

8. Радкевич В.О. Концепція професійно-художньої освіти / Валентина Радкевич // Проф.-техн. освіта. – 2000. – № 2. – С. 43-47.

9. Радкевич В.О. Науково-педагогічне забезпечення професійного навчання майбутніх робітників і майстрів народних ремесел: Автореф. дис ... канд. пед. наук:13.00.01 / КДУ ім. Т.Г. Шевченка. – К., 1995. – С. 25.

УДК 373.5:5

В.В. Волошена, м. Київ, Україна / V. Voloshena, Kyiv, Ukraine  
e-mail: v.voloshena@i.ua

### МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ФАКТОР РОЗВИТКУ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ

**Анотація.** Стаття присвячена розгляду більш детального вивчення методу математичного моделювання в старшій профільній школі у зв'язку необхідністю формування практичних компетентностей учнів. Актуальність статті пов'язана з проблемою розвитку у старшокласників умінь математичного моделювання при вивченні природних предметів яка визначається, з одного боку, необхідністю оволодіння старшокласниками методу математичного моделювання, як універсального методу пізнання, і з іншого – відсутністю відповідних методичних розробок. Одним із головних завдань сучасної методики навчання математики є виділення загальних методів пізнання і загальних способів навчальної діяльності з тим, щоб зробити їх предметом навчання математики, це можливо зробити за допомогою математичного моделювання, про що свідчить і дидактичний аналіз цього виду діяльності, і досвід реалізації цього підходу у навчанні. Побудова курсу математики на основі ідеології математичного моделювання сприяє встановленню гармонійних міжпредметних зв'язків різного характеру. Педагогічно доцільне і грамотне впровадження методичної системи формування знань і вмінь математичного моделювання з урахуванням психолого-педагогічних основ навчальної діяльності та у відповідності до принципу диференціації навчання забезпечує належний рівень формування вмінь математичного моделювання і підвищує ефективність навчання математики у школі взагалі; сприяє більш якісному та свідомому засвоєнню навчального матеріалу, надає навчально-пізнавальній діяльності дослідницького, творчого характеру, сприяє формуванню навичок та вмінь самостійної роботи у старшокласників.

**Ключові слова:** компетентності, математичне моделювання, міжпредметні зв'язки, прикладні задачі.

#### *Mathematical modeling as a factor in the development of key competences of pupils*

**Annotation.** The article deals with the more detailed study of mathematical modeling in the senior profile school due to the need to prepare the practical competencies students. Relevance of articles related to the problem of high school students skills in mathematical modeling in the study of natural objects defined on the one hand, the need for high school students mastery of mathematical modeling as a universal method of knowledge, and the other - the lack of appropriate teaching materials. One of the main tasks of modern methods of teaching mathematics is the allocation of common methods of learning and common ways of training activities in order to make them the subject of teaching mathematics, this is possible with the help of mathematical modeling, as evidenced by the didactic analysis of this type of activity and experience in implementing this approach to learning. Construction of the mathematics based on the ideology of mathematical modeling facilitates harmonious interdisciplinary connections of different nature. Pedagogically appropriate and competent implementation of methodical system of formation of knowledge and skills of mathematical modeling taking into account the psychological and pedagogical foundations of learning activities and in accordance with the principle of differentiation provides the appropriate level of skills formation of mathematical modeling and improves the efficiency of teaching mathematics in school at all; contributes to a better and conscious learning, provides teaching and learning of research, creative nature, promotes skills and abilities of independent work in high school.

**Key words:** competences, mathematical modeling, interdisciplinary communication, tasks of application content.

**Постановка проблеми.** Одним із основних завдань сучасної освіти є формування практичних компетентностей учнів. Тому пошук нових можливостей підсилення прикладної спрямованості шкільного курсу математики, засобів формування в учнів умінь та навичок математичного моделювання є перспективним напрямком у сфері теорії та методики навчання математики.

**Аналіз актуальних досліджень.** Запровадження компетентнісного підходу в європейську освіту розпочалось близько 20-ти років тому, коли на доповіді Міжнародної комісії ЮНЕСКО з освіти для XXI століття «Освіта. Прихований скарб» було

сформульовано чотири принципи, на яких має базуватись освіта: навчитися жити разом, навчитися отримувати знання, навчитися працювати, навчитися жити, які, по суті, є глобальними компетентностями.

Упродовж останніх років у країнах Європи проводяться міжнародні дослідження, які поглиблюють та розвивають поняття ключових компетентностей, об'єднуючи їх у три основні групи: соціальні, пов'язані із соціальною діяльністю особистості, життям суспільства; мотиваційні, що стосуються інтересів та індивідуального вибору особистості; функціональні, що характеризують сферу знань, умінь оперувати науковими знаннями та

фактичним матеріалом.

