

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Квітка Т.В. Міждисциплінарна інтеграція при вивченні диференціальних рівнянь здобувачами вищої освіти електричних напрямів підготовки. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 2(16). С. 51-57.

Kvitka T. Interdisciplinary Integration For Differential Equations Studyby Electrical Engineering Students. Physical and Mathematical Education. 2018. Issue 2(16). P. 51-57.

УДК 378.147.227+31

Т.В. Квітка

ДВНЗ «ДОННУЕТ ім. Михайла Туган-Барановського», Україна
kvitka@donnuet.edu.ua

DOI 10.31110/2413-1571-2018-016-2-010

МІЖДИСЦИПЛІНАРНА ІНТЕГРАЦІЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ЗДОБУВАЧАМИ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАПРЯМІВ ПІДГОТОВКИ

Анотація. Сучасні методи господарювання вимагають від фахівців уміння знаходити оптимальні рішення за обмежений термін часу в умовах, що змінюються. Зрозуміло, що вирішальну роль в умінні розв'язувати такі завдання має навчання в вищому навчальному закладі, де закладаються відповідні фундаментальні і фахові знання. Разом з цим, спостерігається тенденція зменшення уваги для здобувачів вищої освіти електричних напрямів підготовки на оволодіння вищою математикою як фундаментальною дисципліною. Більш того, недостатньо реалізуються принципи системного підходу, згідно якого при оволодінні фаховими знаннями повинні в повній мірі застосовуватися знання фундаментальних дисциплін за допомогою сучасних комп'ютерних технологій і відповідних комплексів математичних програм. Як один із можливих шляхів подолання цих труднощів, пропонується модель міждисциплінарної інтеграції при вивченні диференціальних рівнянь здобувачами вищої освіти електричних напрямів підготовки. Згідно цієї моделі вивчення фахової дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» повинно активно спиратися на знання відповідних розділів вищої математики, зокрема курсу «Диференціальні рівняння». Більш того, обґрунтовується необхідність вивчення розділу «Операційне числення», який дозволяє не тільки спростити оволодіння фаховою дисципліною «Теоретичні основи електротехніки», але й збільшити при цьому ефективність застосування сучасних комп'ютерних технологій, зокрема, математичного пакету Mathcad. Підкреслена важливість застосування перетворень Лапласа при розв'язанні диференціальних рівнянь за допомогою математичного пакету Mathcad, що дозволяє уникнути громіздких обчислень, які вимагають значних витрат часу. Також підкреслюється можливість наочного зображення розв'язків диференціальних рівнянь за допомогою графіків у математичному пакеті Mathcad, що відкриває ще один канал зручного сприйняття інформації, який спрощує вивчення фахової дисципліни «Теоретичні основи електротехніки». На основі розробленої моделі запропоновано методичний підхід, який дозволяє не тільки поповнити здобувачами вищої освіти електричних напрямів підготовки знання по відповідним розділам вищої математики, але в режимі діалогу з комп'ютером, користуючись математичним пакетом Mathcad, виконувати типові розрахунки у вигляді прикладних задач при вивченні фахової дисципліни «Теоретичні основи електротехніки».

Ключові слова: модель, інтеграція, диференціальні рівняння, операційне числення, перетворення Лапласа комп'ютерні технології, математичні пакети, наочні зображення.

Постановка проблеми. Процеси гуманізації та гуманітаризації освіти загалом, і вищої зокрема іноді призводять до легковажного і поверхневого ставлення до фундаментальних дисциплін, у тому числі і вищої математики. З іншого боку для технічних спеціальностей фундаментальна підготовка, зокрема і математична, є базисом для вивчення спеціальних дисциплін. Постійне скорочення годин на фундаментальну підготовку призводить до вихолощування її змісту, що негативно впливає на її якість. Намагаємось показати можливості якісної комплексної підготовки студентів з вищої математики, з урахуванням міждисциплінарної інтеграції та застосування відповідних програмних засобів.

