

Це – співнавчання, взаємонавчання (колективне, групове, навчання в співпраці), де учень і вчитель є рівноправними, рівнозначними суб'єктами навчання. Учитель-логопед є не просто організатором процесу навчання, а й безпосереднім активним учасником педагогічної взаємодії.

Інтерактивне навчання сприяє формуванню комунікативних навичок і вмінь дітей, розвитку їхнього мовлення, здатності дітей висловлювати власні думки, їхній соціалізації тощо.

Готовність учителів-логопедів до інноваційної педагогічної діяльності – особливий особистісний стан, який передбачає наявність у педагога мотиваційно-ціннісного ставлення до професійної діяльності, володіння ефективними способами і засобами досягнення педагогічних цілей, здатності до творчості і рефлексії.

Список використаних джерел:

1. Березіна О. М., Павловська Т. О. Мовні ігри та забави. Посібник. Тернопіль : Мальва-ОСО, 2002. 104 с.
2. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. Київ : Либідь, 1997. 376 с.
3. Дичківська І. М. Вправи у соціальній поведінці дітей за системою М. Монтесорі. Рівне, 1999. 57 с.
5. Дубасенюк О. А. Інноваційні освітні технології та методики в системі професійно-педагогічної підготовки. Професійна педагогічна освіта: інноваційні технології та методики : монографія / за ред. О. А. Дубасенюк. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2009. С. 14–47.
6. Кудряченко О. С. Логопедичні картки як засіб корекції порушень структури мовлення. Логопед. 2017. № 5. С. 7–11
7. Лепеха Л. П., Городиська М. Б. Логопедичні ігри в корекційній роботі з дітьми із загальним недорозвиненням мовлення. Львів-Дрогобич : Посвіт, 2014. 76 с
8. Мартинчук О. В. Концепція підготовки майбутніх фахівців у галузі спеціальної освіти до професійної діяльності в інклюзивному освітньому середовищі. Збірник наукових праць Хмельницького інституту соціальних технологій університету «Україна». 2018. № (1) 15. С. 49–53.
9. Марченко І. С. Особливості логопедичної роботи з дітьми дошкільного віку з тяжкими порушеннями мовлення. Логопедія. 2013. № 3. С. 52–56. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/logoped_2013_3_12/
10. Ярошинська О. О. Освітній простір вищого навчального закладу як континуум для проектування освітнього середовища професійної підготовки майбутніх фахівців. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. 2014. Вип. 35 (88). С. 558–567.

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ АЛГЕБРИ MATHCAD У ВИКЛАДАННІ ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-422-1-33>

Владлен ДЕВІН

кандидат технічних наук, доцент

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

e-mail: dvvkr.123@gmail.com

Василь ТКАЧУК

кандидат технічних наук, доцент

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

e-mail: twskmg@gmail.com

Василь БУРДЕГА

кандидат технічних наук, доцент

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

e-mail: burdega_vasil@ukr.net

Вступ. Підготовка інженера, в тому числі і фахівця аграрія на сучасному етапі, базується не тільки на засвоєнні основ загальнотехнічних дисциплін та вмінні застосовувати їх на практиці традиційним способом, а і вмінні застосовувати їх з використанням сучасних комп'ютерних технологій.

Практика викладання курсів «Теоретична механіка», «Механіка матеріалів і конструкцій», «Деталі машин» показує, що для досягнення хороших успіхів у засвоєнні знань, одержаних на заняттях, є можливим лише за умови, коли ці дві складові поєднуються.

При поєднанні цих складових спостерігається більша зацікавленість студентів у вивченні матеріалу, ніж на звичайних практичних чи лабораторних заняттях. Це зумовлено, в першу чергу, можливістю оперативного експерименту та творчого підходу при вирішенні тих інших конкретних завдань. На сьогоднішній день розроблена достатня кількість пакетів прикладних програм, які дозволяють швидко і ефективно виконувати потрібні обчислення, аналітичні перетворення, графічні побудови тощо, а тому є можливість приділити більше уваги постановці задачі, побудові математичної моделі та дослідженню розв'язків, що необхідно, на нашу думку, студентам інженерних спеціальностей. Для комп'ютерної підтримки вивчення загальнотехнічних дисциплін ми пропонуємо використовувати систему комп'ютерної алгебри MathCAD, правила користування якою вкрай прості, а можливості великі [1].

Універсальна математична система MathCAD (розроблена фірмою MathSoft Inc) визнана сьогодні в світі кращою для науково-технічних обчислень (скорочення CAD означає - Computer Aided Design, тобто проектування з використанням комп'ютера; Math - від слова Mathematic). MathCAD створювався для чисельного розв'язання математичних задач, він орієнтований на вирішення завдань саме прикладної, а не теоретичної математики, коли потрібно отримати результат без поглиблення в математичну суть завдання.

