

УДК 378.147

**Девін Владлен В'ячеславович**

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри фізики і загальнотехнічних дисциплін  
Подільський державний аграрно-технічний університет, м. Кам'янець-Подільський, Україна  
dvvkr.123@gmail.com  
ORCID: 0000-0003-2994-3144

**Ткачук Василь Сергійович**

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри фізики і загальнотехнічних дисциплін  
Подільський державний аграрно-технічний університет, м. Кам'янець-Подільський, Україна  
twskm@i.ua  
ORCID: 0000-0001-5414-2387

**Скоробогатов Дмитро Валентинович**

канд. техн. наук, асистент кафедри фізики і загальнотехнічних дисциплін  
Подільський державний аграрно-технічний університет, м. Кам'янець-Подільський, Україна  
dskorobogатов@i.ua  
ORCID: 0000-0001-5021-286X

## **ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ MDSOLIDS У ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІНИ «МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ»**

**Анотація.** Тенденція до скорочення кількості годин на вивчення загальноінженерних дисциплін в навчальних планах та зниження мотивації молоді до навчання на інженерно-технічних спеціальностях примушує шукати нові шляхи для підвищення ефективності викладання. Одним із способів такого підвищення є введення в освітній процес інформаційних технологій. Останнім часом при викладанні дисциплін «Теоретична механіка», «Інженерна механіка», «Механіка матеріалів і конструкцій», «Опір матеріалів» широкого використання набули різноманітні системи комп'ютерної математики, найпоширенішими є Maple, MathCAD, Matlab. Перелічені програми дозволяють покроково розв'язувати різноманітні задач з демонстрацією проміжних результатів обчислень, а також моделювати динамічні об'єкти і процеси за аналітичними формулами, що необхідне при розв'язанні інженерно-технічних задач. В тексті статті наводиться обґрунтування доцільності використання пакету MDSolids під час вивчення дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» студентами технічного закладу вищої освіти. Проведене дослідження, що пов'язане з адаптацією системи MDSolids у навчанні механіки матеріалів в сучасних умовах інформатизації освіти, дає підстави для нижчевикладених висновків: знайомство з програмою MDSolids, а потім самостійна робота в її середовищі пробуджує у студентів додатковий інтерес до дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій», оскільки дозволяє неформально підходити до процесу вирішення навчальних завдань. Програма певним чином дублює роботу думки студента, а потім підтверджує або спростовує її правильність. Ще однією перевагою впровадження системи MDSolids в освітній процес є те, що вже на ранньому етапі отримання вищої інженерної освіти студенти знайомляться з азами процесу автоматизації інженерного аналізу. Для них стає очевидним, що, не володіючи тими інженерними поняттями, які вивчає дисципліна «Механіка матеріалів і конструкцій», а також сучасними комп'ютерними технологіями, неможливо стати грамотним інженером.

**Ключові слова:** механіка матеріалів і конструкцій; опір матеріалів; інформаційні технології; MDSolids

**Постановка й обґрунтування актуальності проблеми.** Однією з причин зниження мотивації молоді до навчання на інженерно-технічних спеціальностях слід визнати більшу складність вивчення технічних дисциплін у порівнянні з гуманітарними. При навчанні студентів на перших курсах обсяг абстрактної інформації, яка сприймається ними, значно перевищує частку образної. Внаслідок цього матеріал лекцій не зацікавлює і

погано засвоюється. Звідси – втрата інтересу до предмета, а з часом і до майбутньої професії. Вихід із цього становища є – це зміна технології сприйняття інженерної інформації в процесі навчання.

Відомо, що найефективніше засвоюється та інформація, яка одночасно діє на кілька органів чуття, і запам'ятовується вона тим краще і міцніше, чим більше каналів сприймання було активізовано. Тому очевидно є роль мультимедійних засобів, що виникли з появою потужних багатофункціональних комп'ютерів, якісних навчальних програм, розвинених комп'ютерних навчальних систем.

Проблема дослідження полягає у виявленні можливостей інтенсифікації процесу навчання дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій», яка є основоположною для інших спеціальних дисциплін в технічному вузі. Здійснити це планується за допомогою вдосконалення структури курсу в результаті об'єднання споріднених розділів, а також в дидактичній обробці навчального матеріалу для використання програмного комплексу MDSolids з метою підвищення якості знань і формування умінь і навичок, необхідних в майбутній як навчальній, так і професійній діяльності.

