ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ПРЕДМЕТУ «НОВІТНІ ДОСЯГНЕННЯ У МАТЕМАТИЦІ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

FEATURES OF TEACHING THE SUBJECT «LATEST ACHIEVEMENTS IN MATHEMATICS» FOR STUDENTS OF PHYSICAL AND MATHEMATICAL SPECIALTIES

УДК 378.16:51
DOI https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/75.11

Хохлова Л.Г.,
канд. фіз.-мат. наук, доцент,
доцент кафедри математика
та методики її навчання
Тернопільського національного
педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка

Хома Н.Г.,
канд. фіз.-мат. наук, доцент,
доцент кафедри економічної
кібернетики та інформатики
Західноукраїнського національного
університету

У статті розглянуті методичні особливості викладання вибіркової дисципліни освітньої програми «Середня освіта (Математика, фізика)» другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 014.04 Середня освіта «Новітні досягнення у математиці». Виокремлені загальні та фахові компетентності, які формуються у процесі вивчення предмету, та наведена система програмних результатів навчання. У курсі охарактеризовані відкриття та інновації у математиці другої половини XX століття – початку XXI століття. Метою вивчення курсу є розвиток у майбутніх фахівців глибокого розуміння новітніх концепцій та їх застосування у різних галузях науки. Постійне оновлення програми курсу дозволяє тримати студентів на передовій лінії сучасної математики. Робота з актуальними дослідженнями стимулює студентів критично мислити, аналізувати складні ідеї та розвивати вміння вирішувати нестандартні проблеми. Використання програмних пакетів для обчислювальної математики дозволяє проводити дослідження в реальному часі і тестувати математичні моделі на практиці. Завдяки міждисциплінарному підходу студенти можуть спостерігати, як математичні досягнення використовують для розв'язання проблем у фізиці, біології, інформатиці та інших науках. Інтерактивні методи навчання, що традиційно застосовуються в процесі вирішення завдань, готують здобувачів вищої освіти до життя у сучасному середовищі. В навчальному процесі здійснюється проектно-дослідницький підхід. Студенти пробують розробляти власні ідеї або нові методи вирішення задач. Участь у студентських наукових конференціях сприяє розвитку наукової комунікації серед студентів, підвищує мотивацію до подальших досліджень. У роботі проілюстровані способи оцінювання виконаних завдань, наведені підсумки проведених модульних контролів. Опанування матеріалом навчальної дисципліни «Новітні досягнення у математиці» сприяє досягненню наступних результатів. У студентів розвивається зацікавленість у математиці, оскільки теми курсу дають можливість розв'язувати складні, цікаві завдання, що є відкритими проблемами у науці. Це стимулює творче мислення та спонукає студентів до пошуку власних підходів. Курс «Новітні досягнення у математиці» готує майбутніх фахівців до участі у наукових конференціях, конкурсах. Одержані результати дослідження доцільно використовувати для підготовки фахівців фізико-математичних факультетів у вищих навчальних закладах.

Ключові слова: *навчальний процес, історія математики, новітні досягнення у математиці, проблеми Гільберта, задачі тисячоліття.*