Головна приваблива особливість MathCAD – наочний та простий інтерфейс. Формули та дані вводяться як із клавіатури, так і за допомогою спеціальних панелей інструментів. Розв'язок розміщується в межах екранного меню програми MathCAD, рівняння та вирази відображаються на ньому графічно. Інтуїтивно зрозумілий редактор рівнянь працює в режимі відповідності (як на екрані, так і на папері). Запис математичних виразів проводиться в традиційному вигляді із застосуванням загальноприйнятих знаків, таких як корінь квадратний, знак дробу у вигляді горизонтальної риски, знак інтеграла, диференціала, суми тощо. Розв'язок записується у звичному алгебраїчному вигляді, дозволяючи студенту зосередитись на змісті завдання, а не на роботі з програмою. Корисна система MathCAD під час вирішення завдань освітнього призначення, оскільки дозволяє демонструвати процес побудови математичної моделі. Обчислення за формулами MathCAD виконуються одночасно з введенням. Змінні, формули, параметри можна змінювати, миттєво спостерігаючи зміни результату.

На час написання статті останньою версією є MathCAD Prime 9.0, але уживаними залишаються і попередні версії. Розробниками надається безкоштовна 30-денна версія продукту, але після закінчення цього терміну програма залишається роботоздатною з дещо обмеженою функціональністю.

Можливості MathCAD збільшуються за допомогою спеціалізованих пакетів розширень і бібліотек, які поповнюють систему додатковими функціями і константами для вирішення спеціалізованих задач:

Пакет для аналізу даних (Data Analysis Extension Pack). Це розширення забезпечує MathCAD необхідними інструментами для аналізу даних.

Пакет для обробки сигналів (Signal Processing Extension Pack). У даному пакеті міститься більше 70 вбудованих функцій для обробки сигналів, за допомогою яких можна здійснювати аналогову і цифрову обробку сигналів, проводити аналіз і представляти результати в графічному вигляді.

Пакет для обробки зображень (Image Processing Extension Pack). Це розширення забезпечує MathCAD необхідними інструментами для обробки зображень, аналізу і візуалізації.

Пакет для роботи з функціями хвильового перетворення (Wavelets Extension Pack). У даному пакеті містяться сімейства вейвлет-функцій, які можна додати в бібліотеку вбудованих функцій MathCAD Professional. Пакет надає можливість застосувати новий підхід до аналізу сигналів і зображень, статистичної оцінки сигналів, аналізу стиснення даних, а також спеціальних чисельних методів.

Бібліотека розширень для обробки цифрових сигналів (Digital Signal Processing Extension Library). Включає три пакети розширення: Wavelets Extension Pack, Image Processing Extension Pack, Signal Processing Extension Pack.

Пакет для виконання складних розрахунків і розв'язання задач оптимізації (Solving & Optimization Extension Pack, раніше – Expert Solver Extension Pack). Цей пакет надає можливості для складних інженерних, фінансових розрахунків в галузі виробництва, бізнесу, дослідження операцій. Інсталяція пакету розширення дає можливість скористатись понад 1000 константами, функціями і змінними; багатьма шаблонами стандартних задач. Пакет додає розширені процедури оптимізації, квадратичне програмування; можливість застосування квадратичного програмування у розв'язанні складних задач інженерії і фінансів; оптимізаційні процедури лінійного та нелінійного програмування; усунення деяких обмежень на використання констант і змінних у чисельних розрахунках і оптимізації.

Додаток має 3 електронних бібліотеки:

Електротехнічна бібліотека (Electrical Engineering Library). У цій бібліотеці містяться сотні стандартних обчислювальних процедур, формул і довідкових таблиць для вжитку в електротехніці. Текстові пояснення і приклади допоможуть отримати всю необхідну інформацію у будь-який момент. Кожен заголовок має гіперпосилання на зміст і покажчик, і його можна знайти в системі пошуку.

Бібліотека машинобудування (Mechanical Engineering Library). Бібліотека машинобудування включає застосування Roark's Formulas for Stress and Strain, обчислювальні процедури з довідника McGraw-Hill і метод кінцевих елементів. Наявні текстові пояснення, приклади і пошукова система для отримання потрібної інформації. У бібліотеці також є електронна книга, написана інженером і викладачем Девідом Пінтуром, «Вступ в метод кінцевих елементів».

Бібліотека будівництва (Civil Engineering Library). У бібліотеці будівництва є довідник Roark's Formulas for Stress and Strain, шаблони для будівельного проектування, що настроюються, приклади теплових розрахунків.