Аналіз актуальних досліджень. На різних етапах розвитку педагогічної науки вчені В. Бензпалько, З. Тюмасева вбачали значення міждисциплінарних зв'язків у формуванні системи знань, А. Леонтьєв, І. Зимня у формуванні наукового світогляду як інтегрального особистісного утворення, П. Атутов в оволодінні загальними методами пізнання, А. Усова у розвитку діалектичного мислення, О. Глухова як засобу самоосвіти студентів. Дещо менше досліджень присвячені реалізації міждисциплінарних зв'язків вищої математики з іншими дисциплінами в технічному вищому навчальному закладі. В роботах Г. Бокарева, А. Головенко розглядаються загально дидактичні аспекти професійної підготовки студентів технічних закладів вищої освіти, Н. Чхаїдзе, Р. Ісаєва вбачають реалізацію міждисциплінарних зв'язків в оптимальній

системі прикладних задач, вправ та системі лабораторних робіт, Т. Спічак пропонує реалізацію міждисциплінарних зв'язків через поєднання кредитно-модульної та комп'ютерно-орієнтованої технології навчання. На методичному рівні проблему міждисциплінарних зв'язків математики досліджували В. Бевз, В. Берман, М. Бурда, О. Дубінчук, М. Жалдак, З. Слєпкань, М. Тесленко, Ю. Триус.

Мета статті. Запропонувати модель міждисциплінарної інтеграції вищої математики як фундаментальної дисципліни і фахової дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» при вивченні диференціальних рівнянь для якісної підготовки здобувачів вищої освіти електричних напрямів підготовки на базі сучасних комп'ютерних технологій з використанням математичного пакету Mathcad.

Методи. В процесі дослідження були застосовані методи теорії контекстного навчання, яке дозволяє інтегрувати фундаментальне і фахове навчання.

Виклад основного матеріалу. Сучасна освітня парадигма потребує від викладача закладу вищої освіти створювати такі дидактичні умови вивчення дисципліни, які б мотивували здобувача вищої освіти (зво), спонукали до активної самостійної роботи та самоосвітньої діяльності, що в подальшому позитивно вплинуло б на його здатність до розв'язування інженерних задач.

В теорії контекстного навчання А.А.Вербицький відзначає, що моделювання предметного і соціального контекстів майбутньої професійної діяльності студента в формах його пізнавальної діяльності надає навчанню особистісний зміст, породжує зацікавленість до професійного змісту освіти[2, с.45]. Але не слід розглядати роботу в аудиторії, як копію професійної діяльності. Потрібно використовувати інформаційні знакові моделі і форми навчальної діяльності, що матимуть відповідний професійний контекст. Згідно теорії контекстного навчання потрібно створювати психологічні, педагогічні і методичні умови трансформації навчальної діяльності в професійну з поступовою зміною потреб і мотивів, цілей, дій, засобів, предмета та результатів студента. Послідовне моделювання у формах навчальної діяльності студентів професійної діяльності фахівця з боку предметно-технологічної та соціальної складової дозволяє оволодівати не тільки основами наукових знань, а і вносити професійне забарвлення. Таким чином головним є не передача інформації, а розвиток з опорою на неї здібностей студентів компетентно виконувати професійні функції, розв'язувати проблеми і задачі, цілісно оволодівати професією. Створюються умови для власного цілепокладання, для руху діяльності від минулого через теперішнє до майбутнього. Через систему навчальних проблем, проблемних ситуацій та задач міждисциплінарного змісту, засвоюються елементи професійної діяльності, а зміст освіти із статичного перетворюється на такий, що динамічно розвивається. Розв'язуючи і аналізуючи проблемні ситуації, професійно-подібні ситуації індивідуально і в групах студенти розвиваються як фахівці і члени суспільства.

В повному обсязі принципи контекстного навчання доцільно застосовувати при вивченні спеціальних дисциплін. При вивченні фундаментальних дисциплін природно використовувати елементи контекстного навчання задля мотивації, оскільки фундаментальні дисципліни, зокрема «Вища математика», для майбутніх інженерів є інструментом для вивчення спеціальних дисциплін. А саме створювати проблемні ситуації, спираючись на знання, що мають здобувачі вищої освіти з загального курсу фізики, поточні знання з вищої математики та її спеціальних розділів, демонструвати задачі міждисциплінарного змісту, що доступні для розуміння на поточному етапі вивчення спецдисциплін.

В курсі «Вищої математики» для зво електричних напрямів підготовки досить важливе місце займає розділ «Диференціальні рівняння», це обумовлено широким застосуванням диференціальних рівнянь у спецпредметах, зокрема, «Теоретичних основах електротехніки», де вивчаються перехідні процеси. Вивчення перехідних процесів в електричних колах – задача, яка має велике прикладне значення. У курсі «Теоретичні основи електротехніки» до вивчення перехідних процесів застосовують класичний та операторний методи. Обидва ці методи ґрунтуються на розв'язуванні диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. Таким чином для фахової підготовки інженерів-електриків є вкрай важливим вивчення таких розділів вищої математики, як «Диференціальні рівняння» та «Операційне числення».