Упровадження сучасних інформаційних технологій в освітній процес розкриває широкі можливості для істотного зменшення навчального навантаження і водночас інтенсифікації процесу навчання, надання пізнавальної діяльності творчого, дослідницького спрямування, яке природно приваблює студентів, результати якого приносять їм задоволення, стимулюють бажання працювати, набувати нових знань.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Накопичений вітчизняний та світовий досвід використання інформаційних технологій в освіті свідчить, що процес їх упровадження вимагає гармонійного поєднання традиційних педагогічних та сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Уже багато зроблено для теоретичного обґрунтування застосування комп'ютерної техніки в процесі вивчення різних дисциплін, накопичено певний досвід практичного використання комп'ютерів для супроводу освітнього процесу під час вивчення механіки матеріалів і конструкцій, проведено низку наукових досліджень з вивчення впливу сучасних інформаційних технологій на розумовий розвиток студентів, їх навчально-пізнавальну активність. Цими питаннями займалися В.П. Бригинець, В.Г. Гриценко, Ю.О. Жук, В.П. Муляр, А.М. Сільвейстр, В.І. Сумський, С.О. Подласов, Г.Д. Холмська, А.М. Ясінський та ін.

Проблему комп'ютеризації освіти, використання персональних електронно-обчислювальних машин в освітньому процесі, розробки програмного забезпечення, та методики використання програмного забезпечення у навчанні досліджували: А.Ю. Барановський, М.С. Головань, Д. Берд, М.І. Жалдак, М.Ю. Кадемія, Є.І. Машбіц, Н.В. Морзе, В.Г. Розумовський, К.Х. Томас та ін.

Також великий внесок у вирішення проблеми комп'ютерної технології навчання зробили: В. Ю. Биков, В.І.Гриценко, М.Ю. Кадемія, Г. Клейман, С.О. Сисоєва, С. Пейперт, Тімоті Філпотом (Timothy A. Philpot) і багато інших вчених, викладачів і методистів. Методики розрахунків і приклади розв'язку типових задач найкраще представлені у вітчизняних підручниках [4], [5], [6], [7].

Останнім часом при викладанні дисциплін «Теоретична механіка», «Інженерна механіка», «Механіка матеріалів і конструкцій», «Опір матеріалів» широкого використання набули різноманітні системи комп'ютерної математики, найпоширенішими є Maple, MathCAD, Matlab. Перелічені програми дозволяють покроково розв'язувати різноманітні задач з демонстрацією проміжних результатів обчислень, а також моделювати динамічні об'єкти і процеси за аналітичними формулами, що необхідне при розв'язанні інженерно-технічних задач. Аналізуючи існуюче програмне забезпечення і базові методики розрахунків, які вивчають інженери

технічного профілю, авторами вже робились спроби впровадження інноваційних програмних комплексів у освітній процес і для розрахунків прикладного характеру [8], [9]. Результати проведених досліджень свідчать про суттєві переваги раціонального поєднання традиційних систем навчання із сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями [10].

Водночас недостатньо розроблено педагогічно обґрунтованого методичного забезпечення освітнього процесу, орієнтованого на системне використання засобів сучасних інформаційно-комунікаційних технологій під час вивчення загальнотехнічних дисциплін. Бракує навчально-методичної літератури для викладачів, навчальних посібників для студентів закладів вищої освіти, які розкривали б напрями і можливості використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в процесі вивчення технічних дисциплін. Очевидно, що формальна наявність обладнання та програмного забезпечення не дадуть бажаного ефекту, доки самі викладачі не будуть підготовлені до користування ними та не оцінять переваг їх застосування.

Використання комп'ютерних програм навчального характеру вносить істотні зміни в діяльність педагога, ставить нові вимоги до професійної майстерності у викладанні дисциплін, вимагає диференційованої та індивідуальної роботи з кожним студентом під час освітнього процесу.

**Формулювання мети, постановка завдань.** Виходячи з особливостей організації освітнього процесу у закладах вищої інженерної освіти, метою досліджень є обґрунтування доцільності використання програмного комплексу MDSolids під час вивчення дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» студентами технічного ЗВО.

До завдань, які необхідно було розв'язати, увійшли:

–аналіз структури і визначення дидактичних можливостей програмного комплексу MDSolids;

–обґрунтування доцільності використання програмного комплексу MDSolids під час вивченні дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій»;

–аналіз методологічних, технічних та організаційних проблем впровадження нових форм організації освітнього процесу з використанням зазначеної програми.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Однією з ключових складових в загальноінженерній підготовці фахівців з вищою технічною освітою є дисципліна «Механіка матеріалів і конструкцій» («Опір матеріалів»). Саме вона знайомить майбутніх інженерів з першими найважливішими поняттями, необхідними при вирішенні проблем міцності, жорсткості і надійності конструктивних елементів. Успішне освоєння більшості спеціальних навчальних дисциплін для різних спеціальностей неможливо без твердого знання відповідних розділів курсу «Механіка матеріалів і конструкцій» [4], [5], [6], [7].