Чинний Державний стандарт повної загальної освіти цілком пронизаний ідеєю про розвиток компетентностей учнів [1]. Зважаючи на світову тенденцію та державну політику питання про розвиток ключових компетентностей є актуальним, тому воно і стало метою нашого дослідження.

**Мета статті** полягає в обґрунтуванні доцільності вивчення учнями методу математичного моделювання в процесі розвитку ключових компетентностей.

**Виклад основного матеріалу.** Сутність компетентнісного підходу в організації уроку математики полягає в повній реалізації структурних і змістових взаємозв'язків між теоретичними знаннями і практичними вміннями. Формування у навчанні розумових операцій, ставка на мислення дитини, а не на поінформованість з предмета, дієздатність знань школяра на рівні особистої компетентності.

Поняття «математична компетентність» - це поєднання математичних знань, умінь, досвіду та здібностей людини, які забезпечують успішне розв'язання різноманітних проблем, що потребують застосування математики. При цьому мають на увазі не конкретні математичні вміння, а більш загальні уміння, що включають математичне мислення, математичну аргументацію, постановку та розв'язання математичної проблеми, математичне моделювання, використання різних математичних мов, інформаційних технологій, комунікативні вміння (за визначенням PISA [4, с. 47]).

Одним із головних завдань сучасної методики навчання математики є виділення загальних методів пізнання і загальних способів навчальної діяльності з тим, щоб зробити їх предметом навчання математики, це можливо зробити за допомогою математичного моделювання, про що свідчить і дидактичний аналіз цього виду діяльності, і досвід реалізації цього підходу у навчанні.

Застосування моделювання в навчанні має два аспекти. *По-перше*, моделювання слугує змістом, який має бути засвоєний учнями в процесі навчання, а також методом пізнання, яким вони повинні оволодіти. *По-друге*, моделювання є навчальною дією і засобом навчання.

З вищезазначеного випливає, що *компетентність із математичного моделювання* варто розуміти як особистісне новоутворення, у якому поєднуються знання, вміння, навички, що дає змогу робити постановку задачі, обирати об'єкти моделювання та знаходити взаємозв'язки між компонентами досліджуваного процесу, перекладати розроблені уявлення на мову математичних формул і знаків, розуміти алгоритми та математичні методи обчислень характеристик математичної моделі, робити інтерпретацію отриманих даних і формулювати коректні висновки.

*Структуру* компетентності з математичного

моделювання представимо як сукупність трьох взаємопов'язаних компонентів: теоретичного, практичного й особистісного.

*Теоретичний компонент* компетентності із математичного моделювання становить сукупність знань, провідними з яких є такі: *наукові знання* щодо базових положень про математичне моделювання, кваліфікації існуючих моделей, основних положень теорії моделювання й математичного моделювання, властивостей моделей і відповідних вимог до них, класифікації динамічних систем, особливостей побудови математичних моделей різноманітних процесів і явищ, розв'язування диференціальних рівнянь; *теоретичні й методологічні знання* про суть і способи здійснення діяльності в галузі математичного моделювання.

*Практичний компонент* компетентності із математичного моделювання включає групи вмінь щодо здійснення математичного моделювання в процесі розв'язання практичних задач, до яких належать:

– *інтелектуальні вміння* – розуміти прикладні задачі в різних формулюваннях, знаходити необхідну інформацію для їх уточнення; вирізняти окремі ознаки й аспекти цілого в процесі складання математичної моделі; систематизувати, порівнювати, відокремлювати, упорядковувати отриману інформацію, робити аналіз об'єктів дослідження за певними ознаками; використовувати «безмашинні» логіко-математичні категорії при складанні рівнянь і систем рівнянь математичної моделі, порівнюючи наочні дані або уявлювані об'єкти з їх створеними образами; аналізувати динамічні процеси, їх характеристики та визначати методи дослідження; приймати рішення й аналізувати отримані результати побудови математичної моделі, відокремлюючи істотне від другорядного, закономірне від випадкового, загальне від поодинокого, якісне від кількісного;

– *проектувальні вміння* – складати плани щодо процесу створення та дослідження математичної моделі об'єктів, процесів, явищ; робити постановку задач, виділяти загальні та другорядні цілі, вхідні та вихідні характеристики, параметри математичної моделі; поділяти процес побудови математичної моделі на окремі етапи; проектувати математичну модель досліджуваного процесу, представлену у вигляді математичних формул, знаків, співвідношень, операторів; використовувати найбільш ефективні та доцільні математичні методи для побудови моделі; застосовувати й удосконалювати існуючі алгоритми щодо проектування математичної моделі та за необхідності розробляти нові; застосовувати інформаційні технології в галузі математичного моделювання, спеціалізовані пакети програм, таких як MATLAB (Simulink); інтерпретувати одержані результати, порівнювати їх із первинними цілями та метою моделювання та, у разі невідповідності їм,