В курсі вищої математики було об'єднано вивчення цих розділів у вигляді окремих модулів у одному семестрі, що забезпечило послідовність вивчення та можливість подальшого застосування набутих компетенцій при вивченні перехідних процесів у курсі «ТОЕ», при мінімальних витратах часу на повторення. Згідно системного підходу при підготовці здобувачів вищої освіти електричних напрямів підготовки природно застосувати послідовне вивчення відповідних розділів вищої математики.

Для цього вивчення даного розділу доцільно розбити на три етапи:

- диференціальні рівняння (ознайомлення з основними поняттями диференціальних рівнянь та класичними способами їх розв'язування);
- операційне числення (вивчення перетворення Лапласа і його властивостей, розв'язування диференціальних рівнянь операторним методом та за допомогою математичного пакету Mathcad);
- застосування до розв'язування прикладних задач, зокрема з використанням математичного пакету Mathcad (рис.1).

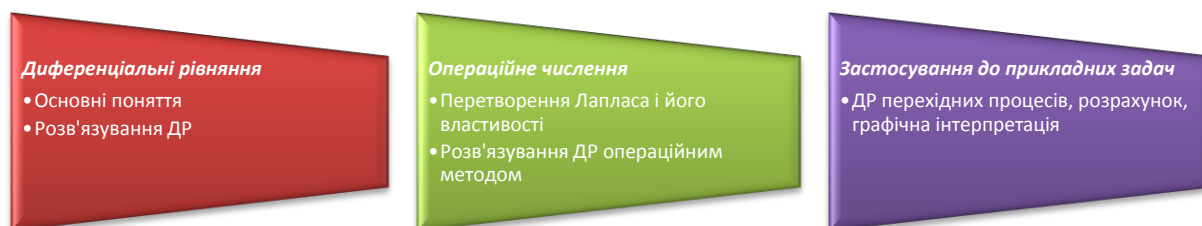


Рис. 1. Етапи вивчення розділу «Диференціальні рівняння»

Згідно послідовності етапів вивчення розділу «Диференціальні рівняння» пропонуємо наступну модель, що включає три підходи до розв’язування диференціальних рівнянь: класичний, операторний та за допомогою математичного пакету *Mathcad* (рис.2). Класичний підхід дає розуміння поняття диференціального рівняння, способів розв’язування диференціальних рівнянь, але разом з цим призводить до громіздких обчислень. Тоді на допомогу приходить операційний метод, який дозволяє диференціальне рівняння за допомогою перетворення Лапласа перевести у алгебраїчне і досить просто, скориставшись зворотнім перетворенням Лапласа, отримати його розв’язок. Але цей метод, у свою чергу, вимагає знань властивостей перетворення Лапласа та вміння застосовувати теореми операційного числення. В свою чергу операційний метод, залежно від поставленої задачі, може призводити до потреби розв’язувати СЛАР, що містить досить велику кількість рівнянь (від п’яти і більше) і тягне за собою досить суттєві витрати часу. Ці труднощі можна подолати використовуючи математичний пакет *Mathcad*, який дає змогу досить швидкого розрахунку потрібних коефіцієнтів та знаходження оригіналів розв’язку.

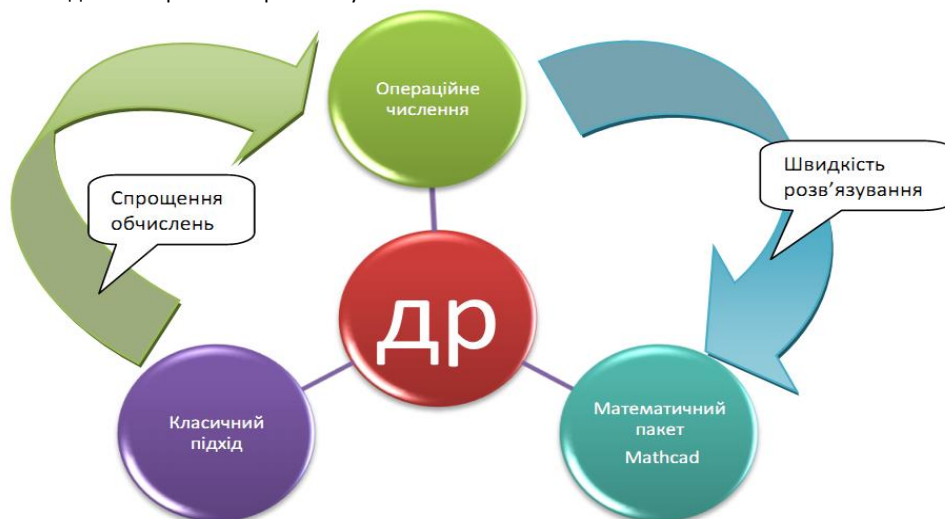


Рис. 2. Модель вивчення розділу «Диференціальні рівняння»

