різних модулів програмного забезпечення і їх взаємодія.

Перед проведенням будь-яких кінематичний аналіз механізму, студент повинен провести геометричне визначення його кінематичної структури. Цей процес, як правило, є складним і важким, особливо в разі просторових механізмів [6]. Ця фаза моделювання часто вимагає багато часу і зусиль, перш ніж може бути розпочато кінематичні аналізи. Беручи це до уваги, в програмному забезпеченні, представленому в цій статті, новий до- і постпроцесор інструмент був розроблений і впроваджений з дуже простим інтерфейсом. Програмний засіб, представлені тут дозволяє моделювати геометрію і топологію складної плоских і просторових механізмів зручним для користувача способом.

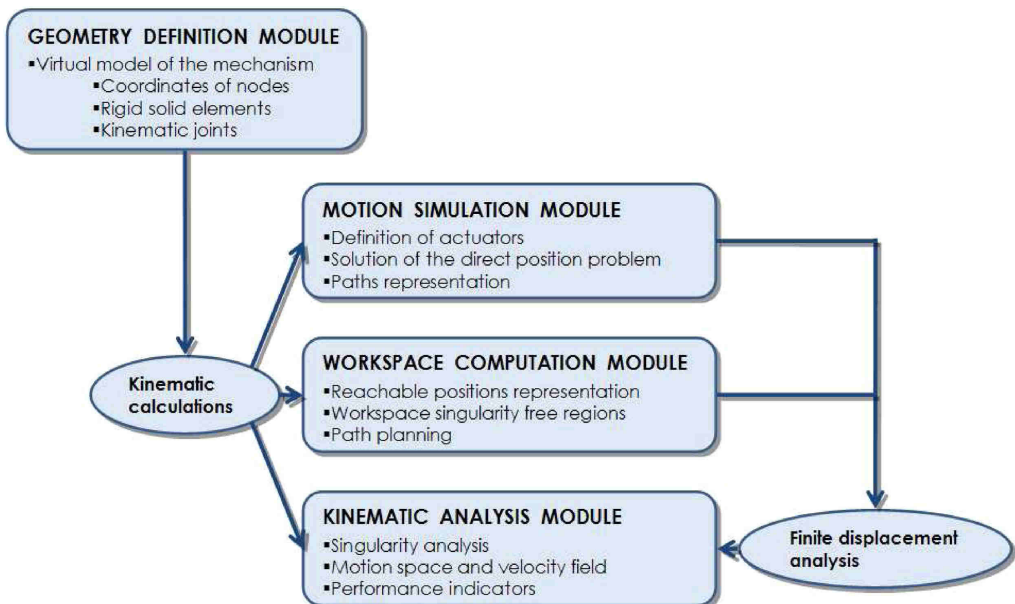


Рис. 1. Блок схема програмного забезпечення

Після того, як механізм був визначений, інформація зберігається в базі даних і доступна для використання в модулі кінематичного аналізу програми. З огляду на механізм у вигляді набору жорстких елементів, з'єднаних кінематичних парами,

необхідно визначити основні об'єкти для його моделювання. У цьому випадку, кінематична схема моделюється як набір вузлів і елементів. В програмі передбачені три різні способи визначення геометричних параметрів (позиції і орієнтації), вони можуть бути визначені за допомогою клавіатури, миші або сітки, яка поєднує в собі простоту опції миші з точністю опціону клавіатури.

Висновки. Програмне забезпечення і модулі представлені в цій статті дозволяють студентам різних рівнів підготовки швидко і просто моделювати складні плоскі і просторові механізми, зокрема, паралельні маніпулятори. Програма здійснює моделювання плоских механізмів шляхом приєднання обертальних і поступальних кінематичних пар. Проблема положення вирішується інтерактивно з використанням чисельного методу, деякі з його умов можуть контролюватися і візуалізуватися. Програма дозволяє будувати траєкторії руху будь-якої з точок механізму, а також визначити кривизну і центр кривизни траєкторії.

Вектори швидкостей і прискорень можуть бути візуалізовані у вигляді кольорових стрілок під час виконання руху, також можна отримати графіки і таблиці, пов'язані з цими даними. В кожній кінематичній конструкції можуть бути представлені: миттєвий центр обертання, полюси швидкостей і прискорень, годографи швидкостей тощо.

Отже, студент може провести кінематичний аналіз і поглиблено вивчити роботу всього механізму. Демонстраційні відео, що ілюструють можливості програмного забезпечення можна знайти на

http://www.ehu.es/compmech/welcome/Research/Entradas/2010/12/23_COMPUTAIONAL_MECHANICS.html.

Програмне забезпечення "GIM" використовується для того, щоб підтримувати і доповнювати теоретичні лекції, під час практичних занять, "GIM" виступає в якості навчального додаткового інструменту для зміцнення знань, отриманих студентами. Програмне забезпечення GIM можна скачати з веб-сайту COMPMECH за посиланням: www.ehu.es/compmech/software.

Список використаних джерел

1. R. L. Norton, Design of machinery: An introduction to the synthesis and analysis of mechanisms and machines, McGraw-Hill, Boston, 2003.
2. K. J. Waldron and G. L. Kinzel, Kinematics, dynamics and design of machinery, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1999.
3. ADAMS, www.mscsoftware.com, MSC Software Corporation.
4. DADS, www.lmsintl.com, LMS International NV.
5. Working Model, www.design-simulation.com, Design Simulation Technologies, Inc.
6. J. Garcí'a de Jaló'n, M. A. Serna, and R. Avilé's, Computer method for kinematic analysis of lower-pair mechanisms, velocities and accelerations, position problems, Mech Mach Theory 16 (1981), 543–566.
7. E. Pennestrì and L. Vita, Multibody dynamics in advanced education, In: Advances in computational multibody systems, J. A. C. Ambrosio (Ed.), Springer, Dordrecht, The Netherlands, 2005, pp 345–370.
8. B. Corves, Computer-aided lectures and exercises: Graphical analysis and synthesis in Mechanism Theory, Proceedings of the 11th World Congress in Mechanism and Machine Science, Vol. 2, Tianjin, China, 2004.

Referenses

1. Norton, R.L. (2003). *Design of machinery: An introduction to the synthesis and analysis of mechanisms and machines*. McGraw-Hill, Boston [in English].
2. Waldron, K. J., Kinzel, G. L. (1999). *Kinematics, dynamics and design of machinery*. New York, John Wiley & Sons [in English].
3. ADAMS, www.mscsoftware.com, MSC Software Corporation.

-
4. DADS, www.lmsintl.com, LMS International NV [in English].
 5. Working Model, www.design-simulation.com, Design Simulation Technologies, Inc [in English].
 6. Garcí'a de Jalo'n, J., Serna, M. A., Avile's, R. (1981). Computer method for kinematic analysis of lower-pair mechanisms, velocities and accelerations, position problems - *Mech Mach Theory*, 16, 543–566 [in English].
 7. Pennestrì, E., Vita, L. (2005). Multibody dynamics in advanced education - *Advances in computational multibody systems*, J. A. C. Ambrosio (Ed.), Springer, Dordrecht, The Netherlands, 345–370 [in English].
 8. Corves, B. (2004). Computer-aided lectures and exercises: Graphical analysis and synthesis in Mechanism Theory - *Proceedings of the 11th World Congress in Mechanism and Machine Science*, Vol. 2, Tianjin, China [in English].