

## ЦІЛЬОВІ АСПЕКТИ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

*Панченко Л.Л.,*

*кандидат пед. наук, доцент,*

*Шановалова Н.В.*

*кандидат фіз.-мат. наук, доцент*

*НПУ імені М.П. Драгоманова*

В статті визначаються мета, завдання, місце та зміст навчання студентів – майбутніх вчителів математики математичного моделювання.

В статье определяются цели, задание, место и содержание обучения студентов – будущих учителей математики математическому моделированию.

In this article we define the aim, task, place and substance of teaching of mathematic modeling of students, that will be teachers of mathematics in future.

У 60-і роки минулого століття почалося реформування шкільної освіти, яке мало на меті наблизити шкільний курс математики до ідей та методів сучасної математичної науки. Хоч досягти цієї мети в повній мірі і не вдалося, все ж провідні ідеї теорії функцій, геометричних перетворень, векторів і методів диференціального та інтегрального числення знайшли відображення в шкільних програмах та підручниках. Що ж стосується методу математичного моделювання як методу наукового дослідження і навчального пізнання, то їх систематичне та неперервне впровадження в шкільний курс в останні три десятиріччя, фактично, обмежалося лише побажаннями щодо їх необхідності.

У 90-х роках минулого століття в шкільний курс алгебри була включена тема «Елементи прикладної математики». Ця тема за програмою з математики [6] пропонувалася для вивчення у 9 класі. У програмі мета вивчення математичного моделювання була сформульована так: «Ввести поняття про математичну модель. Розглянути загальну задачу математичного моделювання, проілюструвати прикладами.» [6, С. 41-42]. Зміст навчального матеріалу визначався так: «Математичне моделювання. Приклади математичного моделювання» [6, С. 42]. Вивчивши тему, учні повинні мати уявлення про математичне моделювання і його загальну задачу, уміти складати моделі до прикладних задач та розв'язувати їх. На вивчення всієї теми відводилося 10 годин, з них на ознайомлення з математичним моделюванням можливо виділити найбільше – 2 години.

Сучасна нова програма з математики для 12-річної школи [7] більше уваги приділяє навчанню математичного моделювання, ніж попередня. Зокрема, однієї з цілей навчання

математики в основній школі є така: «...формування в учнів математичних знань, як невід'ємної складової загальної культури людини, необхідної умови її повноцінного життя в сучасному суспільстві на основі ознайомлення школярів з ідеями і методами математики як універсальної мови науки і техніки, ефективного засобу моделювання і дослідження процесів і явищ навколишньої дійсності» [7, С. 3]. Особливо велика увага навчання математичного моделювання приділяється в пояснювальній записці програми для старшої школи [7, С. 42].

Щодо цілей викладання математики в старшій школі, то у програмі зазначено: «Формування навичок застосування математики є однією з головних цілей викладання математики. Радикальним засобом реалізації прикладної спрямованості шкільного курсу математики є широке систематичне застосування методу математичного моделювання протягом усього курсу. Це стосується введення понять, виявлення зв'язків між ними, характеру ілюстрацій, доведень, системи вправ і, нарешті, системи контролю. Інакше кажучи, математики треба так навчати, щоб учні вміли її застосовувати. Забезпечення прикладної спрямованості викладання математики сприяє формуванню стійких мотивів до навчання взагалі й до навчання математики зокрема.

Реалізація у навчанні прикладної спрямованості навчання математики означає: 1) створення запасу математичних моделей, які описують реальні явища і процеси, мають загальнокультурну значущість, а також вивчаються у суміжних предметах; 2) формування в учнів знань та вмінь, які необхідні для дослідження цих математичних моделей; 3) навчання учнів побудові та дослідженню найпростіших математичних моделей реальних явищ і процесів.

Прикладна спрямованість математичної освіти суттєво підвищується завдяки впровадженню комп'ютерів у навчання математики, повноцінному введенню ймовірностатистичної змістової лінії у шкільний курс математики» [7, С. 43].

У шкільних підручниках Г.П. Бевза «Алгебра 7–9 кл.» [1, С. 253-255] та В. Кравчука, М. Підручної, Г. Янченко «Алгебра 9 кл.» [3, С. 178-181] математичному моделюванню присвячено по одному параграфу. Структура цих параграфів однакова: вводиться поняття «математична модель», «математичне моделювання», перераховуються етапи математичного моделювання, наводяться приклади задач.