Запропонована модель вивчення розділу «Диференціальні рівняння» відкриває шлях до організації самоосвітньої діяльності здобувачів вищої освіти: по-перше – вивчення класичного підходу при розв’язуванні лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь, опрацювання прикладів, по-друге – вивчення операційного числення, застосування властивостей перетворення Лапласа, побудова операторного рівняння, що потребує значних аналітичних зусиль та постійної самоорганізації, прагнення до самовдосконалення; по-третє – вивчення і відпрацювання функцій математичного пакету *Mathcad* потребує самостійної навчальної діяльності поза аудиторією в силу різного сприйняття та навичок роботи з комп’ютером, що також вимагає самомотивації, самоактуалізації і самоорганізації, що призводить до самовдосконалення.

Викладач в процесі вивчення здобувачами вищої освіти розділу «Диференціальні рівняння», за запропонованою моделлю, виступає як порадник. На лекції розставляє «маяки» для управління процесом самостійної навчальної діяльності і самоосвітньої діяльності, мотивуючи зов до вивчення досить складної теми демонструючи застосування операційного числення під час вивчення перехідних процесів в електричних колах; показавши спосіб складання операторного рівняння та різні підходи до його розв’язування. З метою детальнішого опанування навчальної інформації зов отримують завдання для самостійної роботи та типові розрахунки для індивідуального виконання та подальшого захисту. Дидактичною підтримкою для вивчення запропонованого матеріалу є навчальні посібники, довідкові матеріали та методичні рекомендації розроблені викладачем.

Далі доцільно розглянути конкретні приклади застосування моделі вивчення розділу «Диференціальні рівняння».

Класичний підхід природно розглянути на прикладі розв’язування лінійного неоднорідного диференціального рівняння II порядку зі сталими коефіцієнтами.

Приклад 1. Знайти загальний розв’язок диференціального рівняння

$$y'' + y' - 2y = x - 1$$

Розв’язання: Як відомо із теорії диференціальних рівнянь, загальний розв’язок лінійного неоднорідного диференціального рівняння складається із суми загального розв’язку лінійного однорідного диференціального рівняння

$$y'' + y' - 2y = 0$$

і частинного розв’язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння.

Спочатку знаходимо загальний розв’язок лінійного однорідного диференціального рівняння.

Для цього складаємо характеристичне рівняння

$$k^2 + k - 2 = 0$$

Коренями цього рівняння є $k_1 = 1$, $k_2 = -2$. Оскільки корені рівняння дійсні і різні, то розв’язок має вигляд

$$y_0 = C_1 e^x + C_2 e^{-2x},$$

де C_1, C_2 – довільні сталі.

Далі знаходимо частинний розв’язок лінійного неоднорідного диференціального рівняння. Згідно структури правої частини цього рівняння частинний розв’язок знаходиться у вигляді

$$Y = Ax + B,$$

де A, B – невідомі числа.

Для знаходження цих чисел підставляємо цей розв'язок в диференціальне рівняння. Спочатку знаходимо похідні

$$Y' = A, \quad Y'' = 0.$$

В результаті маємо

$$0 + A - 2(Ax + B) = x - 1.$$

Згідно методу невизначених коефіцієнтів маємо

$$-2A = 1, \quad A - 2B = -1.$$

Таким чином,

$$A = -\frac{1}{2}, \quad B = \frac{1}{4}.$$

В результаті, загальний розв'язок лінійного неоднорідного диференціального рівняння має вигляд

$$y = C_1 e^x + C_2 e^{-2x} + \frac{1}{4}(1 - 2x).$$

Операційний метод доцільно розглянути на прикладі розв'язання задачі Коші для лінійного диференціального рівняння II порядку.

