

УДК 377.5

МЕТОДИЧНІ ПРИНЦИПИ ТА УМОВИ ІНТЕГРАЦІЇ ЕЛЕКТИВНИХ КУРСІВ З МАТЕМАТИКИ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС

Жук Андрій, Войналович Наталія

*Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка,
м. Кропивницький, Україна*

В роботі проаналізовані основні нормативні та методичні аспекти інтеграції елективних курсів в процес навчання учнів математики. Акцент здійснюється на аналізі методичних, дидактичних, організаційних умов для організації ефективної групової діяльності учнів основної та старшої школи, що відповідають використанню елективних курсів в освіті. Наведено хід уроку, який відповідає елективному курсу «Математичне моделювання». Наведено методичні рекомендації для уроків, в яких планується використовувати елективні курси.

Ключові слова: профільне навчання, елективні курси, проблемне навчання, форми навчання, методика навчання, методичні форми.

Methodological principles and conditions for integration of elective courses in mathematics into the educational process

A. Zhuk, N. Voinalovych

*Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University,
Kropyvnytsky, Ukraine*

The paper analyzes the main regulatory and methodological aspects of integrating elective courses into the process of teaching mathematics to students. The emphasis is on the analysis of methodological, didactic, and organizational conditions for organizing effective group activities of primary and high school students that correspond to the use of elective courses in education. The course of the lesson is given, which corresponds to the elective course «Mathematical modeling». Methodological recommendations are given for lessons in which elective courses are planned to be used.

Keywords: profile learning, elective courses, problem-based learning, forms of learning, teaching methodology, methodological forms.

Постановка проблеми. Елективні курси (курси за вибором) є ключовим механізмом реалізації принципів варіативності, профільності та індивідуалізації навчання, які закріплені в сучасній освітній політиці України.

По відношенню до варіативної складової необхідно відзначити, що елективи належать до варіативної складової освітньої програми (на відміну від інваріантної, обов'язкової частини). Це дозволяє школам гнучко реагувати на потреби учнів, можливості вчителів та запити громади.

В контексті реалізація профільності навчання, у старшій школі (профільна освіта) елективні курси виконують функцію поглиблення знань з обраного профілю (наприклад, «Математичний аналіз та його застосування» для фізико-математичного профілю) або забезпечення міжпрофільної інтеграції.

Реалізація функції корекції та підготовки передбачає те, що елективи можуть бути спрямовані на корекцію знань (подолання навчальних труднощів) або на поглиблену підготовку до зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО(ДПА)/НМТ) та вступу до закладів вищої освіти.

Отже, елективні курси, або курси за вибором, є важливою складовою варіативної частини освітньої програми в Україні. Вони дозволяють індивідуалізувати навчання, поглиблювати знання учнів у певних галузях і готувати їх до майбутньої професійної діяльності. У математиці елективи особливо цінні для формування прикладних, дослідницьких та олімпіадних компетентностей.

Регулювання елективних курсів в Україні здійснюється на рівні Законів та документів Міністерства освіти і науки (МОН), а саме закону України «Про освіту» (2017) [8] та «Про повну загальну середню освіту» (2020) [9]. Відповідні нормативні документи закріплюють право закладів освіти на формування варіативної складової освітньої програми, до якої входять курси за вибором, а також наголошують на індивідуальній освітній траєкторії учня, що підтримується гнучкістю навчального плану. Державний стандарт базової середньої освіти (2020) встановлює обов'язкові результати навчання, але залишає значний простір для вибору змісту та методів у варіативній частині.

Закон України «Про освіту» (ст. 10 та ст. 34) закріплює принципи автономії закладів освіти та індивідуальної освітньої траєкторії здобувачів освіти. Саме ці

принципи реалізуються через варіативну складову навчального плану, куди входять елективні курси.

Закон України «Про повну загальну середню освіту» (ст. 11 та ст. 30) деталізує, що освітня програма закладу формується на основі типової освітньої програми та включає варіативний освітній компонент. Елективи є частиною цього компонента, що забезпечує профільне спрямування у старшій школі.

Потрібно зазначити, що українські науковці [1-7], зокрема такі як відомий методист-педагог З.Слепкань (методика математики) та інші дослідники профільної освіти, підтверджують, що елективні курси виконують функцію індивідуалізації та профілізації, допомагаючи учням не тільки засвоїти матеріал, а й усвідомлено обрати майбутній фах. Їхні роботи в більшій мірі і слугують основою для розробки методичних рекомендацій МОН.