Традиційно вважається, що дисципліна «Механіка матеріалів і конструкцій» складна для освоєння. Обумовлено це перш за все тим, що вона ґрунтується на теоретичних дисциплінах («Фізика», «Математика», «Теоретична механіка») і експериментальних дослідженнях. Поєднання цих двох складових з поправкою на принципи і гіпотези опору матеріалів формує основні інженерні поняття, закономірності і конкретні розрахункові співвідношення, що описують ці поняття і закономірності. Відбувається своєрідна трансформація, яка стимулюється експериментальними даними, абстрактних фізико-математичних категорій в конкретні інженерні поняття, що дозволяють якісно і кількісно визначити фізико-механічні характеристики, які описують поведінку даного об'єкту. Розуміння принципів, що лежать в основі цього процесу, вимагає від студента, по-перше, певного рівня

підготовки, а по-друге, поряд з раціональним мисленням, вміння мислити образно. По ряду причин не всі студенти в належній мірі володіють необхідним потенціалом.

В даний час домінуючою є концепція інтегрування в освітній процес комп'ютерних технологій. Для курсу «Механіка матеріалів і конструкцій» це означає правильно дозоване впровадження в сукупність традиційних лекційних, практичних і лабораторних занять комп'ютерного тестування, навчальних програм, презентацій тієї чи іншої теми на базі будь-якого графічного редактора, численних експериментів тощо.

З цих позицій представляє інтерес реалізація можливостей прикладного програмного забезпечення MDSolids, розробленого професором Тімоті Філпотом (Timothy A. Philpot) в університеті Missouri University of Science and Technology, США [1], [2], [3].

MDSolids – це прикладне програмне забезпечення, яке призначене для надання допомоги студентам інженерних спеціальностей у вивченні основ курсу механіки матеріалів і конструкцій. Після раптової смерті вченого, на честь невтомної відданості доктора Філпота інженерній освіті, сім'я Філпот запропонувала безкоштовний доступ до повної версії MDSolids. Програму можна знайти і завантажити за посиланням <http://web.mst.edu/~mdsolids/index.html>.

Можливо, певні труднощі буде викликати те, що інтерфейс програми виключно англійською мовою, але, по-перше це «проста» англійська, по-друге в теперешніх умовах інтеграції української освіти в європейський простір, знання іноземної мови можна вважати обов'язковим.

В основі концепції MDSolids лежить надання допомоги студентам в освоєнні дисципліни у вигляді додатку до традиційних лекцій, практичних і лабораторних занять, а також допомога із домашнім завданням під час самостійної роботи. Студенти можуть використовувати навчальне програмне забезпечення з метою покращення навичок розв'язання прикладних задач, визначати важливі фактори, що впливають на міцність конструкцій, візуалізувати характер внутрішніх напружень і деформацій, а також задіяти зручні у використанні засоби для дослідження більшого числа проблем та можливих варіантів розрахунку.

Ґрунтуючись на цьому припущенні, MDSolids було розроблене з кількома навчальними цілями:

*Багатофункціональність.* MDSolids структурована в окремих модулях, які аналогічні главам типових підручників з дисциплін «Механіка матеріалів і конструкцій» та «Опір матеріалів», і можуть бути використані в будь-якій послідовності. Доступні дванадцять модулів, що пояснюють широке коло загальних проблем дисципліни: основні поняття про напруження і деформації, розрахунок плоских ферм, статично невизначні стержневі конструкції, кручення, статично визначні балки, геометричні характеристики перерізів, загальний аналіз (стержнів, валів, і балок), складне навантаження, розрахунок стержнів на стійкість, посудини під тиском, і дослідження напруженого стану за допомогою круга Мора (рис.1).