Приклад 2. Знайти розв'язок лінійного диференціального рівняння:

$$x'' - x' - 6x = 2, \quad x_0(0) = 1; \quad x'_0(0) = 0$$

Розв'язання: Операторне рівняння матиме вигляд:

$$\bar{x}(p)(p^2 - p - 6) = 1(p - 1) + 0 \cdot 1 + \frac{2}{p}$$

$$\bar{x}(p)(p^2 - p - 6) = p - 1 + \frac{2}{p}$$

$$\bar{x}(p)(p^2 - p - 6) = \frac{p^2 - p + 2}{p}$$

Зображення розв'язку:

$$\bar{x}(p) = \frac{p^2 - p + 2}{p(p^2 - p - 6)}$$

Для знаходження оригіналу $x(t)$ потрібно скористатись зворотнім перетворенням Лапласа. Але простіше розкласти зображення на прості дроби і знайти оригінали по таблиці, використавши лінійність перетворень Лапласа. Спочатку розкладемо знаменник на множники:

$$\bar{x}(p) = \frac{p^2 - p + 2}{p(p + 2)(p - 3)}$$

Дріб у правій частині розкладемо на прості дроби і застосуємо метод невизначених коефіцієнтів (при складанні системи отримали б систему з трьох рівнянь):

$$\frac{p^2 - p + 2}{p(p + 2)(p - 3)} = \frac{A}{p} + \frac{B}{p + 2} + \frac{C}{p - 3} = \frac{A(p + 2)(p - 3) + Bp(p - 3) + Cp(p + 2)}{p(p + 2)(p - 3)}$$

$$\left[\begin{array}{l} p^2 - p + 2 = A(p + 2)(p - 3) + Bp(p - 3) + Cp(p + 2) \\ p = 0: \quad 2 = -6A \\ \quad \quad \quad A = -\frac{1}{3} \\ p = -2: \quad 8 = 10B \\ \quad \quad \quad B = \frac{8}{10} \\ p = 3: \quad 8 = 15C \\ \quad \quad \quad C = \frac{8}{15} \end{array} \right]$$

Після знаходження коефіцієнтів, зображення розв'язку матиме вигляд:

$$\bar{x}(p) = -\frac{1}{3} + \frac{8}{10} \frac{1}{p + 2} + \frac{8}{15} \frac{1}{p - 3}$$

Згідно властивостей зображень, таблиці оригіналів та зображень розв'язок диференціального рівняння приймає вигляд

$$x(t) = -\frac{1}{3} + \frac{8}{10} e^{-2t} + \frac{8}{15} e^{3t}.$$

Запропоновані приклади є формальними і не містять міждисциплінарного забарвлення. Для демонстрації важливості вивчення диференціальних рівнянь здобувачами вищої освіти електричних напрямів підготовки доцільно привести приклади з досліджень перехідних процесів при вивченні «Теоретичних основ електротехніки»,

Приклад 3. Нехай до електричного кола, в яке послідовно включені самоіндукція L , опір R , ємність C з початковим струмом $i(0)=0$ і зарядом $Q(0)=0$, прикладена електрорушійна сила $e(t)$. Потрібно визначити зміну струму в електричному колі.

Розв'язання: Диференціальне рівняння для такого кола буде:

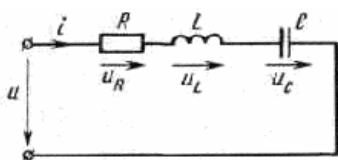


Рис. 3. Схема RLC кола

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{Q}{C} = e(t).$$

Оскільки

$$\frac{dQ}{dt} = i, \quad Q(0) = 0, \quad Q = \int_0^t i dt.$$

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int_0^t i dt = e(t).$$

Нехай $i(t) \doteq I(p), e(t) \doteq E(p)$, тоді рівняння кола в операторному вигляді:

$$LpI(p) + RI(p) + \frac{1}{Cp}I(p) = E(p).$$

З останнього рівняння отримаємо $I(p): I(p) = \frac{E(p)}{R + Lp + \frac{1}{Cp}}$.

Позначимо

$$Z(p) = R + Lp + \frac{1}{Cp}$$

$Z(p)$ – операторний опір контура.

Тоді формулу для $I(p)$ можна переписати у вигляді, який називають операторною формулою закону Ома

$$I(p) = \frac{E(p)}{Z(p)}.$$

Дана задача подана у загальному вигляді і дає поняття про запис закону Ома в операторному вигляді. Більш детально розглянути застосування диференціальних рівнянь і операторного методу можна на прикладі 4.