Особливо слід відзначити, що MathCAD є не тільки засобом для вирішення математичних завдань. Це, власне кажучи, потужна обчислювальна система, що дозволяє підготувати на найвищому поліграфічному рівні будь-які стосовні до науки й техніки матеріали: документацію, наукові звіти, книги та статті, дисертації, дипломні та курсові проекти тощо. В них одночасно можуть бути присутні тексти складного виду, будь-які математичні формули, графіки функцій та різні ілюстративні матеріали [2].

Проблема комп'ютерної підтримки загальнотехнічних дисциплін недостатньо розроблена і, на нашу думку, є актуальною. Інформатизація навчального процесу суттєво впливає на процес та результати навчання. Використання сучасних математичних пакетів, зокрема MathCad, суттєво збільшує інтенсивність пізнавальної діяльності студентів, удосконалює систему контролю знань, сприяє мотивації навчання.

Виклад основного матеріалу. Комп'ютерні технології в освітньому процесі технічних закладів вищої освіти застосовуються давно, різноманітно та нерівномірно. У загальнотехнічних дисциплінах комп'ютер, здебільшого використовується як текстовий редактор і як універсальний інтернет-довідник. Типові інженерні завдання, пов'язані з розрахунками, зазвичай вирішуються з допомогою калькулятора та довідників конструктора. Методи вирішення таких завдань створені за часів ручного рахунку та орієнтовані на найпростіший математичний апарат та невеликий обсяг обчислень. Рішення скільки-небудь серйозних завдань при навчанні складається з одноманітних та стомлюючих обчислень, затінює зміст і логіку завдань і призводять до численних помилок. Аудиторний час використовується вкрай неефективно, можна навіть сказати марнотратно.

Перспективним засобом підвищення ефективності освітнього процесу є застосування універсальних математичних комп'ютерних програм, що дозволяють швидко і безпомилково виконувати як завгодно складні та громіздкі інженерні розрахунки не програмісту та не математику. Одна з таких програм – MathCAD.

В курсах «Теоретична механіка» і «Механіка матеріалів і конструкцій» використання математичного пакету MathCAD дозволяє вирішити цілий ряд важливих навчальних завдань:

- розв'язання технічних задач різного роду складності з доведенням отриманого результату до числових значень та його аналізу шляхом цілеспрямованої зміни вхідних умов;
- перевірка теоретичних висновків шляхом чисельного розв'язання відповідних рівнянь;
- унаочнення результатів розв'язання задач засобами дво- та тривимірної графіки та багато іншого [3].

Практичну реалізацію ідеї використання системи комп'ютерної алгебри MathCAD в самостійній роботі студентів продемонструємо на прикладі теоретичної механіки і механіки матеріалів і конструкцій. Значну частину освітнього часу цих курсів складає самостійна робота студентів, яка передбачає, зокрема, в якості домашніх завдань розв'язування типових задач. З метою підвищення мотивації студентів до вивчення зазначених дисциплін нами було розроблено методичні рекомендації до самостійної роботи студентів за різними темами, що включають приклади розв'язування задач з використанням програми MathCAD та завдання для самостійного розв'язання як типових, так і оригінальних задач.

Передбачається, що викладач зі студентами на практичному занятті розв'язують запропоновані задачі аналітично та перевіряють і досліджують отриманий розв'язок засобами MathCAD.

При розв'язанні задач статички, наприклад, для знаходження реакцій у просторовій стержневій системі, що складається з абсолютно жорстких тіл і декількох стрижнів, з'єднаних шарнірно, потрібно скласти шість рівнянь рівноваги.

Розв'язання складеної системи рівнянь вручну потребує великих витрат часу і часто містить математичні помилки. Рішення системи рівнянь на комп'ютері гарантує правильність результату при правильному складанні рівнянь, і дозволяє викладачеві оцінювати лише знання з предмета, а не математичні здібності студента. Для наочної демонстрації можливостей системи комп'ютерної алгебри MathCAD для розв'язання завдань як традиційними, так і нетрадиційними методами, з поясненнями і алгоритмами реалізації, пропонуємо розглянути нижче наведені приклади. Першим розглянемо розв'язання задачі з теми «Рівновага тіла під дією просторової системи сил» [4].

Завдання. Дві однорідні прямокутні тонкі плити (рис. 1) жорстко з'єднані під прямим кутом одна до одної і закріплені сферичним шарніром у точці А циліндричним в точці В та невагомим стрижнем у точці D. Крім власної ваги кожної із плит P_1 і P_2 , на конструкцію у площині ху діє сила F та пара сил з моментом M. Всі розміри та діючі навантаження показані на рисунку.

