

## ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ТЕОРІЇ ПОЛЯ В УМОВАХ ЕКОНОМІЇ ЧАСУ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Обґрунтована необхідність застосування комп'ютерних мультимедійних технологій при викладанні теми «Кратні інтеграли» з курсу вищої математики для студентів ВНЗ. Специфіка даної теми визначає її розміщення наприкінці курсу математики, а це часто спричинює нестачу часу для аудиторного викладання матеріалу. Відповідно, по-перше, доцільним є раціональний розподіл часу на викладання, приклад якого наведено в статті для теми «Подвійний та потрійний інтеграл», а, по-друге, існує потреба у використанні комп'ютерних зображень області інтегрування, особливо при обчисленні потрійного інтегралу (зображення відповідних креслень на дошці вручну для деяких прикладів представляє собою задачу, складнішу за обчислення самого інтегралу).*

*Ключові слова: методика викладання, кратні інтеграли, мультимедійні комп'ютерні технології.*

**Постановка проблеми.** Розділ «Теорія поля» або у більш спрощеному варіанті «Кратні, криволінійні та поверхневі інтеграли» є важливою частиною курсу вищої математики для студентів технічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

Відповідно до логіки викладання всього курсу, даний розділ може викладатися в останню чергу, або зразу після вивчення визначеного інтегралу Рімана (за умови знання теорії функції багатьох змінних). В першому випадку в реальності часто на повноцінне викладання всього розділу, відповідно до робочої програми дисципліни, не вистачає часу (через об'єктивні причини). Слід відмітити, що в цілому у зв'язку зі збільшенням частки матеріалу, що виноситься на самостійну роботу студента, на аудиторне вивчення згаданого розділу відводиться не дуже багато часу. Відповідно, існує проблема розробки методики викладання цієї великої теми в рамках суттєвої економії часу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Методика викладання даного розділу добре висвітлена у традиційних підручниках для вищих технічних навчальних закладів [Піскунов, Фихтенгольц]. Підручник, побудований уже в сучасний час [Дубовик] також подає даний матеріал порівняно розширено, наводячи велику кількість корисних прикладів, але які можуть бути винесені на практичне заняття. Також пояснення перетворення координат за допомогою якобіана потребує суттєвої кількості часу, тому на наш погляд, без особливого збитку для математичної бази інженера можна обмежитися полярними (у випадку подвійного інтегралу) та сферичними і циліндричними (для потрійного) координатами.

**Мета роботи:** відповідно до вищезазначеного, існує потреба у розробці оновленої методики викладання розділу «Кратні інтеграли», що включає докладний план лекційного матеріалу, та ураховує жорстку економію часу, відведеного на вивчення теми.

**Основна частина.** Відповідно до мети роботи пропонується максимальне ущільнення навчального матеріалу. Зокрема, подвійний і потрійний інтеграл пропонується викладати за 1 лекцію. Причому дану лекцію слід побудувати так, щоб вона була самодостатньою та не використовувала б понять, що докладно мають вивчатися пізніше (типу диференціальних операторів,  $\text{div}$ ,  $\text{grad}$ ,  $\text{rot}$  і т.п.). При такій побудові матеріалу даною лекцією можна і завершити аудиторний курс докладно пояснюючи, що необхідно вивчити самостійно.

При наявності часу наступна лекція має включати криволінійний інтеграл (1 та 2 роду), поверхневий інтеграл. Нарешті, за наявності ще однієї лекції на ній можна викласти основні відомості з теорії поля: градієнт, похідна за напрямом, дивергенція, ротор. Також тезово слід записати формули Остроградського-Гауса та Стокса.

Результати докладного аналізу лекції присвяченої саме кратним інтегралам наведені в таблиці.

№ п/п	Дискретний блок інформації з теми	Кількість часу, що відводиться на викладання матеріалу
1.	Повторення означення і властивостей визначеного (однократного) інтегралу	5 хв.
2.	Означення подвійного інтегралу.	5 хв.
3.	Приклади задач, що приводять до поняття подвійного інтегралу.	5 хв.
3.	Властивості подвійного інтегралу.	10 хв.
4.	Зведення подвійного інтегралу до повторного. Поняття правильної області.	10 хв.
5.	Приклад обчислення подвійного інтегралу.	5 хв.
6.	Подвійний інтеграл у полярних координатах.	5 хв.
7.	Означення потрійного інтегралу.	5 хв.
8.	Приклади та аналіз задач, що приводять до поняття потрійного інтегралу.	10 хв.
9.	Зведення потрійного інтегралу до повторного. Поняття правильної області у тривимірному випадку.	5 хв. (10 хв. – за умови тривалості заняття 90 хв.)
10.	Приклад обчислення потрійного інтегралу.	5 хв. (10 хв. – за умови тривалості заняття 90 хв.)
11.	Потрійний інтеграл у циліндричних та сферичних координатах.	10 хв.

Звичайно, наведені обсяги часу для викладання матеріалу потребують дуже високого темпу лекції, що підходить не для всіх аудиторій. Дійсно, лише деякі академічні групи можуть ефективно сприймати матеріал, що інтенсивно викладається. Нажаль, у будь-якому ВНЗ існують як сильні, так і більш слабкі групи, студенти в яких не виявляють достатніх здібностей до математики. Тому тут слід шукати додаткові можливості для економії часу аби зменшити загальний темп лекції. Одна з них – використання сучасних комп'ютерних інформаційних технологій, а саме мультимедійних можливостей ПК, проєктивних апаратів, лазерних указок і т.д.