Приклад 4. В схемі (рис. 4) $U(t) = 100e^{-at}$, де $a = 0.5c^{-1}$, $R = 20\text{м}$, $L = 4\text{Гн}$. Знайти $i(t) = f(t), U_L = f(t)$, а також значення i та U_L при $t = 1\text{с}$.

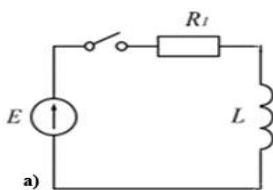


Рис. 4. Схема RL кола

Розв'язання: Запишемо закон зміни напруги $U(t) = 100e^{-0.5t}$. Для запису закону Ома в операторній формі знайдемо зображення напруги:

$$U(p) = \frac{100}{p + 0,5}$$

та операторного опору: $Z(p) = Lp + R = 4p + 2$, тоді закон Ома в операторній формі:

$$I(p) = \frac{U(p)}{Z(p)} = \frac{100}{(p + 0,5)(4p + 2)} = \frac{100}{(p + 0,5)4(p + 0,5)} = \frac{25}{(p + 0,5)^2}$$

Згідно таблиці зворотних зображень знаходимо оригінал $i(t) = 25te^{-0.5t}$.

Знайдемо напругу на індуктивності:

$$U_L = L \frac{di}{dt} = Li'$$

$$U_L = 4(25te^{-0.5t})' = 100(e^{-0.5t} + (-0,5)t e^{-0.5t}) = 100e^{-0.5t}(1 - 0,5t)$$

Знайдемо $i(1)$ та $U_L(1)$

$$i(1) = 25 \cdot 1 \cdot e^{-0,5} = 25e^{-0,5},$$

$$U_L(1) = 50e^{-0,5}.$$

Тобто в момент часу $t = 1\text{с}$ сила струму становить $25e^{-0,5}\text{А}$, а напруга на індуктивності $50e^{-0,5}\text{В}$.

На третьому етапі вивчення розділу «Диференціальні рівняння» скористаємось математичним пакетом *Mathcad*.

Приклад 5. Розв'яжемо попередню задачу за допомогою математичного пакету *Mathcad*.

Складаємо операторне рівняння як у попередній задачі і записуємо закон Ома в операторній формі

$$I(p) = \frac{100}{(p + 0,5)(4p + 2)}.$$

Для знаходження оригіналу розв'язку скористаємось математичним пакетом *Mathcad*. Для цього вводимо зображення струму та на панелі «Вид» обираємо «Панелі інструментів», де знаходимо «символьні» і користуючись функцією *parfrac*, отримуємо розклад на прості дроби зображення. Далі користуємось функцією *invlaplace*, що повертає оригінал функції. Отже маємо функцію струму $i(t)$. Для знаходження напруги на індуктивності скористаємось функцією знаходження похідної $\frac{d}{dx}$ з панелі «математичні». Для побудови графіків використовуємо панель «Графік», на якій підбираємо масштаб та розташовуємо дві вісі Оу для струму і напруги. Таке розташування графіків демонструє наявність перехідного процесу внаслідок замикання кола, а саме: зростання струму та перепад напруги і перехід системи в усталений режим. На графіку видно, що для даного кола повернення в усталений режим складає приблизно 10с. Також за графіком можна визначити силу струму і напругу в потрібний момент часу і порівняти з результатами отриманими в попередній задачі. Описане розв'язування в математичному пакеті *Mathcad* наведено на рис. 5.

Розглянуті приклади пропонуємо використовувати на різних етапах вивчення розділу «Диференціальні рівняння»: приклади типу 1 – на етапі вивчення класичного підходу до розв'язування диференціальних рівнянь; приклади типу 2 – на етапі вивчення «Операційного числення», також на цьому етапі на нашу думку доцільно вивчати розв'язування диференціальних рівнянь в математичному пакеті *Mathcad*; приклади типу 3, 4, 5 доцільно продемонструвати для

мотивації на етапі вивчення «Операційного числення», і детально опрацювати на етапі застосування диференціальних рівнянь до розв'язування прикладних задач.