Визначити: реакції в опорах А і В, та реакцію стрижня в точці D.

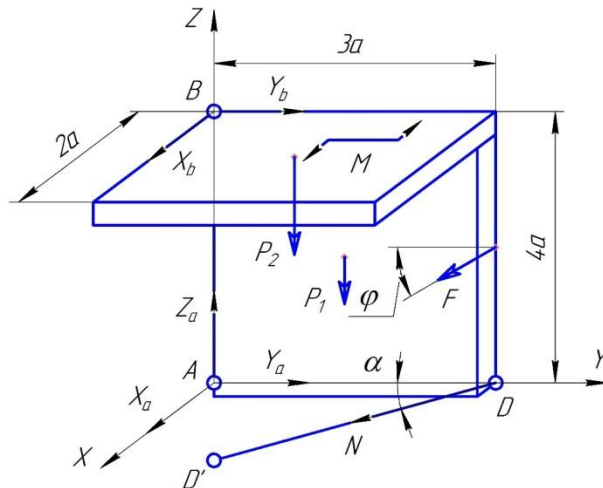


Рис. 1. Розрахункова схема просторової конструкції

1.1. Аналітичний метод визначення реакцій

Розглянемо рівновагу плит. На плити діють задані сили P_1 , P_2 , F та пара з моментом M, а також реакції в'язей. Реакцію сферичного шарніру А розкладемо на три складові X_a , Y_a , Z_a , циліндричного шарніра В (підшипника) на дві складові X_b , Y_b (у площині перпендикулярній до осі підшипника); реакцію N стрижня направляємо вздовж стрижня, припускаючи, що він розтягнутий.

Для визначення шести невідомих реакцій складаємо шість рівнянь рівноваги просторової системи сил, що діє на плити. При визначенні моментів сили F щодо осей розкладаємо її на складові F' і F'' , паралельні осям x і z ($F' = F \cdot \cos \alpha$, $F'' = F \cdot \sin \alpha$), так само чинимо і при визначенні моментів від реакції у стрижні N, а потім застосовуємо теорему Варіньйона [4]:

$$\begin{aligned} \sum X &= 0; \quad X_a + X_b + F \cdot \sin(\varphi) + N \cdot \sin(\alpha) = 0; \\ \sum Y &= 0; \quad Y_a + Y_b - F \cdot \cos(\varphi) - N \cdot \cos(\alpha) = 0; \\ \sum Z &= 0; \quad Z_a - P_1 - P_2 = 0; \\ \sum M_{x_a}(F) &= 0; \quad F \cdot \cos(\varphi) \cdot 2 \cdot a - P_1 \cdot 1,5 \cdot a - P_2 \cdot 1,5 \cdot a - Y_b \cdot 4 \cdot a = 0; \\ \sum M_{y_a}(F) &= 0; \quad F \cdot \sin(\varphi) \cdot 2 \cdot a + P_2 \cdot a + X_b \cdot 4 \cdot a = 0; \\ \sum M_{z_a}(F) &= 0; \quad -F \cdot \sin(\varphi) \cdot 3 \cdot a - N \cdot \sin(\alpha) \cdot 3 \cdot a + M = 0. \end{aligned}$$

Розв'язавши систему рівнянь рівноваги плити щодо невідомих, отримаємо:

$$\begin{aligned} X_a &:= \left(\frac{F}{2} \cdot \sin(\varphi) + \frac{P_2}{4} - \frac{M}{3 \cdot a} \right); \\ Y_b &:= \left(\frac{F}{2} \cdot \cos(\varphi) - \frac{3}{8} \cdot P_1 - \frac{3}{8} \cdot P_2 \right); \end{aligned}$$

$$X_b := \left(\frac{-F}{2} \cdot \sin(\varphi) - \frac{P_2}{4} \right);$$

$$Y_a := \left[\frac{F}{2} \cdot \cos(\varphi) + \frac{3}{8} \cdot (P_1 + P_2) + \frac{M}{3 \cdot \tan(\alpha)} - F \cdot \frac{\sin(\varphi)}{\tan(\alpha)} \right];$$

$$N := \frac{-3 \cdot F \cdot \sin(\varphi) \cdot a + M}{3 \cdot a \cdot \sin(\alpha)};$$

$$Z_a := P_1 + P_2.$$

Підставимо в аналітичні вирази кожної невідомої числові значення всіх заданих величин ($P_1=20\text{кН}$; $P_2=20\text{кН}$; $F=20\text{кН}$; $M=20\text{кН}\cdot\text{м}$; $a=1\text{м}$; $AD=3\text{м}$; $AB=4\text{м}$; $DC=2\text{м}$; $\alpha=60^\circ$; $\varphi=30^\circ$) і знайдемо шукані реакції.