проводити необхідну корекцію;

– *організаторські вміння* – здійснювати організацію діяльності з математичного моделювання; підтримувати на належному рівні міжособистісне спілкування з усіма учасниками процесу побудови математичної моделі досліджувального процесу або явища;

– *комунікативні вміння* – слухати та розуміти співрозмовника, відчувати та підтримувати зворотний зв'язок під час спілкування щодо вирішення прикладного завдання; швидко та правильно орієнтуватися в процесі змін умов спілкування; використовувати в процесі спілкування відповідні ситуації мовні та невербальні засоби; створювати сприятливу та доброзичливу атмосферу в процесі взаємодії; вести діалог; брати участь у дискусіях, переконувати інших у правильності своїх поглядів;

– *рефлексивні вміння* – аналізувати власну діяльність щодо розробки математичних моделей; виявляти недоліки у своїй роботі з побудови, дослідження, аналізу математичних моделей і на цій основі організувати самоосвіту в галузі математичного моделювання; перевіряти достовірність математичних методів і доречність їх застосування при розробці та побудові математичної моделі, визначаючи власну позицію стосовно певних дій; оцінювати результати діяльності відповідно до поставленої мети.

*Особистісний компонент* компетентності із математичного моделювання характеризується спрямованістю особистісними якостями, які впливають на якість діяльності з математичного моделювання, такими як: відповідальність, цілеспрямованість, активність, оптимальність, ініціативність, самостійність, толерантність, адекватна самооцінка. Розвиток зазначеного компонента залежить від сформованості *таких умінь*: самостійно знаходити та опрацьовувати інформацію щодо математичного моделювання й аналізу процесів і явищ, застосовувати знання, навички щодо побудови та дослідження математичних моделей; досягати поставленої мети; знаходити такий спосіб дії, який приводить до одержання потрібного результату шляхом застосування найменшої кількості ресурсів; адекватно оцінювати рівень власної підготовки з математичного моделювання [5].

Однак, виявлений нами перелік умінь математичного моделювання потребує деякого уточнення. Як було показано вище, до умінь математичного моделювання, частіше за все, ще відносять свідоме використання таких розумових операцій, як аналіз, синтез, узагальнення, порівняння, конкретизацію. Покажемо, що ці більш елементарні вміння є складовими частинами тих, що виділені у процесі нашого аналізу.

1) Уміння виділяти головне потребує свідомого використання умінь аналізу, синтезу, абстрагування та узагальнення, порівняння та конкретизації.

2) Уміння інтерпретувати – розшифровувати мову об'єкта розгляду та уміння шукати аналогії потребує наявності в учнів умінь аналізу та синтезу.

3) Уміння класифікації. В його основі лежить операція розділення поняття, – аналізу, синтезу, інтерпретування, побудова причинно-наслідкових зв'язків, узагальнення.

4) Компонентами моделювання уміння є попередній аналіз та переклад (інтерпретація) змісту, узагальнення.

5) Стратегія, як спосіб надбання, збереження та використання інформації з метою отримання певного результату, передбачає усі вище перелічені вміння. Її метою є утворення поняття внаслідок зіткнення з найменшою кількістю випадків при мінімальному навантаженні пам'яті та логічного мислення, зведення нанівець кількості хибних дій у процесі утворення поняття, забезпечення суб'єктивної впевненості у факті його виникнення.

Відповідно до вищевикладеного, виокремимо такі дидактичні умови розвитку умінь математичного моделювання старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів:

1) наявність у старшокласників інтересу і потреби свідомого оволодіння методу математичного моделювання;

2) адекватна зумовленість змісту і форм організації навчання методу математичного моделювання;

3) забезпечення варіативності змісту навчання в контексті розвитку умінь математичного моделювання;

4) систематичності і послідовності пізнавальної діяльності;

5) наявність взаємоконтролю та самоконтролю навчально-пізнавальної діяльності;

6) оцінювання сформованості у старшокласників умінь математичного моделювання за результатами діяльності;

7) єдності навчальної, науково-дослідницької діяльності у процесі розвитку умінь математичного моделювання.

Математичне моделювання, як елемент навчальної технології, реалізується у змісті природничо-математичних предметів, в унаочненні природничих теорій, законів, у взаємозв'язках між параметрами даних теорій. На предметному рівні математичне моделювання виступає методом або засобом дослідження будь-якого процесу. На дидактичному рівні математичне моделювання є складовою цілісної педагогічної технології як загальнонауковий метод дослідження [4].