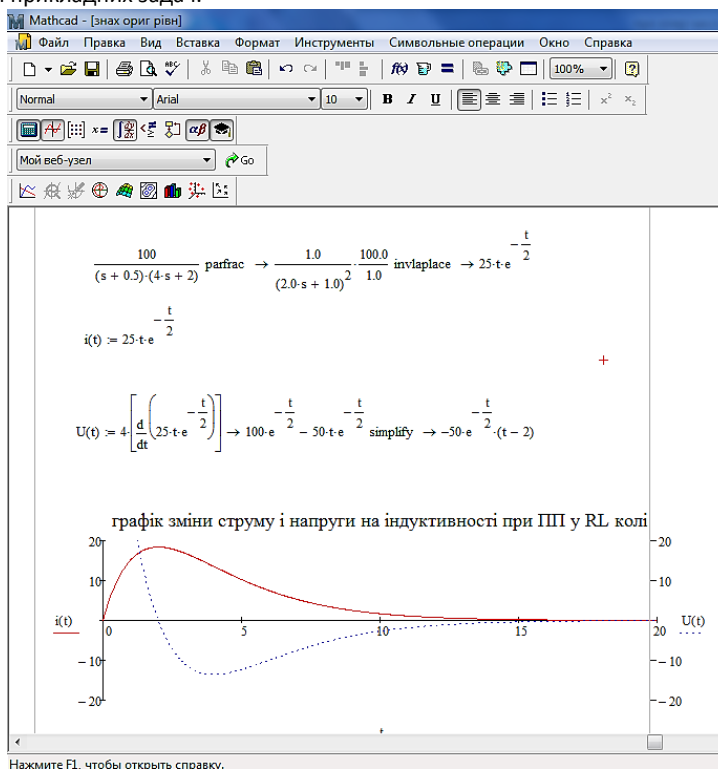


Рис. 5. Розв'язування в математичному пакеті Mathcad

Розглянуті приклади пропонуємо використовувати на різних етапах вивчення розділу «Диференціальні рівняння»: приклади типу 1 – на етапі вивчення класичного підходу до розв'язування диференціальних рівнянь; приклади типу 2 – на етапі вивчення «Операційного числення», також на нашу думку доцільно вивчати розв'язування диференціальних рівнянь в математичному пакеті *Mathcad*; приклади типу 3, 4, 5 доцільно продемонструвати для мотивації на етапі вивчення «Операційного числення», і детально опрацювати на етапі застосування диференціальних рівнянь до розв'язування прикладних задач.

Висновки. У запропонованій моделі вивчення розділу «Диференціальні рівняння» на кожному етапі здобувачі вищої освіти відпрацьовують навички розв'язування диференціальних рівнянь за допомогою певного методу. Виконуючи типові розрахунки, вчаться добирати оптимальні методи розв'язування запропонованих прикладів. Завдання міждисциплінарного змісту поглиблюють розуміння інтеграції математики, спеціальних дисциплін та засобів обчислення таких як математичний пакет *Mathcad*. Формулювання завдань типового розрахунку здійснено так, щоб на всіх етапах вивчення розділу управляти самостійною навчальною діяльністю здобувачів вищої освіти, спонукати їх до самоорганізації, самоактуалізації та пошуку траєкторії самоосвітньої діяльності. Уважаємо, що запропонований підхід до вивчення диференціальних рівнянь дає можливість як оволодіти відповідним математичним апаратом, так і сформулювати мотивацію для вивчення спеціальних дисциплін, за рахунок використання міждисциплінарної інтеграції фундаментальних і фахових дисциплін.

Список використаних джерел

1. Бессонов Л.А. Теоретичні основи електротехніки: Електричні кола: підр. для електротехн., енерг., приладобуд. спец. вnz. 8-е вид., перероб. і доп. М.: Висш.школа, 1984. 559 с.
2. Вербицкий А.А. Компетентностный подход и теория контекстного обучения. М.: ИЦ ПКПС, 2004. 84 с.
3. Лунгу К.Н., Норин В.П., Письменный Д.П., Шевченко Ю.А. Сборник задач по высшей математике. 2 курс / под ред. С.Н. Федина. М.: Айрис-пресс, 2004. 592 с.
4. Макаров Е. Инженерные расчеты в Mathcad 15. [учебный курс]. СПб: Питер, 2011. 400 с.
5. Малихін О.В. Організація самостійної навчальної діяльності студентів вищих педагогічних навчальних закладів: теоретико-методологічний аспект: монографія. Кр. Ріг: Видавничий дім, 2009. 307 с.
6. Мартиненко М.А., Юрик І.І. Теорія функції комплексної змінної. Операційне числення: навч. посібник 2-е видання. К.: Видавничий Дім «Слово», 2010. 296 с.
7. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов, т. 2: учебное пособие 13-е изд. М.: Наука, 1980. 560 с.
8. Радовський В.Д., Липовик В.В., Темченко В.М. Функції комплексної змінної. Операційне числення (довідковий матеріал та розрахункові роботи): навч. посібник 2-е видання. Кр.Ріг, 2000. 106с.
9. Рашкевич Ю.М. Болонський процес та нова парадигма вищої освіти: монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. 168 с.