Сьогодні актуальним є створення нових підручників та посібників з математики для основної та старшої школи, в яких навчальний матеріал, що стосується математичного моделювання викладався б детальніше. Наприклад, учнів можливо знайомити із сучасними підходами та методами математичного моделювання, урізноманітнити систему прикладних задач відповідно до вимог профільного навчання.

Не набагато краще порівняно зі школою, метод математичного моделювання

знайшов своє місце в системі підготовки вчителя математики. Саме це було і є основною причиною зволікання систематичного впровадження ідеї та методу математичного моделювання в шкільний курс математики. Другою, не менш важливою причиною зазначеного негативного явища, є недостатня розробленість методичного забезпечення вивчення методу математичного моделювання як в загальноосвітній школі, так і у вищих навчальних закладах, які здійснюють підготовку вчителя математики.

Однією з цілей математичної підготовки вчителя математики у вищій школі є навчити студентів основам математичного моделювання та підготувати їх до впровадження ідей і методу математичного моделювання в курс математики загальноосвітньої школи. На нашу думку, для досягнення цієї цілі необхідно виконати ряд завдань, а саме:

1. Ознайомити студентів з методом математичного моделювання як методом наукового дослідження і навчального пізнання.

2. Домогтися усвідомлення студентами спрощеної і розширеної евристичних схем, які лежать в основі діяльності математичного моделювання [4, С. 91-92].

3. Протягом всього терміну навчання в педагогічному університеті систематично вчити студентів математизувати ситуацію і складати математичні моделі, спочатку за спрощеною схемою, а на старших курсах – за розширеною.

4. Підготувати студентів до ознайомлення учнів з методом математичного моделювання в шкільному курсі і навчання складанню моделей простіших задач, в тому числі прикладного і між предметного змісту.

5. Вчити студентів та учнів використовувати інформаційно-комунікаційні технології при створенні та дослідженні математичних моделей.

Процес навчання майбутніх учителів математики математичного моделювання має не лише освітню, розвиваючу, а й виховну мету, спрямовану на виховання загальнолюдських духовних цінностей, гуманізму, економічного, патріотичного, трудового виховання, виховання здорового способу життя. Ця мета реалізується при побудові та дослідженні економічних, екологічних, суспільних моделей.

Виділена мета і завдання навчання майбутніх учителів математики математичного моделювання повинна бути усвідомлена всіма викладачами педагогічних університетів, тому що саме від визначення мети, завдань навчання і місця його в системі підготовки вчителя залежать всі методичні дії викладача: побудова окремого навчального заняття (лекції, практичного, лабораторного тощо), підбір математичних вправ і завдань, організація самостійної та індивідуальної роботи студентів, цільові рівні тестування рівня набування студентів тощо.

Методична стратегія викладача вважається ефективною, якщо його дії допомагають

студентам досягти достатньо високого рівня практичної реалізації навичок та вмінь при розв'язанні певних завдань як у контексті даної навчальної теми, так і за її межами. У той же час, дії викладача потребують корегування, якщо вони не відповідають меті навчального курсу, а методичні цілі і завдання щодо реалізації ідей математичного моделювання вступають в протиріччя із стратегією навчання.

Навчання математичним дисциплінам – досить складний процес, і як показує практика, у багатьох студентів виникають труднощі у сприйманні математики. І тому виникає проблема запобігання конфлікту цілей між тими, кого навчають, і тими, хто навчає, (студенти – викладачі) та узгодження цих цілей з потребами суспільства. Цільові аспекти навчання взагалі і математичним дисциплінам майбутніх учителів математики, зокрема, можна представити у вигляді Схеми 1.

Слід зазначити, що навчання математичним дисциплінам у вищому закладі освіти має бути організоване таким чином, щоб усі цільові аспекти знайшли відображення не тільки в змістовному плані, а й ефективно реалізовувалися безпосередньо у системі навчання.

Відомо, що навчальний процес визначається не тільки цілями та завданнями, а й змістом освіти. Зміст освіти – це науково обґрунтована система дидактично та методично оформленого навчального матеріалу для різних освітніх та освітньо-кваліфікаційних рівнів. Складовими змісту освіти є нормативний та вибіркового компоненти. Нормативний компонент змісту освіти визначається відповідними державними стандартами освіти, а вибіркового вищим закладом освіти.