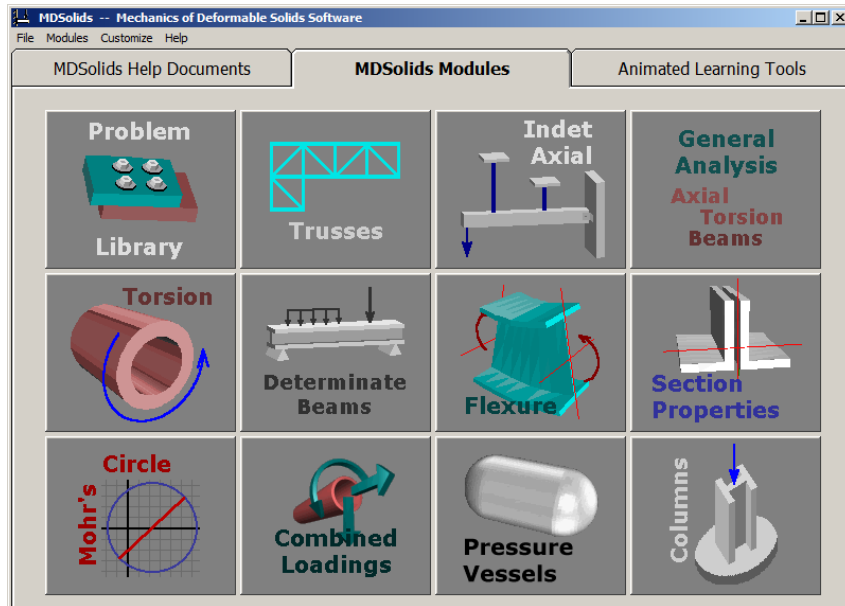


Рис.1 Головне вікно програми MDSolids

Кожен з модулів вирішує завдання типові для всіх підручників з механіки матеріалів і опору матеріалів. У всіх процедурах MDSolids є піктограма, ескіз, або сюжет, який графічно відображає важливі аспекти проблеми. Ескізи використовуються, щоб показати напрямок внутрішніх напружень, прикладених навантажень і сил реакції.

Також MDSolids включає модулі: анімовані ігри (Animated Games) і навчальні інструменти (Learning Tools) для таких тем, як «Побудова епюр поперечних сил і згинаючих моментів», «Геометричні характеристики перерізів» (визначення положення центра ваги і осьових моментів інерції), «Визначення напружень за допомогою кругів Мора» (рис.2).

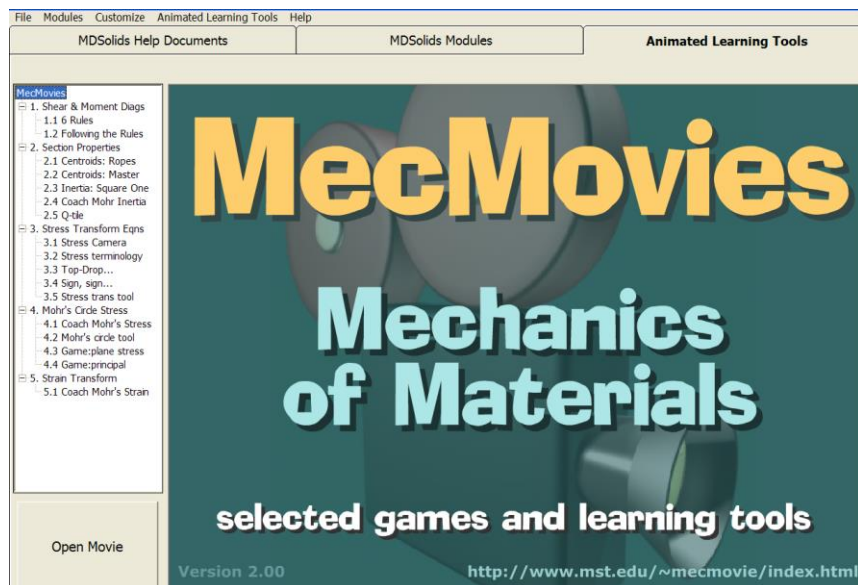


Рис.2 Модулі Animated Games і Learning Tools

MDSolids це свого роду «електронне керівництво», яке дає не тільки правильний розв'язок для конкретної проблеми, але також показує проміжні результати, які можуть бути використані для підтвердження правильності підходу до розв'язання задачі.

Більшість з модулів MDSolids надають текстові пояснення, щоб описати, як проводяться обчислення. Ці пояснення можуть допомогти студентам розвинути навички розв'язання задач. Текстові пояснення є динамічними і контекстно-чутливими, розробленими спеціально для конкретного завдання в розмірностях фізичних одиниць величин і умов, введених в задачі.

*Простота введення вихідних даних* є важливим аспектом концепції MDSolids. Розв'язання задач з механіки матеріалів є досить складним для студентів. Щоб бути ефективним навчальне програмне забезпечення не повинно бути занадто складним. В ідеалі, студент повинен вміти визначати проблему інтуїтивно і безпосередньо з інтерфейсу програми без необхідності в керівництві викладача. У кожному модулі MDSolids надаються графічні підказки, щоб направляти користувачів при введенні даних (рис.3).