The article considers the methodological features of teaching the selective discipline of the educational program «Secondary Education (Mathematics, Physics)» of the second (master's) level of higher education in the specialty 014.04 Secondary Education «The latest achievements in mathematics.» The general and professional competencies that are formed in the process of studying the subject are allocated, and the system of program results of training is given. The course describes the discoveries and innovations in mathematics of the second half of the twentieth century – the beginning of the 21st century. The purpose of the course is to develop future professionals a deep understanding of the latest concepts and their application in various fields of science. The constant updating of the course program allows you to keep students on the front line of modern mathematics. Working with current research encourages students to think critically, analyze complex ideas and develop the ability to solve non-standard problems. Using software packages for computational mathematics allows you to conduct research in real time and test mathematical models in practice. Through an interdisciplinary approach, students can observe how mathematical advances are used to solve problems in physics, biology, computer science, and other sciences. Interactive teaching methods, traditionally used in the process of solving problems, prepare applicants for higher education to live in a modern environment. In the educational process, a design and research approach is carried out. Students try to develop their own ideas or new methods of solving problems. Participation in student scientific conferences contributes to the development of scientific communication among students, increases motivation for further research. The work illustrates the methods of evaluating the completed tasks, the results of the modular controls are given. Mastering the material of the discipline «The latest achievements in mathematics» contributes to the following results. Students develop an interest in mathematics, as the topics of the course provide an opportunity to solve complex, interesting problems that are open problems in science. This stimulates creative thinking and encourages students to find their own approaches. The course «Latest Achievements in Mathematics» prepares future specialists to participate in scientific conferences and competitions. The obtained results of the study should be used to train specialists of physical and mathematical faculties in higher educational institutions.

Key words: *educational process, history of mathematics, latest achievements in mathematics, Hilbert's problems, millennium problems.*

Постановка проблеми. Сьогодні якісна освіта характеризується насамперед конкурентоспроможністю фахівця, його компетентністю, тому в професійній підготовці важливі не лише знання та вміння використовувати засвоєні відомості при розв'язанні практичних проблем, а й уміння працювати з інформацією, приймати обґрунтовані рішення, швидко та ефективно діяти в нестандартних ситуаціях. Однією з проблем сучасної дидактики є вибір оптимального співвідношення найкращих традицій чинної освітньої системи, сучасних педагогічних інновацій та інструментарію інформаційнокомунікаційних технологій [3, с. 200]. Цьому сприяє впровадження в навчальний процес сучасних інтерактивних засобів. Використання їх сприяє ефективній реалізації ідеї змішаного навчання («blended learning»), що є найбільш перспективним підходом до організації навчання в сучасній практиці та використовується у багатьох розвинених країнах (США, Німеччина, Австралія, Велика Британія, Японія та ін.). Додамо, що навчальні програми, які пропонують систему інтерактивних засобів навчання, дозволяють замінити предметний принцип побудови змісту освіти на компетентнісно орієнтований [4, с. 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед сучасних українських учених варто відмітити праці В. Андрущенка, І. Зязюна, В. Кременя, С. Сисоєвої, В. Сластьоніна, А. Сущенка, Н. Тарасенкової, які присвячені проблемі використання інтерактивних засобів навчання. Особливості використання інтерактивних засобів навчання математики викладені в роботах М. Бурди, К. Власенко, Ю. Мальованого, М. Працьовитого, З. Слєпкань, В. Швеця та ін. Питання впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес висвітлюється у працях українських дослідників: М. Жалдака, Г. Михаліна, Н. Морзе, В. Моторіної, С. Ракова, Ю. Рамського, О. Скафи, С. Семерікова, О. Співаковського, Ю. Триуса та ін.

Навчальна дисципліна «Новітні досягнення у математиці» розглядає наступні питання: класифікація проблем Гільберта, проблеми алгебри, алгебраїчної геометрії та теорії чисел, проблеми Гільберта в галузі теорії функцій, диференціальних рівнянь та варіаційного числення, проблеми тисячоліття.

Метою статті є висвітлення особливостей викладання навчального предмету «Новітні досягнення у математиці» з використанням інтерактивних засобів навчання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дисципліна «Новітні досягнення у математиці» є вибірковою навчальною дисципліною. Вивчається згідно з навчальним планом фахівцями освітнього ступеня «магістр» спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика, фізика). Метою вивчення є формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

• знання та розуміння предметної області (фізика, математика, астрономія, педагогіка) та розуміння предметної діяльності.

• здатність застосовувати цифрові технології навчання, здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел, необхідної для розв'язування наукових і професійних завдань.

• знання на рівні новітніх досягнень, необхідних для дослідницької та педагогічної діяльності у сфері фізики, астрономії, математики та їх практичних застосувань.