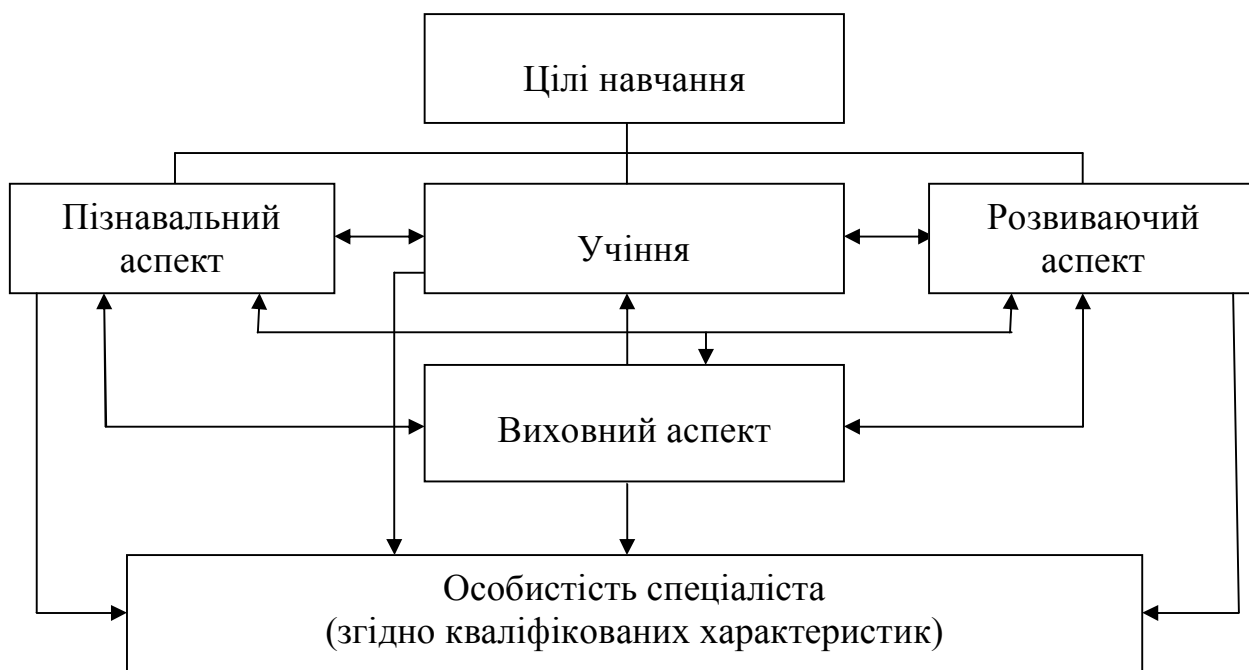


Схема 1. Цільові аспекти навчання  
 Нормативним документом, що регламентує навчальну діяльність майбутніх учителів

математики, є «Галузеві стандарти вищої освіти. Напрямок підготовки 0101 Педагогічна освіта. Спеціальність 6.010100 Педагогіка і методика середньої освіти. Математика» [2]. Цей галузевий стандарт складається з двох розділів: 1) освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра, 2) освітньо-професійна програма підготовки бакалавра.

У першому розділі перераховані типи діяльності, типові завдання діяльності та вміння для вирішення типових завдань діяльності. У додатку «Типи діяльності, типові завдання діяльності та вміння, які повинен мати випускник навчального закладу», перераховані вміння, які слід сформувати у майбутніх учителів математики за певним типом діяльності. Серед них вказано: «Математичне моделювання природничих, технічних, економічних та соціальних явищ і процесів» [2, С. 15-19]. У цьому ж розділі галузевих стандартів зазначається, що «вищі навчальні заклади з обов'язані забезпечити формування у випускників вмінь для виконання типових завдань діяльності» [2, С. 7], а отже, і вмінь математичного моделювання.

У другому розділі галузевих стандартів подано перелік нормативних навчальних дисциплін і мінімальна кількість навчальних годин / кредитів для їх вивчення [2, С. 7-9].

На основі цього нормативного документу складено програми з математичних дисциплін, де навчанню математичного моделювання слід відвести належне місце.