Відповідь: $X_a=16,67\text{кН}$; $Y_a=14\text{кН}$; $Z_a=40\text{кН}$; $X_b=-10\text{кН}$; $Y_b=-6,3\text{кН}$; $N=-19,25\text{кН}$. Знак «-» показує, що ці реакції спрямовані протилежно.

1.2. Головний вектор та головний момент системи сил

Система MathCAD дозволяє визначити реакції без знаходження аналітичних виразів кожної невідомої, тобто вирішувати завдання чисельним методом. Крім того, система MathCAD відкриває можливості реалізації рішення з використанням векторної форми подання сил та моментів, що дозволяє значно полегшити процес складання рівнянь та їх вирішення. Для представлення сил, що діють на систему у векторній формі, достатньо задати їх у проекціях або виразити через напрямні косинуси [5]:

$$P_1v := P_1 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}; \quad P_2v := P_2 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}; \quad Fv := P_1 \cdot \begin{pmatrix} \sin(\varphi) \\ -\cos(\varphi) \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Координати точок прикладання сил, які діють на систему, також повинні бути представлені у векторній формі. Для цього випадку:

$$rp_1 := a \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1,5 \\ 2 \end{pmatrix}; \quad rp_2 := a \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1,5 \\ 4 \end{pmatrix}; \quad rf := a \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}.$$

Виразивши момент сили, як векторний добуток радіус-вектора точки прикладання сили на вектор сили, і використовуючи MathCAD, можна визначити і вивести результати розрахунку моменту відразу в проекціях на осі координат. У нашому випадку, подання моментів сил у векторній формі та виведення результатів їх розрахунку у проекціях, матиме такий вигляд:

$$Mp_1 := rp_1 \cdot P_1v; \quad Mp_2 := rp_2 \cdot P_2v; \quad Mf := rf \cdot Fv.$$

$$Mp_1 = \begin{pmatrix} -30 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}; \quad Mp_2 = \begin{pmatrix} -30 \\ 20 \\ 0 \end{pmatrix}; \quad Mpf = \begin{pmatrix} -34,641 \\ 20 \\ -30 \end{pmatrix}.$$

Прикладена до плити 1 пара сил із моментом M , також може бути представлена у векторній формі:

$$Mv := M \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Таким чином, використовуючи векторну форму, можна безпосередньо визначити як головний вектор системи:

$$Rv := P_1v + P_2v + Fv; \quad Rv = \begin{pmatrix} 10 \\ -17,321 \\ -40 \end{pmatrix}.$$

так і головний момент, не вдаючись до додаткових обчислень:

$$M_o := Mp_1 + Mp_2 + Mf + Mv; \quad M_o = \begin{pmatrix} -25,359 \\ 40 \\ -50 \end{pmatrix}.$$

1.3. Визначення реакцій просторової системи сил з використанням векторної форми та чисельних методів

Для визначення невідомих реакцій складаємо, як і за аналітичного методу шість рівнянь рівноваги, але з використанням векторної форми, ці рівняння будуть у вигляді:

$$\begin{aligned} \sum X &= 0; \quad X_a + X_b + Fv_0 + P_1v_0 + P_2v_0 + N \cdot \sin(\alpha) = 0; \\ \sum Y &= 0; \quad Y_a + Y_b + Fv_1 + P_1v_1 + P_2v_1 - N \cdot \cos(\alpha) = 0; \\ \sum Z &= 0; \quad Z_a + Fv_2 + P_1v_2 + P_2v_2 = 0; \\ \sum M_{xa}(F) &= 0; \quad Mv_0 + Mp_{10} + Mp_{20} + Mf_0 - Y_b \cdot 4 \cdot a = 0; \\ \sum M_{ya}(F) &= 0; \quad Mv_1 + Mp_{11} + Mp_{21} + Mf_1 - Y_b \cdot 4 \cdot a = 0; \\ \sum M_{za}(F) &= 0; \quad Mv_2 + Mp_{12} + Mp_{22} + Mf_2 - Y_b \cdot 3 \cdot a \cdot \sin(\alpha) = 0. \end{aligned}$$

З використанням проекцій головного вектора та головного моменту рівняння рівноваги стануть ще простіші. Слід підкреслити, що вектор з індексом 0, 1 або 2 представляє в системі MathCAD проекції цього вектора відповідно на осі: x, y або z.