Вивчення навчальної дисципліни «Новітні досягнення у математиці» націлене на досягнення здобувачами таких результатів навчання:

• Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук, володіти сучасними цифровими технологіями у сфері фізики, астрономії та математики.

• Використовувати раціональні способи пошуку та використання науковотехнічної інформації, включаючи засоби електронних інформаційних мереж; застосовувати інформаційні ресурси, у тому числі електронні, для пошуку відповідних фізичних, астрономічних та математичних моделей.

Опановуючи курс, студенти отримують знання, що стосуються проблем Гільберта, озвучених на II Міжнародному конгресі математиків, дослідження яких в значній мірі стимулювало подальший розвиток математики. Сюди належать проблеми алгебри, алгебраїчної геометрії, теорії чисел, теорії функцій, диференціальних рівнянь, варіаційного числення. Також знайомляться з основними проблемами тисячоліття (сімома математичними проблемами, визначеними Математичним інститутом Клея 2000 року), останніми відкриттями та новаціями в сучасній математичній науці.

Дисципліна «Новітні досягнення у математиці» згідно з навчальним планом підготовки магістрів є вибірковою частиною циклу професійної підготовки і вивчається у І семестрі. Для опанування курсу передбачено 3 кредити (90 годин). З них 60 год пропонується для самостійної роботи студентів, 30 год – аудиторні заняття, серед яких 10 год виділяється на лекційні заняття і 20 год – на практичні заняття.

Матеріал дисципліни містить два змістові модулі: «Класифікація проблем Гільберта. Проблеми алгебри, алгебраїчної геометрії, теорії чисел», «Проблеми Гільберта в галузі теорії функцій, диференціальних рівнянь та варіаційного числення. Проблеми тисячоліття».

Пропонуємо детальний розгляд тематики занять.

Перша тема першого модуля «Проблема Кантора про потужність континууму» знайомить

студентів з дискусіями на користь її прийняття або відхилення, що ведуться з залученням «правдоподібних» аргументів, а саме, як співвідноситься континуум-гіпотеза з іншими аксіомами теорії множин, а також з різними фактами в теоретико-множинних дослідженнях.

У другій темі «Несуперечливість арифметичних аксіом» представлені дослідження математиків щодо несуперечливості системи аксіом арифметики.

Третя тема «Рівність об'ємів двох тетраедрів з рівновеликими основами і рівними висотами» демонструє розв'язання поставленої третьої проблеми Гільберта німецьким математиком М. Деном.

«Поняття про неперервну групу перетворень Лі», які відіграють помітну роль у геометрії, фізиці, математичному аналізі, є змістом четвертої теми першого модуля.

П'ята тема об'єднує роботи математиків, пов'язані з обгрунтуванням ірраціональності та трансцендентності деяких чисел, розв'язності діофантових рівнянь, класифікації квадратичних форм за алгебраїчними полями.

У шостій темі наведені результати наукових досліджень, пов'язаних з неможливістю розв'язання загального рівняння сьомого степеня з допомогою функцій, які залежать тільки від двох аргументів.

У переліку тем другого модуля є чотири теми. Перша тема присвячена питанням скінченності кристалографічних груп; нерегулярним заповненням простору конгруентними багатогранниками; найщільнішому пакуванню куль. Студенти знайомляться з задачею про найщільніше пакування куль для 8-мірного простору, розв'язаною у 2016 році українською математикинею Мариною Вязовською.

У другій темі отримуємо відповідь на запитання, чи завжди розв'язки регулярної варіаційної задачі є аналітичними, розширюючи свої знання з курсу варіаційного числення.

У межах третьої теми пропонуються дослідження, пов'язані з існуванням системи лінійних диференціальних рівнянь для довільної заданої системи особливих точок і заданої матриці монодромії.

Четверта тема є безумовно найцікавішою, оскільки пов'язана з сімома найважливішими задачами тисячоліття.