Зміст навчання математичного моделювання полягає у знайомстві з понятійним апаратом – розкритті суті таких понять як «математична модель», «математичне моделювання», «спрощена та розширена евристичні схеми діяльності математичного моделювання». Розглядаючи конкретні процеси та явища навколишнього світу, наприклад, процес розмноження бактерій, утворення нової хімічної речовини, рух каменя, кинутого під кутом до горизонту, ефективність рекламної кампанії, підрахунок прибутку з банківських вкладів тощо, приходять до висновку про необхідність створення та дослідження їх математичних моделей. Такими математичними моделями можуть бути рівняння, нерівності та їх системи, геометричні фігури, функції та їх похідні, графіки функцій, теореми та твердження сучасної математики. Вводяться означення математичної моделі, математичного моделювання, розкривається суть кожного з етапів спрощеної та розширеної евристичної схеми діяльності математичного моделювання. Ці означення та зміст етапів евристичних схем наведено в [4]. Наводяться приклади задач, що розв'язуються шляхом побудови та дослідження математичних моделей за спрощеною та розширеною евристичними схемами діяльності математичного моделювання. Розглядаються види моделей та види математичних моделей. Математичні моделі поділяються за способом реалізації на аналітичні та імітаційні, за призначенням – на математичні моделі прикладних задач та математичні моделі абстрактних теорій.

Найбільш поширеними методами математичного моделювання є такі: застосування фундаментальних законів розвитку природи та суспільства, варіаційні принципи, метод аналогій, метод фазового укрупнення, метод побудови ієрархічного ланцюга моделей. З цими методами майбутніх учителів математики знайомлять під час перших занять в університеті і розвивають знання та вміння використовувати ці методи в процесі вивчення кожної з математичних дисциплін.

У процесі вивчення студентами кожної з математичних дисциплін зміст навчання математичного моделювання збагачується новими математичними методами дослідження математичних моделей шляхом розв'язування задач за евристичними схемами діяльності математичного моделювання.

Але в процесі вивчення окремих математичних дисциплін не вдається навчати математичного моделювання цілісно і всебічно. Тому знання та вміння студентів з математичного моделювання, отримані під час вивчення кожної математичної дисципліни, потребують систематизації та узагальнення.

Для узагальнення, розширення та поглиблення знань і вмінь з математичного моделювання доцільно на 4-му і 5-му курсах запропонувати студентам спецкурси з математичного моделювання. Методика його проведення, мета, завдання та робоча програма подані в статті [5]. Програма спецкурсу передбачає вивчення таких питань.

1. Математичні моделі реальних процесів та явищ. Математичне моделювання як метод наукового дослідження. Різні процеси, що описуються однією й тією ж математичною моделлю: процес розмноження бактерій, процес теплопровідності, ефективність реклами, процес утворення нової хімічної речовини. Поняття «математична модель» та «математичне моделювання». Види математичних моделей: за призначенням, за способом математичної реалізації. Математичне моделювання як метод дослідження. Спрощена та розширена евристичні схеми діяльності математичного моделювання. Приклади задач. Задачі локального охолодження циліндра: кільцевою зоною з торця, зоною між твірними на бічній поверхні. Функції як математичні моделі реальних процесів і явищ.

2. Теоретико-множинні основи математичного моделювання. Множини та відношення на них. Відношення еквівалентності та факторизація. Математичні структури. Аксиоматичний метод. Несуперечливість, незалежність і повнота системи аксіом. Поняття математичної моделі системи аксіом. Приклади математичних структур, що визначаються аксіоматикою Д. Гільберта та аксіоматикою Г. Вейля.

3. Загальні методи математичного моделювання. Метод використання фундаментальних законів природи. Математичні моделі визначення траєкторії спливання підводного човна, руху кульки, приєднаної до пружини. Варіаційні принципи. Математична модель руху автомобіля, що вимагає мінімальних затрат часу. Варіаційний принцип

Гамільтона та його застосування до побудови математичної моделі руху системи «кулька – пружина». Метод аналогій. Аналогічність побудови та дослідження моделей Р. Харрода – розвитку економіки в окремо взятій країні та Мальтуса – розвитку біологічної популяції. Універсальність математичних моделей. *Ієрархічний підхід до побудови математичних моделей* та застосування його до побудови логістичної моделі динаміки популяції. *Метод фазового укрупнення*. Приклади застосування: знаходження площі трикутника, розв'язування рівнянь.