Різні одиниці вимірювання (наприклад, геометричних розмірів, сил, одиниці напружень) автоматично перераховуються для забезпечення узгодженості одиниць вимірювання між собою.

*Візуальний зв'язок.* Кожна процедура MDSolids має піктограму, ескіз або сюжет, який графічно зображує важливі аспекти проблеми. Ілюстрації надаються з низки понять, включаючи критичне напруження, стрілу прогинів і напруження зсуву при крученні. Загальні помилки в рівняннях рівноваги, поодинокі невідповідності і помилки з рівняннями стають очевидними, коли студент порівнює ручні обчислення з поясненнями MDSolids.

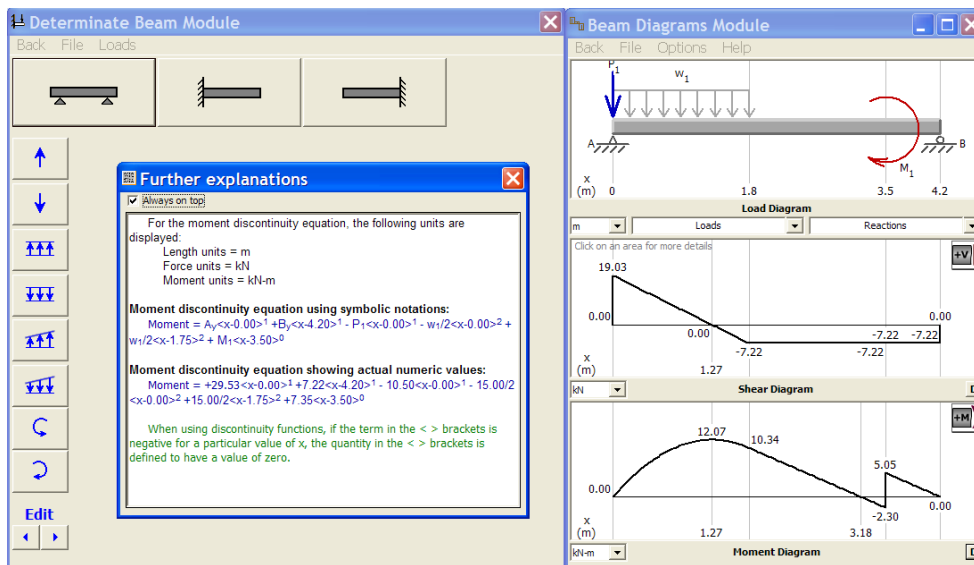


Рис.3 Вікно введення вихідних даних програми MDSolids

*Файли довідки* MDSolids містять не тільки інструкції з користування програмним забезпеченням, але і, що дуже важливо, короткі теоретичні відомості і практичні пропозиції для вирішення багатьох проблем. Файли довідки також мають ряд розв'язаних прикладів. В кожному модулі докладно описано, як вирішити конкретну проблему вручну, а не за допомогою MDSolids.

Студенти можуть використовувати MDSolids для отримання докладного систематичного опису процесу розв'язання.

Незаперечною перевагою програми MDSolids є її насиченість ілюстраціями і інтерактивність. Модулі (Animated Games) і навчальні інструменти (Learning Tools) в ігровій формі пропонують студентам відповісти на нескладні запитання з деяких тем. В разі неправильної відповіді програма два рази просить надати відповідь іще раз, а на третій раз сама дає правильну відповідь (рис.4).