Найбільш очевидним способом економії часу є виведення текстового та особливо графічного матеріалу на екран проєктора, замість того, щоб записувати, чи, тим більше, зарисовувати його на дошці. Більшість людей (в т.ч., звичайно, і викладачі) не можуть якісно виконувати дві справи одночасно (писати на дошці та розповідати матеріал), тому відсутність роботи з дошкою дозволяє переходити зразу до пояснення формул, чи до переписування їх студентами. В будь-якому випадку витрати часу на запис/рисунки відсутні.

Також виведення графічної інформації за допомогою комп'ютера дозволяє підвищити якість ілюстративного матеріалу. Наприклад, вручну на дошці дуже важко якісно виконувати дуги кіл та еліпсів, якими зображують тіла виду рис.1. При такій складності рисунків, а надто – при відсутності осьової симетрії, виконати відповідний рисунок по складності завдання стає важче, ніж безпосередньо взяти відповідний потрійний інтеграл (користуючись лише кресленням області інтегрування на площині).

Менш очевидною є економія часу за рахунок використання лазерної указки. Викладачу не потрібно кожного разу підходити до дошки, коли треба пояснити конкретніше певну частину зображеного матеріалу. Таким чином досягається і більша мобільність викладача, що вільно може пересуватися приміщенням, підтримуючи ліпший контакт з аудиторією.

В деяких випадках використання якісних анімацій чи відеоматеріалу дозволяє швидше і доступніше пояснити певний процес (наприклад, виведення формули наочно можна зображувати перенесенням частин рівняння у необхідній послідовності у вигляді анімації). У

таких анімаціях інформація може викладатися рафіновано, стиснуто, а при необхідності викладач може надавати додаткових пояснень.

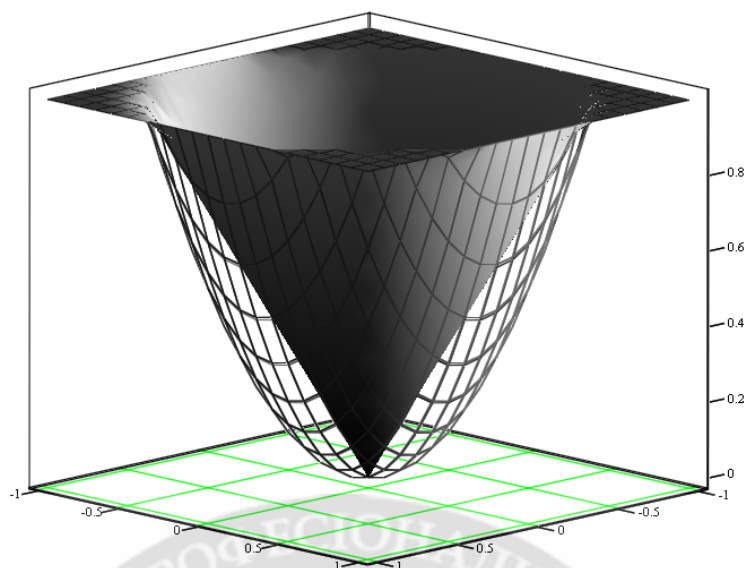


Рис. 1. Тіло, обмежене (проміж) конічною поверхнею та еліптичним параболоїдом

**Висновки.** В роботі з методичної точки зору розглянуто особливості викладання такої складної та об'ємної теми з курсу вищої математики, як кратні інтеграли (теорія поля). Оскільки переважна більшість задач з цієї теми для свого вирішення потребує наочного зображення області інтегрування, то доцільним є використання відповідних рисунків та анімацій, зроблених на комп'ютері.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления. – В 2-х т. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 1996.
2. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа. – Том 2. – М.: Государственное издательство научно-технической литературы, 1956. – 464 с.
3. Дубовик В.П., Юрик І.І. Вища математика: Навч. посібник. – К.: А.С.К., 2005. – 648с.

**Рецензент:** д.т.н., проф. Мочалов О.О., директор Інституту заочної та дистанційної освіти Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

к.т.н., доц. Гайша О.О., к.пед.н., доц. Романчук Н.О.

#### ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ИЗЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ПОЛЯ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИИ ВРЕМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Обоснована необхідність використання комп'ютерних мультимедійних технологій при изложении темы «Кратные интегралы» из курса высшей математики для студентов ВУЗов. Специфика данной темы определяет ее размещение в конце курса математики, а это часто приводит к нехватке времени для аудиторного изложения материала. Соответственно, во-первых, целесообразно рациональное распределение времени на изложение, пример которого приведен в статье для темы «Двойной и тройной интеграл», а, во-вторых, есть необходимость в использовании компьютерных изображений области интегрирования, особенно для тройных интегралов (изображение таких чертежей на доске вручную в некоторых случаях сложнее, чем вычисление самого интеграла).*

*Ключевые слова: методика изложения, кратные интегралы, мультимедийные компьютерные технологии.*

**Ph.D. Gaisha A.A., Ph.D. Romanchuk N.A.**

**PECULARITIES OF FIELD THEORY PRESENTING PROCEDURE IN TIME SAVING  
CONDITIONS USING COMPUTER TECHNOLOGIES**

*The necessity of the use of computer multimedia technology in presenting the theme "Multiple integrals" of higher mathematics course for students is grounded. The specificity of the subject determines its placement at the end of a course of mathematics, and this often leads to a lack of time for classroom presentation. Accordingly, firstly, it is advisable rationally allocate time for the presentation, an example of which is shown in the article for the theme "Double and triple integral," and, secondly, there is a need to use computer images of integration region, especially for triple integrals (imaging of such drawings on the board manually in some cases is more complicated than the calculation of the integral itself).*

*Keywords: presentation technique, multiple integrals, multimedia computer technology.*