4. Деякі сучасні методи дослідження математичних моделей. Способи масштабування, теореми, порівняння, усереднення та максимуму. Розкриття їх суті на задачах локального охолодження циліндра.

5. Математичне моделювання складних об'єктів. Деякі моделі фінансових та економічних процесів: організація реклами. Моделі суперництва: взаємовідносини в системі «хижак – жертва» (найбільш повна модель популяції). Задачі технології та екології: «фізично безпечний ядерний реактор». Фундаментальні проблеми природознавства: кліматичні наслідки ядерного конфлікту. Моделювання випадкових процесів у системах масового обслуговування: математична модель задачі «черга до одного продавця».

6. Математичне моделювання і професійна діяльність учителя математики. Організація навчання математичного моделювання учнів школи. Аналіз різних евристичних схем діяльності математичного моделювання, що пропонуються в шкільному курсі математики. Математичні моделі, які доцільно розглянути в шкільному курсі математики: процесу розмноження бактерій, процесу теплопровідності, ефективності реклами, утворення нової хімічної речовини, визначення траєкторії спливання підводного човна, руху автомобіля, що вимагає мінімальних затрат часу, модель фізично безпечного ядерного реактора, моделювання черги.

Взагалі, при розробці таких спецкурсів необхідно звернути особливу увагу на методичне забезпечення курсу, а саме, робочу навчальну програму; опорні конспекти лекцій; методичні рекомендації до практичних занять – плани, завдання, ситуації, ділові ігри тощо; методичні рекомендації до використання персонального комп'ютера з відповідним пакетом програмних продуктів; навчальні та контролюючі тести; завдання для самостійної роботи; пакети контрольних завдань для комплексної перевірки знань студентів, заміру залишкових знань, поточного контролю знань; залікового тестування. Наявність цих спецкурсів повинна чіткіше окреслювати можливості та орієнтувати на застосування математичних моделей у процесі вивчення кожної з математичних дисциплін, які вивчаються майбутніми вчителями математики, та відповідний рівень знань, місце цих знань та вмінь учнів у курсі математики загальноосвітньої школи.

Таким чином, стратегічна програма з математичного моделювання в процесі

навчання математичних дисциплін та методики навчання математики має реалізовуватися в наступних її аспектах, а саме:

- підвищувати базовий рівень математичних знань на основі використання математичного моделювання як методу наукового дослідження і навчального пізнання;
- озброювати студентів методологічною основою проведення наукових досліджень та їх практичним застосуванням у різноманітних напрямках діяльності;
- надавати можливість кожному студенту відчутти себе суб'єктом рівнопартнерського навчального співробітництва у спільному дидактично організованому викладачем розв'язанні навчальних, навчально-пошукових, дослідницьких завдань;
- реалізувати прикладну спрямованість навчання математики в педагогічному університеті та школі;
- вчити використовувати інформаційно-комунікаційні технології при складанні та дослідженні моделей;
- здійснювати рівневу та профільну диференціацію навчання.

#### **Список використаної літератури**

1. Бевз Г.П. Алгебра: Проб. підруч. Для 7-9 кл. серед. шк. – К.: Освіта, 2001. – 303с.
2. Галузеві стандарти вищої освіти. Математика.– К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2003. – 83 с.
3. Кравчук В., Підручна М., Янченко Г. Алгебра. Підручник для 9 класу / За ред. З.І. Слєпкань. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2005. – 248 с.
4. Панченко Л. Л. Про понятійний апарат математичного моделювання в загальноосвітній школі та педагогічному вузі // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі. – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2004. – № 1. – С. 89-97.
5. Панченко Л.Л. Спецкурс «Математичне моделювання» в контексті підготовки вчителя математики // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнародний збірник наукових робіт. – Вип. 25. – Донецьк: Фірма ТЕАН, 2006. – С. 178-183.
6. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Математика 5-11 класи / В. Бевз, А. Мерзляк, З. Слєпкань // Математика. – 2001. – № 35. – С. 63.
7. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Математика 5-12 класи. – К.: Ірпінь, 2005. – 65 с.