$$\begin{aligned} \sum X &= 0; \quad Rv_0 + X_a + X_b + N \cdot \sin(\alpha) = 0; \\ \sum Y &= 0; \quad Rv_1 + Y_a + Y_b - N \cdot \cos(\alpha) = 0; \\ \sum Z &= 0; \quad Rv_2 + Z_a = 0; \\ \sum M_{xa}(F) &= 0; \quad Mo_0 - Y_b \cdot 4 \cdot a = 0; \\ \sum M_{ya}(F) &= 0; \quad Mo_1 + X_b \cdot 4 \cdot a = 0; \\ \sum M_{za}(F) &= 0; \quad Mo_2 - N \cdot 3 \cdot a \cdot \sin(\alpha) = 0. \end{aligned}$$

Для визначення реакцій, без безпосереднього знаходження аналітичних залежностей цих невідомих, скористаємося чисельним методом розв'язання системи рівнянь у системі MathCAD з використанням обчислювального блоку Given...Find [5]. При цьому необхідно задати початкові наближення невідомим і надати знайдені чисельним методом значення реакцій відповідним змінним. Приклад використання чисельного методу та системи MathCAD показаний нижче.

Алгоритм розрахунку реакцій просторової системи сил з використанням векторної форми та системи MathCAD

Задамо початкове наближення невідомим:

$$X_b := 1; \quad Y_b := 1; \quad N := 1; \quad X_a := 1; \quad Y_a := 1; \quad Z_a := 1.$$

$$\text{Given} \quad \sum X = 0; \quad Rv_0 + X_a + X_b + N \cdot \sin(\alpha) = 0;$$

$$\sum Y = 0; \quad Rv_1 + Y_a + Y_b - N \cdot \cos(\alpha) = 0;$$

$$\sum Z = 0; \quad Rv_2 + Z_a = 0;$$

$$\sum M_{xa}(F) = 0; \quad Mo_0 - Y_b \cdot 4 \cdot a = 0;$$

$$\sum M_{ya}(F) = 0; \quad Mo_1 + X_b \cdot 4 \cdot a = 0;$$

$$\sum M_{za}(F) = 0; \quad Mo_2 - N \cdot 3 \cdot a \cdot \sin(\alpha) = 0.$$

$$\begin{pmatrix} X_a \\ Y_a \\ X_b \\ Y_b \\ Z_a \\ N \end{pmatrix} := \text{Find}(X_a, Y_a, X_b, Y_b, Z_a, N); \quad \begin{pmatrix} X_a \\ Y_a \\ X_b \\ Y_b \\ Z_a \\ N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 16,667 \\ 14,038 \\ -10 \\ -6,34 \\ 40 \\ -19,245 \end{pmatrix}.$$

Правильність розв'язку легко встановити перевіркою, сума моментів усіх сил, наприклад, щодо осі z, що проходить через точку С, повинна дорівнювати нулю.

$$\text{Перевірка: } \sum M_{zc}(F) = 0; \quad X_a \cdot 3 \cdot a + X_b \cdot 3 \cdot a + M = -7,105 \times 10^{-15}.$$

Момент близький до нуля, отже, рішення правильне.

Після проведеного дослідження можна зробити висновок про те, що використання векторної форми подання сил і моментів при вирішенні завдань просторової статки дозволяє значно полегшити процес складання рівнянь та їх вирішення.

Наведемо ще один приклад розв'язку задачі з дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» на тему «Розтяг-стиск ступеневого бруса».

Механіка матеріалів і конструкцій є однією з основних дисциплін, що формують інженерне мислення. В процесі вивчення даної дисципліни студенти вперше стикаються з реальними інженерними розрахунками і елементами проектування деталей машин і конструкцій. Велике значення в процесі вивчення дисципліни має організація проведення практичних занять, виконання студентами самостійних розрахункових завдань, проведення поточного контролю засвоєння матеріалу. Для задач дисципліни характерним є використання відносно складного математичного апарату і досить великий обсяг розрахунків, що не дозволяє вирішувати велику кількість завдань під час занять, вимагає від студентів великих витрат часу на самостійне вивчення прикладів розв'язання задач і виконання громіздких розрахунків. Використання пакета MathCAD дозволить істотно спростити ряд етапів вирішення завдань, дозволить переключити більше уваги з математичних розрахунків на сутність даних явищ, скоротити витрати часу на вирішення завдань, що дозволить на заняттях розв'язати значно більшу їх кількість, дозволить студентам використовувати свій час найбільш раціонально під час самостійного вивчення матеріалу дисципліни. Однією з перших і важливих для подальшого вивчення дисципліни тем є розрахунки на міцність і жорсткість при розтяганні й стисканні ступеневого бруса [6].

Практичне заняття по даній темі спрямоване на засвоєння принципів побудови розрахункової схеми ступеневого бруса, навантаженого декількома поздовжніми силами, які діють у протилежних напрямках і розподіленим навантаженням, а також на надбання навичок розрахунків внутрішніх силових факторів, таких як внутрішні сили, напруження і деформації на окремих ділянках бруса та побудові епюр.