Відмітимо, що курс «Новітні досягнення у математиці» передбачає інтегрований та міждисциплінарний підхід, поєднуючи теоретичні основи, практичні приклади, нові напрямки досліджень. Сприяє розвитку у студентів глибокого розуміння сучасних концепцій та їх застосування у криптографії, машинному навчанні, квантових обчисленнях тощо.

Оскільки курс характеризує новітні теорії та відкриття, багато з тем є абстрактні та складні для сприйняття. Для прикладу, гомологічна алгебра, алгебраїчна топологія чи теорія категорій є темами, котрі потребують глибоких базових знань та розуміння.

Тому важливо використовувати візуалізації, комп'ютерне моделювання [5, с. 53] та інтерактивні елементи [6, с. 325; 8, с. 34] для полегшення сприйняття абстрактних понять.

Досвід проведення лекційних та практичних занять переконує у доцільності використання наступної методики із застосуванням інтерактивних методів. Лекції повинні охоплювати як сучасні математичні напрямки, такі як теорія чисел, квантова криптографія, глибинні нейронні мережі, алгебраїчна геометрія тощо, так і ті, які передували їм та визначили подальший розвиток перерахованих напрямків. Необхідно наводити приклади реальних досліджень та відкриттів, опублікованих у наукових журналах. Важливо залучати сучасні інтернет-ресурси та математичні бази даних, такі як **ArXiv**, **Google Scholar**, **MathSciNet**, щоб студенти могли працювати з найновішими публікаціями та матеріалами. Надзвичайно корисним є впровадження відеолекцій з провідних університетів (MIT, Stanford, Coursera) для доповнення лекційного матеріалу.

Студенти повинні активно включатися в обговорення тем. Це сприятиме розвитку критичного мислення [10, с. 90], здатності виявляти сильні та слабкі сторони теорій та методів, що існують в математичній науці. Адже часто новітні досягнення пропонують різні підходи до розв'язання задач, і студенти повинні вміти оцінити їх ефективність та перспективність. Доречним буде запрошення науковців та дослідників, які безпосередньо займаються новітніми дослідженнями.

При організації практичних занять варто передбачити обговорення відкритих питань та новітніх досягнень у малих групах, що дозволяє краще зрозуміти складні теми і стимулює розвиток наукового дискурсу. Заняття повинні супроводжуватися набором завдань, які дозволять студентам застосовувати нові знання. Зокрема це стосується розв'язання сучасних математичних завдань (дослідження алгоритмів або застосування нових методів для аналізу великих даних), комп'ютерного моделювання (для тем, пов'язаних з квантовими обчисленнями або теорією хаосу, можна використовувати спеціальні комп'ютерні моделі). Студенти повинні розуміти, як новітні математичні досягнення можуть використовуватися для вирішення проблем у фізиці, біології, інформатиці та інших науках. Міждисциплінарний підхід дає змогу побачити, як математичні методи допомагають створювати нові технології, моделі, алгоритми.

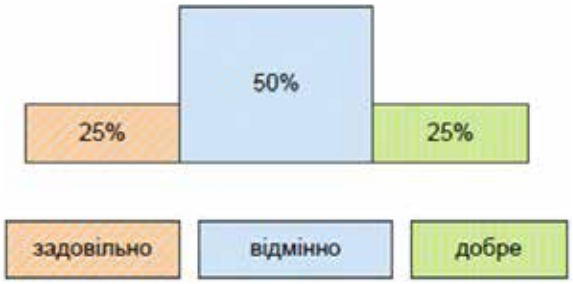

Рис. 1. Результати тестування з курсу «Новітні досягнення у математиці»