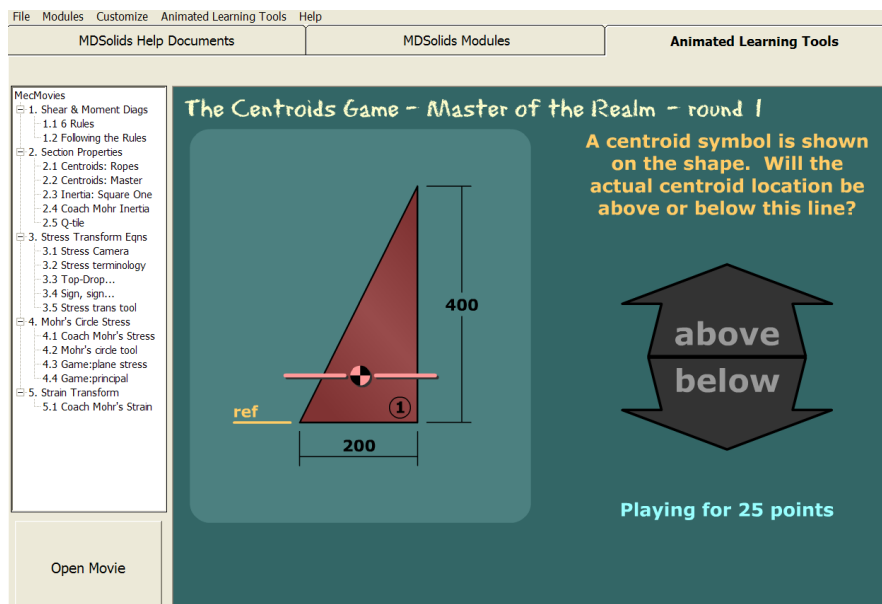


Рис.4 Фрагмент тесту модуля Learning Tools

Застосування мультимедійних засобів в модулях програми MDSolids дозволяє підвищити наочність подання інформації до такого рівня, який не порівняний з ілюстраціями у звичайних "паперових" підручниках.

Перспективним напрямком використання мультимедійних технологій в освітньому процесі є демонстрація тривимірних анімованих моделей об'єктів. Тривимірні анімації дозволяють відтворити динамічні явища, які приховані від спостереження в звичайних умовах. Основні труднощі в реалізації даного напрямку виникають у зв'язку з необхідністю використання досить складного програмного забезпечення і великими затратами часу на створення одного анімаційного ролика.

Курс «Механіка матеріалів і конструкцій» знайомить студентів з принципами проектування типових компонентів, з яких складаються машини і конструкції, таких як приводні вали, балки перекриттів, напірних баків, болтових, заклепкових, шпонкових з'єднань тощо. Хоча вказані компоненти є тривимірними об'єктами, студентам, як правило, викладають про них через статичні, двовимірні ілюстрації в підручниках і на класній дошці. Як у викладачів, у нас є розуміння компонентів і процесів, які складають дану дисципліну і ми можемо візуалізувати ці речі в нашій свідомості. Однією з перших завдань викладача – передати наше візуальне розуміння студентам. Як тільки цю основу закладено, ми можемо приступити до встановлення розуміння відповідної теорії та розробки навичок вирішення проблем, необхідних для оволодіння конкретними предметними областями.



Комп'ютерна навчальна програма MDSolids пропонує нові можливості, які можуть поліпшити розуміння студентами механіки матеріалів. За допомогою тривимірного (3D) моделювання і рендерингу можливо створювати фотореалістичні зображення багатьох елементів машин і конструкцій і легко показати ці компоненти з різних точок зору (рис.5).

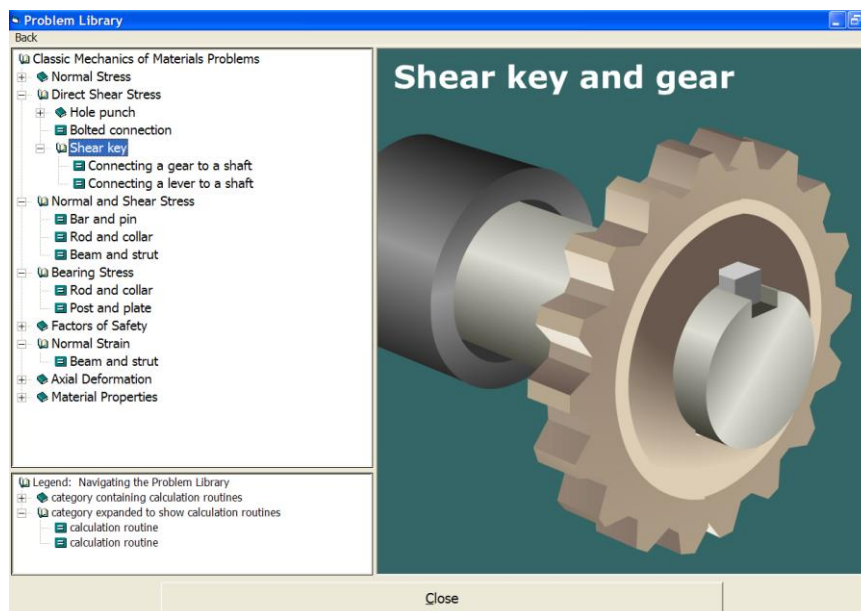


Рис.5 Анімація роботи шпонкового з'єднання в 3D

Анімаційне програмне забезпечення дозволяє показати об'єкти або процеси в русі. Об'єднавши можливості 3D моделювання і анімації, можна дати студенту більш повний опис фізичного об'єкта. Більш якісні зображення можуть полегшити візуалізацію, необхідну для розуміння і вирішення технічних проблем в даній предметній області.

На кафедрі фізики і загальнотехнічних дисциплін Подільського державного аграрно-технічного університету використовуються новітні інформаційні технології при викладанні майже всіх дисциплін.