Для розв'язання цієї задачі необхідно виконати такі етапи:

- поділити брус на ділянки;
- побудувати епюру поздовжніх сил, вираз для розрахунку поздовжнього навантаження буде в MathCAD мати такий вигляд:

$$N(x) = \sum_{i=1}^{\text{rows}(F_x)} [F_{Xi} \cdot (x > X_{FXi})] + \int_0^x q(x) dx.$$

- побудувати епюру нормальних напружень, розрахунок напружень можна проводити безпосередньо за формулою:

$$\sigma(x) = \frac{N(x)}{A(x)},$$

де $N(x)$ – значення поздовжньої сили в точці з координатою x ;

$A(x)$ – площа поперечного перерізу в точці з координатою x .

- побудувати епюру переміщень, вираз для розрахунку переміщень в MathCAD матиме вигляд:

$$\delta(x) = \int_x^{L_k} \frac{N(x)}{E \cdot A(x)} dx,$$

де L_k – координата перерізу, який приймається за нерухомий.

- визначити величину зміни довжини бруса;

- визначити коефіцієнт запасу міцності;
- перевірити міцність бруса;
- зробити висновки.

Для прикладу, на рис. 2 наведено розрахункову схему бруса, епюри поздовжніх сил, нормальних напружень і переміщень розрахованих і побудованих за допомогою системи комп'ютерної алгебри MathCAD. Запропонований підхід до вивчення дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» з використанням пакету MathCAD 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. Можливість перевірити за допомогою MathCAD правильність самостійно отриманого «класичного» вирішення тієї чи іншої задачі робить процес засвоєння матеріалу цікавим, мотивованим, активним. Зростає «самостійна складова» в процесі навчання, підвищується ефективність роботи студента у поза аудиторний час.

Висновки. Вибираючи математичний пакет серед усієї різноманітності систем комп'ютерної алгебри, слід враховувати кілька факторів:

- потреби для яких необхідна система комп'ютерної алгебри (для наукових досліджень чи для супроводу освітнього процесу).
- вартість, якщо система є комерційною.
- вибір системи комп'ютерної алгебри залежить від задач, які необхідно розв'язувати (наприклад, чисельно чи аналітично, які можливості використання системи тощо).

Пакет MathCAD популярний як в інженерному, так і в науковому середовищах. Його особливістю є використання звичних стандартних математичних позначень, тобто документ на екрані виглядає як звичайний математичний розрахунок. Для користування пакетом не потрібно вивчати будь-яку систему команд, як, наприклад, у пакетах MathLAB, Mathematica чи Maple, тобто MathCAD є середовищем візуального програмування. Простота засвоєння пакета, дружній інтерфейс стали головними причинами того, що саме його обирають для навчання студентів числовим методом.

Інформатика цікавить інженера насамперед як засіб для розв'язання інженерних завдань. У процесі навчання студенти інженерних спеціальностей витрачають багато часу і енергії на виконання рутинних розрахунків та графічну побудову різного типу епюр. Зокрема, на алгоритмічну та програмну реалізацію математичних моделей на одній із мов програмування, на процеси запису та відлагодження програм. Це істотно зменшує час для інженерної та наукової творчості. Пакет MathCAD дає можливість якісно змінити таку пропорцію, швидко та якісно розв'язувати поставлені інженерні завдання. Використання новітніх інформаційних технологій у процесі вивчення загальнотехнічних дисциплін впливає як на зміст так і на методику освітнього процесу, надає можливість посилити мотивацію навчання. Використання комп'ютерної техніки і відповідного програмного забезпечення створює умови щодо збільшення обсягу самостійної та індивідуальної роботи над навчальним матеріалом. Однак, слід зауважити, що застосування систем комп'ютерної алгебри тими, хто не має достатніх знань у вирішенні математичних завдань, у крайню небажано, оскільки може привести до барвисто представлених, але невірних і, навіть, абсурдних результатів. З одного боку, комп'ютери полегшують процес розрахунків, з іншого - надмірне захоплення комп'ютерами, невміле їх застосування може стати джерелом втрати пізнавальних інтересів, лінощів мислення та інших небажаних наслідків.