Розв'язання конкретних прикладних задач з використанням математичного моделювання дозволяє формувати певний аналітичний рівень технічного мислення учнів і демонструє прикладний характер набутих учнями знань. Останнє вимагає від них не лише вміння аналізувати процес або явище в

контексті конкретної задачі, а й знаходити раціональну математичну модель її розв'язання.

Організація навчальної діяльності математичного моделювання повинна здійснюватися на основі системного, діяльнісного, комплексного та особистісно-орієнтованого підходів і потребує педагогічно-доцільної диференціації навчання та комплексного використання як традиційних засобів, так і засобів інформаційно-комунікаційних технологій.

Використання у процесі навчання математики різних функцій математичного моделювання сприяє продуктивному мисленню учнів, оскільки їхня увага своєчасно переключається з моделі на отриману з її допомогою інформацію про об'єкт і навпаки. Таке переключення зводиться до мінімуму відволікання розумових сил учнів від предмета їх діяльності.

У процесі вивчення математики учні, як правило, мають справу вже з готовими математичними моделями. У цьому плані курс фізики вигідно відрізняється тим, що етап побудови математичної моделі розглянутого явища детально обговорюється, і математична модель народжується спільними зусиллями вчителя й учня. До того ж моделі на уроках фізики є досить різноплановими. Навіть у процесі вивчення одного й того самого явища використовується цілий набір моделей. У курсі математики (за діючими підручниками) подібних прикладів, на жаль, надто мало. Дослідження отриманого розв'язку часто зводиться до підстановки його в модель або перевірки наявності змісту знайденого розв'язку. Перший варіант є внутрішньо модельною перевіркою, другий – виконується побічно, без достатньої уваги. А в першому – є суттєві недоліки.

Побудувавши математичну модель, учні не проводять дослідження її результативності в плані отримання відповіді, яка узгоджувалася б із практикою. Дуже часто залишають без уваги перетворення, що зводять модель до вигляду, який є найбільш зручним для практичного використання. Нераціональність подачі вибраної моделі впливає на наступні етапи розв'язання та дослідження розв'язків.

Моделювання у навчанні природничих предметів, зокрема в процесі розв'язування задач, виступає як матеріалізована форма продуктивної

розумової діяльності учнів, а самі моделі – як продукти і як засоби її здійснення. Використання різних видів моделей створює підґрунтя для оволодіння школярами вміннями самостійно відкривати знання, стимулює їх пізнавальний інтерес, предметну зацікавленість, позитивно впливає на мотивування учнів до навчання, активізує самостійний пошук ними способів розв'язування навчальних проблем, а отже, сприяє формуванню системи природничо-математичних знань, навичок і умінь, необхідних у повсякденному житті та майбутній трудовій діяльності, розвитку конструктивного мислення як невід'ємної складової загальної культури людини.

Розгляд математичних моделей у курсі фізики дозволяє показати учням потужність математичного підґрунтя, на якому побудовано основні природничі теорії. Певні теорії використовують аналогічний математичний апарат, наприклад теорія гравітаційного та електричного полів, динаміка матеріальної точки та твердого тіла. Метод моделювання є не тільки методом навчання, а й загальним методом побудови наукових теорій. При цьому цей метод не є універсальним у методиці викладання, але є суттєвим доповненням до різнобічної системи методів навчання.

Моделювання у процесі розв'язання прикладних задач є не тільки методом дослідження реально існуючих фізичних об'єктів і явищ, а й одночасно методом побудови розв'язання фізичної задачі й вивчення.

**Висновки.** Педагогічно доцільне і грамотне впровадження методичної системи формування знань і вмінь математичного моделювання з урахуванням психолого-педагогічних основ навчальної діяльності та відповідно до принципу диференціації навчання забезпечує належний рівень формування вмінь математичного моделювання і підвищує ефективність навчання математики у школі взагалі; сприяє більш якісному та свідомому засвоєнню навчального матеріалу, надає навчально-пізнавальній діяльності дослідницького, творчого характеру, сприяє формуванню навичок та вмінь самостійної роботи у старшокласників.

#### Література:

1. Державний стандарт базової і повної середньої освіти. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/derj-stand.html>
2. Глобін О. І. Міжпредметні зв'язки в умовах профільного навчання математики: метод. посіб. / О. І. Глобін; Нац. акад. пед. наук України, Ін-т педагогіки. – К.: Педагогічна думка, 2012. – 86 с.
3. Основные результаты международного исследования образовательных достижений учащихся PISA – 2006 / [Баранова В. Ю., Ковалева Г. С., Кошеленко Н. Г., Красновский Э. А. и др.]. – М.: Центр оценки качества образования ИСМО РАО, 2007. – 99 с.
4. Хмара Т. М. Навчання учнів математичної мови: Методичний посібник / Т. М. Хмара. – К.: Рад. шк., 1985. – 95 с.