Нажаль, проблема інтеграція елективних курсів в процес навчання, хоча і була предметом багатьох досліджень, все-таки недостатньо глибоко вивчена по відношенню до бурхливих змін, які відбуваються на сучасному освітньому просторі.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблемою інтеграції елективних курсів в навчальний процес займалися українські педагоги-методисти.

Т. Хмара [7] активно досліджувала роль та місце курсів за вибором (елективних курсів) як компоненту методичної системи профільного навчання математики в школі.

Відповідно до методичного аспекту Т. Хмара по відношенню до елективних курсів наголошує на необхідності враховувати:

- 1) варіативність форм: відхід від традиційного уроку; використання практикумів, семінарів, міні-лекцій, лабораторних робіт із застосуванням сучасних технологій;

- 2) активізація пізнання: застосування активних та інтерактивних методів навчання (проблемне навчання, дискусії, групова робота);

- 3) мотивацію: вибір оригінального змісту, який виходить за рамки обов'язкової програми, але водночас є доступним та цікавим для учнів.

О. Вашуленко [3] досліджував принципи добору змісту навчального посібника для елективних курсів з математики у профільній школі. Він підкреслює необхідність в дотриманні наступних принципів при конструюванні змісту елективних курсів:

1) практична спрямованість: включення задач, які демонструють застосування математики у суміжних науках (фізика, економіка, інформатика) або в реальному житті;

2) розвиток дослідницьких компетентностей: зміст курсу повинен сприяти формуванню навичок самостійної роботи, проведення міні-досліджень та проєктної діяльності;

3) міжпредметні зв'язки: рекомендується розробляти курси, які інтегрують математичні знання з іншими профільними предметами (наприклад, «Основи фінансової математики», «Математичне моделювання»).

В. Бевз, Г. Бевз, Ю. Мальований, Н. Тарасенкова (а також З. Слєпкань [4] у контексті загальної методики навчання) як провідні методисти з математики, брали участь у розробці стандартів та програм, що визначають місце і роль елективів у математичній освіті.

Г. Бевз [1;2], та Н. Тарасенкова [5;6] наголошували, що елективні курси мають бути не просто додатковими годинами, а цільовим інструментом профілізації. Елективні курси повинні відповідати таким умовам:

1) поглиблення профілю: зміст елективних курсів повинен забезпечувати поглиблене вивчення тих розділів математики, які є критично важливими для обраного учнем профілю (наприклад, для економічного профілю — фінансова математика, для фізико-математичного — нестандартні методи розв'язання задач);

2) реалізація міжпредметних зв'язків: елективні курси мають демонструвати, як математичні знання застосовуються в інших науках. Це робить навчання практично значущим і допомагає учню визначитися з майбутньою спеціалізацією;

3) особистісна спрямованість: курси повинні задовольняти індивідуальні інтереси та потреби учнів, сприяючи їхньому професійному самовизначенню.

Об'єкт дослідження: процес навчання математики у 10-ому класі загальноосвітньої школи.

Предмет дослідження: процес організації профільного навчання учнів з урахуванням елективних курсів.

Мета статті: розробка змісту елективних курсів, методики їх реалізації у системі профільного навчання.

Виклад основного матеріалу (результатів) дослідження.

Методичні форми і принципи реалізації елективних курсів у навчанні учнів математики

Аналіз джерел [1–7] та досвід проведення педагогічного експерименту дає змогу стверджувати, що елективні курси, як курси за вибором, з математики повинні бути підпорядковані як загальним дидактичним та методичним умовам, так і специфічним педагогічним вимогам, які забезпечують їхню ефективність та відповідність освітнім цілям.

Розглянемо в цілому ключові умови, яким мають відповідати елективні курси з математики.

Дидактичні та методичні умови. Відповідні умови стосуються змісту, структури та організації навчального матеріалу.

Актуальність та доцільність змісту:

1) зміст курсу повинен доповнювати і поглиблювати обов'язкову шкільну програму, а не дублювати її;

2) матеріал має бути актуальним (наприклад, застосування математики в ІТ, економіці, логістиці, штучному інтелекті).

Варіативність та диференціація:

1) курс повинен пропонувати різні рівні складності та дозволяти диференціацію навчання для учнів з різними здібностями (наприклад, поглиблене вивчення для олімпіадників, або практичне застосування для тих, хто планує гуманітарний профіль);

- 2) повинна бути можливість вибору тематичних блоків або завдань;
- 3) практична спрямованість:
- 4) обов'язкове включення завдань, що демонструють практичне застосування математичних знань і методів у реальному житті, науці та техніці;
- 5) акцент на розв'язанні прикладних задач, моделюванні та використанні програмних засобів (наприклад, електронних таблиць, спеціалізованих математичних пакетів).