Список використаних джерел:

1. URL: <https://mathcad.com.ua> (дата звернення: 11.04.2024).
2. Кундрат А.М., Кундрат М.М. Науково-технічні обчислення засобами MathCAD та MS Excel. Навч. посібник. Рівне: НУВГП. 2014. 252 с.
3. Дзись В.Г., Левчук О.В., Дячинська О.М. Прикладна математика на основі MathCAD : навч. посіб. Вінниця : ВНАУ, 2020. 378 с.
4. Булгаков В.М., Литвинов О.І., Войтюк Д.Г. Інженерна механіка. (Частина 1. Теоретична механіка). Вінниця: Нова книга, 2006. 504 с.
5. MathCAD в інженерних розрахунках. Частина 1. Методичні вказівки для студентів інженерних спеціальностей /Укл. В.В. Гавриленко, К.С. Величко, К.М. Алксєєнко. Київ: НТУ, 2002. 127 с.
6. Девін В. В., Ткачук В. С. Використання програми MathCAD у викладанні дисципліни «Інженерна механіка». Збірник наукових праць «Аграрна освіта». 2015. С. 158-161.

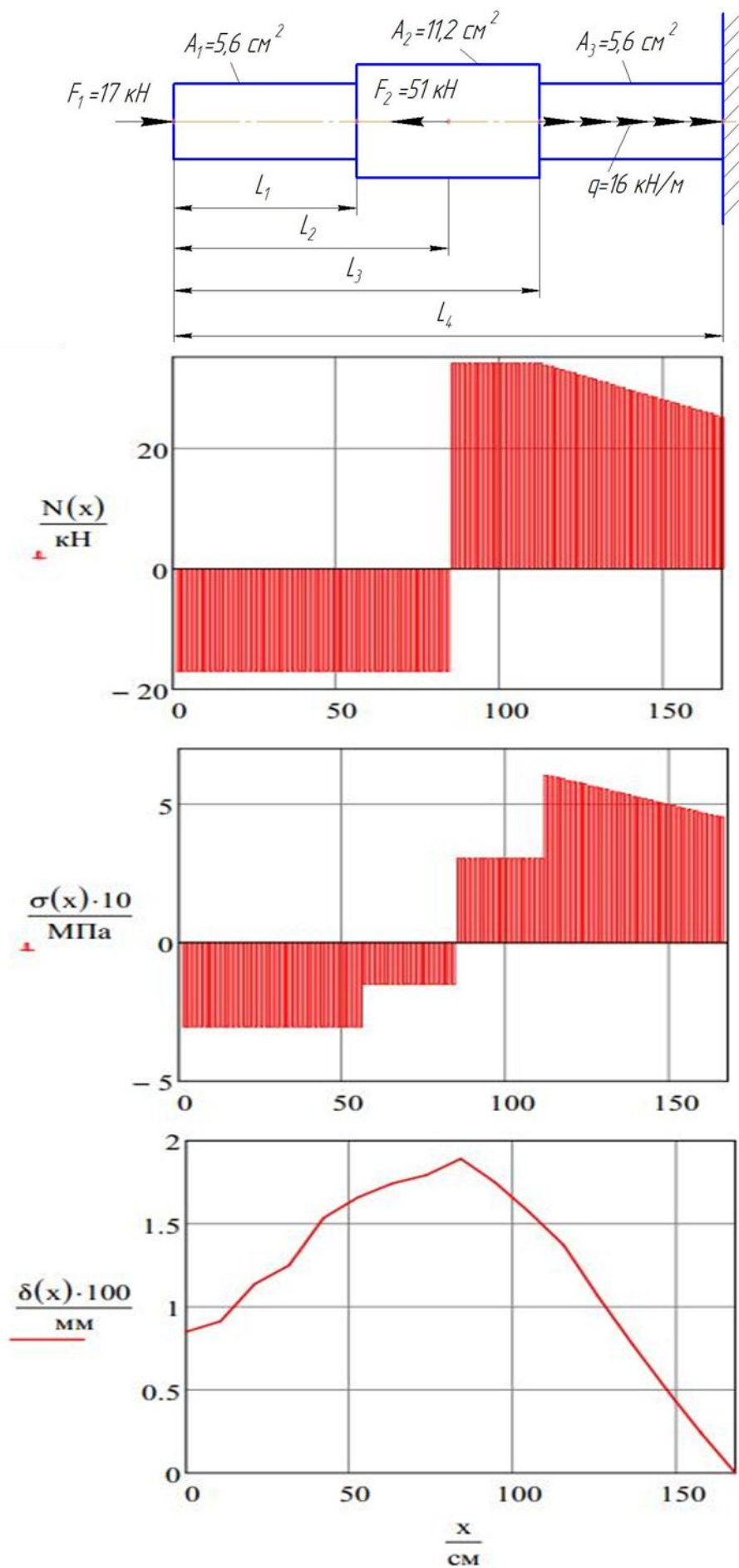


Рис. 2. Розрахункова схема бруса з епюрами