За останні два роки кафедрою накопичено певний досвід використання програмного комплексу MDSolids при викладанні базових розділів дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій». Поряд з викладанням матеріалу загального курсу і великою кількістю прикладів, що ілюструють теоретичні положення, майже всі «класичні» рішення дублюються відповідними рішеннями, що отримані за допомогою програми MDSolids. Це дає можливість в обмежений час аудиторних занять розв'язати значно більшу кількість прикладів, що мають професійну спрямованість, розглянути досить складні задачі, традиційне вирішення яких вимагає великого обсягу обчислень. Виконувались також порівняльні розрахунки програмним комплексом MDSolids і іншими [9], [10].

Апробація такого роду викладання дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» була проведена в групах студентів, які навчаються за спеціальністю «Агроінженерія».

#### **Висновки та перспективи дослідження.**

Протягом багатьох років MDSolids відповідає потребам студентів і інженерних фахівців різних країн світу завдяки тому, що ніяке освітнє інженерне програмне забезпечення не є більш простим у використанні або більш універсальним.

MDSolids пропонує студентам чисельні, описові та візуальні результати, які ілюструють і пояснюють багато типів проблем у механіці твердих тіл. У поєднанні з



традиційними методами навчання MDSolids підтримує розвиток базових концепцій і навичок вирішення проблем студентами за допомогою самонавчання.

Довідкові документи MDSolids дуже корисні у визначенні методології, використовуваної при вирішенні конкретної проблеми. Чудовий графічний інтерфейс, візуалізація різних вхідних значень і відповідних результатів допомагають зрозуміти вплив зміни вхідних умов на структуру задачі і підсумковий результат за декілька секунд. Крім того, пов'язані анімації допомагають на високому рівні для повного розуміння ситуації структурного аналізу і візуалізації результатів.

MDSolids є цінним доповненням до традиційних лекцій, лабораторних і практичних занять, щоб допомогти студентам оволодіти знаннями, розумінням, аналізом і синтезом на усіх рівнях освітнього процесу.

Програма безкоштовна, не вимагає наявності потужних комп'ютерів і великих ресурсів, інтуїтивно зрозуміла і проста у використанні. Необхідні лише бажання навчатись і елементарні знання англійської мови.

Ще однією перевагою впровадження системи MDSolids в освітній процес є те, що вже на ранньому етапі отримання вищої інженерної освіти студенти знайомляться з азами процесу автоматизації інженерного аналізу. Для них стає очевидним, що, не володіючи тими інженерними поняттями, з якими знайомить дисципліна «Механіка матеріалів і конструкцій», а також сучасними комп'ютерними технологіями, неможливо стати грамотним інженером.

Проведене дослідження не розкриває всіх аспектів проблеми. В подальшому планується розгляд питань розробки навчальних планів, методик навчання та експериментальна перевірка системи застосування запропонованого програмного забезпечення.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. MDSolids educational software for Mechanics of Materials (1997-2014). URL: <http://www.mdsolids.com>
2. Philpot, Timothy A. Mechanics of materials : an integrated learning system / Timothy A. Philpot. - 4th ed. p. 877.
3. Timothy A. Philpot MDSolids: Software to Bridge the Gap Between Lectures and Homework in Mechanics of Materials International Journal of Engineering Education 16(5). January 2000.
4. Макаров Е. Г. Сопротивление материалов на базе Mathcad. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 512 с.
5. Ицкович Г.М. Методика преподавания сопротивления материалов в техникумах. / Г.М. Ицкович. Минск.: Вышэйшая школа, 1974. 336 с.
6. Писаренко Г.С. Опір матеріалів. Київ: Вища школа, 2004. 776 с.
7. Цурпал І.А. Механіка матеріалів і конструкцій. Навч. Посібник. К.: Вища освіта, 2005. 367 с.
8. Девін В. В., Ткачук В. С. Модулювання процесу роботи лопатевого змішувача в програмному комплексі Flow Vision. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Технічні науки. Кам'янець-Подільський. том 24 (2). 2016. с. 65-72.
9. Девін В.В., Ткачук В.С. Використання програми MathCAD у викладанні дисципліни «Інженерна механіка» Збірник наукових праць «Аграрна освіта» – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2015. 388 с. С. 158-161.
10. Девін В.В., Ткачук В.С. Розв'язання задач кінематики точки з використанням системи Mathcad.. Актуальные научные исследования в современном мире, выпуск 3(35), Часть 2, Переяслав-Хмельницкий, Март 2018. 128-135 с.