Системність та логічність викладання матеріалу:

- 1) матеріал повинен бути структурований логічно, забезпечуючи поступовий перехід від простішого до складнішого;
- 2) повинна простежуватися чітка міжпредметна інтеграція (з фізикою, інформатикою, економікою).

Педагогічні умови. Ці умови стосуються організації навчального процесу, ролі вчителя та взаємодії з учнями.

Мотиваційна складова:

- 1) курс має бути спрямований на посилення інтересу учнів до математики, демонструючи її красу, універсальність та неочевидні аспекти.
- 2) використання нестандартних форм занять (воркшопи, дискусії, міні-проекти);
- 3) розвиток навичок самостійної роботи;
- 4) сприяння формуванню навичок самоосвіти, пошуку та аналізу інформації;
- 5) значний обсяг часу має бути відведено на самостійну дослідницьку/проектну роботу учнів.

Використання інтерактивних методів:

- 1) застосування методів, які стимулюють активну пізнавальну діяльність (метод проєктів, кейс-метод, мозковий штурм, навчальні ігри, командна робота);
- 2) заохочення обговорень та спільних розв'язань складних задач.

Особистісно-орієнтований підхід:

1) врахування індивідуальних освітніх потреб та цілей учнів (підготовка до ДПА/НМТ, олімпіад, вступу до конкретних ВНЗ);

2) створення атмосфери співробітництва та підтримки.

Оцінювання як засіб розвитку:

1) акцент на комплексному оцінюванні (зворотний зв'язок, самооцінка, взаємооцінка), а не лише на підсумковому контролі;

2) оцінювання має відображати рівень засвоєння як теоретичних знань, так і практичних навичок (комунікація, розв'язання задач, презентація).

Організаційні умови.

Належне ресурсне забезпечення: наявність доступу до необхідних навчальних матеріалів, спеціалізованої літератури, а також комп'ютерної техніки та програмного забезпечення (наприклад, Geogebra для обчислень та візуалізації, Classtime для проведення тестування, Wolfram alpha для глибоких математичних обчислень тощо);

Підготовка викладача: викладач має мати глибокі знання з обраної тематики елективного курсу та володіти сучасними методиками викладання.

Наприклад, елективний курс «Математичне моделювання», може включати зокрема уроки з відповідними темами: «Задачі на відсотки, як математичні моделі економічних процесів», «Арифметична прогресія прикладний аспект», «Задачі на рух», «Оптимізаційні задачі та апарат диференціального числення» тощо.

Наведемо орієнтовний хід уроку на тему **«Оптимізаційні задачі та апарат диференціального числення»**.

Хід уроку:

1. Організаційний момент.

Привітання, перевірка готовності. Оголошення теми та мети: «Сьогодні ми не просто розв'язуватимемо задачі, а будемо вчитися моделювати реальні ситуації та знаходити найкращі (оптимальні) рішення за допомогою похідної.»

2. Актуалізація опорних знань. Фронтальне опитування.

Що таке математична модель? (Процес перекладу реальної ситуації на мову математики.)

Який фізичний або економічний зміст має похідна? (Швидкість зміни функції, миттєва швидкість, гранична продуктивність тощо.)

Як знайти екстремуми функції за допомогою похідної? (Знайти похідну, прирівняти її до нуля, визначити критичні точки, перевірити знак похідної навколо цих точок.)

3. Вивчення нового матеріалу: алгоритм моделювання.

Пояснення: здійснюється акцент на послідовності дій при розв'язанні оптимізаційної задачі:

1) створення моделі (математизація – переведення задачі на мову математики): введення змінних, встановлення зв'язку між ними та побудова функції, яку потрібно оптимізувати (цільової функції).

2) дослідження моделі (аналіз): застосування апарату математики (у нашому випадку – похідної) для знаходження найбільшого (найменшого) значення цільової функції.

3) інтерпретація результату: переведення математичного розв'язку назад у практичну площину реальної задачі та формулювання висновку.

4. Практичне застосування: розв'язання оптимізаційної задачі.

Розглянемо наступну задачу. *Вантажний корабель перевозе певну кількість контейнерів. Якщо корабель йде зі швидкістю v (км/год), витрати палива на годину пропорційні величині v^2 . Відомо, що крім палива, наявні також фіксовані витрати (зарплати, амортизація), які складають C грн на годину, незалежно від швидкості. Знайти швидкість v , за якої загальні витрати на перевезення вантажу на певну відстань S будуть мінімальними (оптимальними в практичному розумінні).*

Хід розв'язання (колективна робота).