References

1. Bessonov L.A. Teoretychni osnovy elektrotekhniki: Elektrychni kola: pidr. dla elektrotekhn., enerh., prykladobud. spets. vnz. 8-e vyd., pererob. i dop. M.: Vyssh.shkola, 1984. 559 s.
2. Verbickij A.A. Kompetentnostnyj podhod i teoriya kontekstnogo obucheniya. M.: IC PKPS, 2004. 84 s.
3. Lungu K.N., Norin V.P., Pismennyj D.P., Shevchenko Yu.A. Sbornik zadach po vysšej matematike. 2 kurs / pod red. S.N. Fedina. M.: Ajris-press, 2004. 592 s.
4. Makarov E. Inzhenernye raschety v Mathcad 15.[uchebnyj kurs]. SPb: Piter, 2011. 400s.
5. Malykhin O.V. Orhanizatsiia samostiinoi navchalnoi diialnosti studentiv vyshchychk pedahohichnykh navchalnykh zakladiv: teoretyko-metodolohichni aspekt: monohrafiia. Kr. Rih: Vydavnychiy dim, 2009. 307s.
6. Martynenko M.A., Yuryk I.I. Teoriia funktsii kompleksnoi zminnoi. Operatsiine chyslennia: navch. posibnyk 2-e vydannia. K.: Vydavnychiy Dim «Slovo», 2010. 296 s.
7. Piskunov N.S. Differencialnoe i integralnoe ischisleniya dlya vtuzov, t. 2: uchebnoe posobie 13-e izd. M.: Nauka, 1980. 560s.
8. Radovskiy V.D., Lypovyk V.V., Temchenko V.M. Funktsii kompleksnoi zminnoi. Operatsiine chyslennia (dovidkovyi material ta rozrakhunkovi roboty): navch. posibnyk 2-e vydannia. Kr.Rih, 2000. 106 s.
9. Rashkevych Yu.M. Bolonskyi protses ta nova paradyhma vyshchoi osvity: monohrafiia. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, 2014. 168 s.

INTERDISCIPLINARY INTEGRATION FOR DIFFERENTIAL EQUATIONS STUDYBY ELECTRICAL ENGINEERING STUDENTS

Tetyana Kvitka

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhaylo Tugan-Baranovsky, Ukraine

Abstract. *Modern management practices require professionals to be able to find optimal solutions for a limited time in a changing environment. It is clear that the decisive role in the ability to solve such problems is to study at a higher educational institution, where the relevant basic and professional knowledge is laid. At the same time, there is a tendency to reduce the attention of the higher education students of electrical engineering specialties for mastering higher mathematics as a fundamental discipline. Moreover, the principles of the systematic approach, under which the mastering of professional knowledge must fully apply the knowledge of fundamental disciplines with the help of modern computer technologies and corresponding complexes of mathematical programs. As one of the possible ways to overcome these difficulties, a model of interdisciplinary integration is proposed in the study of differential equations by higher education graduates of electrical engineering specialties. According to this model, the study of the professional discipline "Theoretical Foundations of Electrical Engineering" should actively rely on knowledge of the relevant sections of higher mathematics, in particular the course "Differential Equations". Moreover, the necessity of studying the section "Operational calculus" is substantiated, which allows not only to simplify the mastery of the specialized discipline "Theoretical foundations of electrical engineering," but also to increase the efficiency of the application of modern computer technologies, in particular, the mathematical package Mathcad. It is emphasized the importance of applying Laplace transformations to the solution of differential equations using the mathematical package Mathcad, which avoids cumbersome computations that require significant time expenditures. It also emphasizes the possibility of visual representation of solutions of differential equations using graphs in the mathematical package Mathcad, which opens another channel of convenient perception of information, which simplifies the study of professional discipline "Theoretical foundations of electrical engineering." A methodological approach is proposed on the basis of the developed model, that allows not only to supplement the higher education curriculum with the higher education curriculum of the electrical engineering of the relevant sections of higher mathematics but in the dialogue with the computer, using the mathematical package Mathcad, to perform typical calculations in the form of applied tasks in the study of professional Disciplines "Theoretical Foundations of Electrical Engineering".*

Key words: *model, integration, differential equations, operational calculus, Laplace transforms, computer technologies, mathematical packages, visual images.*