*Матеріал надійшов до редакції 08.11.2018*

## **USE OF THE MDSOLIDS SOFTWARE IN STUDYING DISCIPLINE "MATERIAL AND CONSTRUCTION MECHANICS"**

### **Vladlen Devlin**

PhD (technical sciences), Associate Professor of the Department of Physics and General Technical Sciences  
State Agrarian and Engineering University in Podilya, Kamianets-Podilskyi, Ukraine  
*dvvkp.123@gmail.com*  
ORCID: 0000-0003-2994-3144

### **Vasil Tkachuk**

PhD (technical sciences), Associate Professor of the Department of Physics and General Technical Sciences  
State Agrarian and Engineering University in Podilya, Kamianets-Podilskyi, Ukraine  
*twskm@i.ua*  
ORCID: 0000-0001-5414-2387

### **Dmytro Skorobogatov**

PhD (technical sciences), Assistant Professor of the Department of Physics and General Technical Sciences  
State Agrarian and Engineering University in Podilya, Kamianets-Podilskyi, Ukraine  
*dskorobogatov@i.ua*  
ORCID: 0000-0001-5021-286X

**Abstract.** One of the ways to increase the effectiveness of teaching is the introduction of information technology in the educational process. Recently, in the teaching of disciplines theoretical mechanics, engineering mechanics, mechanics of materials and structures, strength of materials have become widely used various systems of computer mathematics. The most common are Maple, MathCAD, Matlab. The listed software allow step by step to solve various tasks with the demonstration of intermediate results of calculations, as well as to model dynamic objects and processes based on analytical formulas, which is necessary for solving engineering and technical problems. The text of the article gives grounds for the expediency of using the MDSolids package when studying the discipline of materials and structures mechanics by students of the agrarian and technical higher education institution. Introduction to the program MDSolids, and then independent work in its environment awakens the students additional interest in the discipline "Mechanics of materials and structures", because it allows to informally approach the process of solving educational problems. The program somehow duplicates the work of the student's thoughts, and then confirms or refutes its correctness. Another advantage of introducing MDSolids into the learning process is that, at an early stage in obtaining higher engineering education, students learn about the basics of the automation of engineering analysis. In this acquaintance it becomes obvious that without possessing the engineering concepts familiar with the discipline "Mechanics of materials and constructions", as well as modern computer technologies, it is impossible to become a competent engineer.

**Keywords:** engineering mechanics; mechanics of materials and structures; strength of materials; information technology; MDSolids

## **REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)**

1. MDSolids educational software for Mechanics of Materials (1997-2014). [http://www.mdsolids.com/MDSolids Educational Software](http://www.mdsolids.com/MDSolids%20Educational%20Software)
2. Philpot, Timothy A. (2000). Mechanics of materials.: an integrated learning system. 4th ed., 877 p.
3. Timothy, A., Philpot (2000). MDSolids: Software to Bridge the Gap Between Lectures and Homework in Mechanics of Materials International Journal of Engineering Education 16 (5).
4. Makarov, E. (2004) Soprotyvlenye materyalov na baze Mathcad. SPb.: BKhV-

- Peterburgh. 512 p. (in Russian)
5. Yckovykh, Gh. (1974) *Metodyka prepodavanyja soprotivlenija materyalov v tekhnikumakh*. Mynsk.: Vushejschaja shkola. 336 p. (in Russian)
  6. Pysarenko, Gh. (2004). *Opir materialiv*. Kyjiv: Vyshha shkola, 776 p. (in Ukrainian)
  7. Curpal, I. (2005) *Mekhanika materialiv i konstrukcij. Navch. Posibnyk*. K.: Vyshha osvita. 367 p. (in Ukrainian)
  8. Devin, V. & Tkachuk, V. (2016). *Modelyuvannya procesu roboti lopatevogo zmishuvacha v programnomu kompleksi Flow Vision*. Zbirnik naukovix pracz Podilskogo derzhavnogo agrarno-tekhnichnogo universitetu. *Texnichni nauki*, no. 24(2), Kamianets-Podilskyi, 65-72 (in Ukrainian)
  9. Devin V. & Tkachuk V. (2016). *Vykorystannia prohramy MathCAD u vykladanni dystsypliny «Inzhenerna mekhanika»*. Zbirnyk naukovykh prats «Ahrarna osvita», Kamianets-Podilskyi, 158-161 (in Ukrainian)
  10. Devin, V. & Tkachuk, V. (2018). *Rozviazannia zadach kinematyky tochky z vykorystanniam systemy Mathcad*. *Aktualnyie nauchnyie issledovaniya v sovremennom mire*, no. 3(35), Part 2, 128-135 (in Ukrainian)