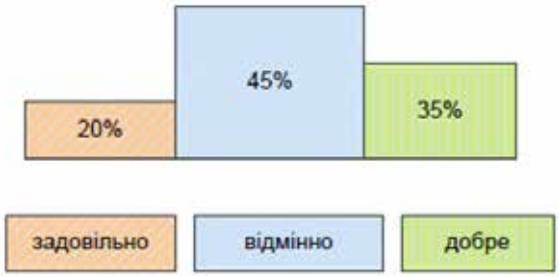

Рис. 2. Результати оцінювання проектної роботи з курсу «Новітні досягнення у математиці»

Ключовою формою навчання є проектна діяльність [1, с. 2; 11, с. 142]. Студенти працюють над груповими та індивідуальними проектами, що стосуються новітніх математичних досягнень, тематика яких щороку змінюється. За активну роботу на практичному занятті студент може отримати максимально 5 балів. Перший змістовий модуль завершується тестуванням, другий змістовий модуль – виконанням проекту.

Наприкінці курсу рекомендуємо студентам взяти участь у наукових конференціях, оскільки це допомагає в закріпленні матеріалу і розвитку наукової комунікації, сприяє підвищенню їх мотивації до подальших досліджень.

Оцінюючи студентів, опираємося на результати тестування (розуміння теорій та методів) та оцінку проектної роботи і презентації.

Висновки. У статті викладені особливості вивчення предмету «Новітні досягнення у математиці». Методична система, запропонована при опрацюванні курсу, дозволяє не лише покращити знання базової математики, але й формує готовність працювати з найсучаснішими матеріалами та технологіями, що стимулює інтелектуальний розвиток та підготовку до майбутніх досліджень у галузі математики. Це в свою чергу забезпечує конкурентноспроможність здобувачів вищої освіти на сучасному ринку праці.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Їжко Є. С. Метод проектів як один із засобів оптимізації автономного навчання. *Вісник Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія».* 2014. Т. 2, № 8. С. 92–98.

2. Міленкова Р. В. Формування навичок самоорганізації та розробки особистого проекту студента у ВНЗ. *Витоки педагогічної майстерності. Серія «Педагогічні науки».* 2010. Вип. 7. С. 95–100.

3. Морзе Н. В., Буйницька О. П. Підвищення рівня інформаційно-комунікаційної компетентності науково-педагогічних працівників – ключова вимога якості освітнього процесу. *Інформаційні технології і засоби навчання.* 2017. Т. 59, № 3. С. 189–200.

4. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ. Харків: Факт, 2005. 360 с.

5. Семеніхіна О.В., Юрченко А.О. Формування інформативної компетентності вчителя математики і фізики на основі використання спеціалізованого програмного забезпечення. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти.* 2015. Вип. 8, ч. 3. С. 52–57.

6. Сисоєва С.О. Інтерактивні технології навчання дорослих: навч. посіб. Київ: ВД «ЕКМО», 2011. 324 с.

7. Сілакова Т. Т. Проектні технології підготовки студентів: веб-сайт. URL: http://jrnl.nau.edu.ua/index.php/VisnikPP/article/view/12571 (дата звернення 03.09.2024)

8. Сущенко Л. О. Формування аналітичних умінь майбутніх педагогів засобами інтерактивних технологій. *Освіта та педагогічна наука.* 2013. № 3. С. 33–38.

9. Пометун, О. І. Інтерактивні технології: теорія та методика: навч. посіб. для викладачів. Умань: УДПУ ім. П. Тичини, 2008. 94 с.

10. Пометун О. Критичне мислення як педагогічний феномен. *Український педагогічний журнал.* 2018. № 2. С. 89–98.

11. Тадеуш О. М. Метод проектів як форма продуктивного навчання студентів. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 16: Творча особистість учителя: проблеми теорії і практики*. 2017. Вип. 29. С. 142–146.

12. Терно С. Зародження і еволюція ідеї розвитку критичного мислення *Проблеми дидактики історії.* 2014. Вип. 5. С. 22–30.

13. The Hilbert Problems Keith Conrad September 4, 2019. URL: https://egunawan.github.io/write19fall/talks/week2/hilbertproblems.pdf (дата звернення 29.08.2024)