Здійснимо математичне моделювання відповідної задачі. Зрозуміло, що час, необхідний для подолання відстані S , яка очевидно є фіксованою рівний

$$T = \frac{S}{v}.$$

Витрати на паливо E на годину дорівнюють $E = kv^2$ де k – фіксований коефіцієнт пропорційності.

Загальні витрати на відстані S , представляють собою цільову функцію $W(v)$:

$$W(v) = (E + C)T \Rightarrow W(v) = (kv^2 + C) \frac{S}{v} = kSv + \frac{CS}{v}$$

Здійснимо аналіз цільової функції на предмет мінімального значення, з використанням диференціального числення. Знаходимо похідну $W'(v)$:

$$W'(v) = kS - \frac{CS}{v^2}.$$

Прирівнюємо похідну цільової функції до нуля:

$$W'(v) = 0 \Rightarrow kS - \frac{CS}{v^2} = 0 \Rightarrow v_{opt} = \sqrt{\frac{C}{k}}$$

Обґрунтуємо, що для даного значення дійсно виконується необхідна умова досягнення саме мінімуму цільової функції.

Дійсно, оскільки

$$W'(v) = kS - \frac{CS}{v^2} = \frac{kS}{v^2} \left(v - \sqrt{\frac{C}{k}} \right) \left(v + \sqrt{\frac{C}{k}} \right),$$

то при $v < \sqrt{\frac{C}{k}}$ виконується умова $W'(v) < 0$, а при $v > \sqrt{\frac{C}{k}}$ виконується умова $W'(v) > 0$.

Таким чином, v_{opt} дійсно відповідає мінімальному значенню цільової функції $W(v)$.

Здійснимо інтерпретацію задачі. Оптимальна швидкість не залежить від відстані S і визначається лише співвідношенням фіксованих витрат C до коефіцієнта витрат палива k . Також можливо розглянути конкретні значення параметрів задачі, для того, щоб учні «відчули» результат.

5. Самостійна робота учнів та подальше обговорення.

(Задача на знаходження мінімуму). *Знайти розміри відкритого басейну з квадратним дном і заданим об'ємом V , щоб на його облицювання пішла мінімальна кількість матеріалу (тобто необхідно мінімізувати площу поверхні).*

6. Підсумки уроку та рефлексія.

Узагальнення та підведення підсумків: «Ми сьогодні застосували похідну, як потужний інструмент оптимізації реальних процесів і з'ясували що ... і тд.»

Питання для рефлексії: «Який крок у моделюванні був для вас найскладнішим?» тощо.

Оцінювання роботи учнів.

7. Домашнє завдання.

- 1) повторити алгоритм знаходження екстремумів функції;
- 2) розв'язати задачу.

Задача для домашнього аналізу. Знайти розміри прямокутної ділянки максимальної площі, яку можна обгородити парканом довжиною L .

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження.

Актуальність вивчення та впровадження елективних курсів з математики сьогодні набуває особливого значення, оскільки реалії стрімкого технологічного розвитку та зростання попиту на STEM-спеціалістів вимагають поглибленої математичної підготовки та формування прикладних компетентностей. Відсутність єдиної точки зору з багатьох питань організації елективних курсів говорить про необхідність поглиблення досліджень.

Список використаної літератури:

1. Бевз, Г. П. Методи навчання математики : навч. посіб. Харків : Видавнича група «Основа», 2003. 96 с.
2. Бевз, В. Г., Бевз, Г. П. Проектування елективних курсів з математики: методичні рекомендації. Математика в сучасній школі. 2009. № 1. С. 3-15.
3. Вашуленко, О. П. Принципи добору змісту до навчального посібника для елективних курсів з математики у профільній школі. Проблеми сучасного підручника. 2011. Вип. 11. С. 29-34.
4. Слєпкань, З. І. Методика навчання математики. Київ : Зодіак-Еко, 2000. 510 с.
5. Тарасенкова, Н. А. Методичні аспекти організації профільного навчання математики у старшій школі. Педагогічна думка. 2003. № 3. С. 27-33.
6. Тарасенкова, Н. А. Навчання математики у старшій профільній школі: методика і технологія. Черкаси : ЧНУ імені Б. Хмельницького, 2007. 308 с.

7. Хмара, Т. М. Курси за вибором як компонент методичної системи профільного навчання математики в школі. Математика в школі. 2004. № 4. С. 55-58.

8. Закон України від 05.09.2017 № 2145–VIII. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.

9. Про повну загальну середню освіту: Закон України від 16.01.2020 № 463–IX. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20>.

Відомості про авторів:

Жук Андрій Сергійович – студент II курсу магістратури факультету інформаційних технологій, математики та природничих наук Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка,

Войналович Наталія Михайлівна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри математики, фізики та методик викладання Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка,