

УДК 372.853

МОДЕЛЮВАННЯ ЯК МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ І ВАЖЛИВИЙ ЧИННИК ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ЗНАТЬ

Глобін Олександр Ігоревич,

*провідний науковий співробітник відділу математичної та інформатичної освіти,
кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник, доцент.*

Лапінський Віталій Васильович,

*завідувач лабораторії навчання інформатики Інституту педагогіки НАПН України,
Кандидат фізико-математичних наук, vit_lap@ua.fm.*

Анотація Проаналізовано використання метода моделювання як складової процесу розв'язування навчальних задач у навчанні математики та інформатики старшокласників. Виокремлено і описано в термінах моделювання етапи розв'язування навчальних задач. Показано, що для покращання результатів навчання природничо-математичного та технологічного профілів слід надавати більше уваги моделюванню, зокрема — з використанням повнотекстових подань умов задач, виконання спеціальних завдань, що передбачають побудову алгоритмів і їх наступне зображення у вигляді блок-схем.

Ключові слова моделювання, навчальна задача, природничо-математичний профіль, технологічний профіль.



Основою профільної підготовки старшокласників є поглиблене вивчення ними навчальних предметів, які реалізують мету, завдання і зміст кожного конкретного профілю навчання — профільних загальноосвітніх предметів. Профільні предмети забезпечують прикладну спрямованість навчання за рахунок інтеграції знань і методів пізнання та застосування їх у різних сферах діяльності, в т.ч. і професійній, яка визначається специфікою профілю навчання [1]. Вивчення більшості профільних предметів природничо-математичного та технологічного напрямів, спирається на безпосереднє використання математичного апарату.

Міжпредметні зв'язки математики та інформатики глибокі й різноманітні. Разом з тим, переважна частина сучасних науково-методичних досліджень, присвячених розгляду цього питання, обмежується, в основному, пошуком можливостей і шляхів ефективного використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні математики. У дослідженнях майже не приділяється спеціальна увага визначенню загальних напрямів ефективного й адекватного використання та розвитку міжпредметних зв'язків математики та інформатики з метою подолання труднощів в оволодінні старшокласниками змістом профільного навчання. Зокрема, це стосується питань щодо усвідомлення учнями важливості математичних основ інформатики, методології застосування математичних методів у реалізації засобів ІТ.

Пропонована стаття присвячена розгляду одного із можливих підходів до розвитку міжпредметних зв'язків навчання математики та інформатики у профільній школі та визначенню деяких шляхів його реалізації у змістовому та діяльнісному аспектах навчання математики й інформатики.

Один з перспективних, на нашу думку, напрямів розвитку міжпредметних зв'язків математики та

інформатики в старшій (профільній) школі полягає у посиленні модельного аспекту навчання математики з метою створення в старшокласників більш повного уявлення про технологію розв'язування прикладних задач за допомогою комп'ютера і посилення мотивації навчання математики шляхом розвитку в учнів уявлень про можливі застосування математики до задач інформатики.

У процесі розв'язування задач моделі виконують різні функції: конкретизації, схематизації, побудови наочного образу, абстрагування, узагальнення тощо. Різні види моделей слугують з'ясуванням змісту задачі, її аналізу, розв'язуванню, дослідженню отриманого результату. Являючи собою матеріалізовані опори мислення, вони (моделі) вирішальною мірою визначають і скеровують хід міркувань учнів. Усе це дозволяє говорити про те, що моделі є основним засобом розв'язування задач, а моделювання — основною формою діяльності з їх розв'язування.

У традиційній методиці навчання розв'язуванню задач за допомогою комп'ютера в курсі інформатики основний акцент ставиться на побудові алгоритмів і створенні їх описів мовою програмування. У зв'язку з цим у суб'єктів навчання складається неповне уявлення щодо технологічної послідовності розв'язування прикладної математичної задачі (задачі, поставленої поза математикою, яка розв'язується математичними засобами) з використанням ІТ.

Зазначена послідовність дій може бути представлена таким чином.

1. Формалізована постановка не математичної задачі шляхом заміни термінів, у яких сформульована задача, їх математичними еквівалентами, тобто створення математично конкретизованого словесного (текстового) опису прикладної задачі — вербальної моделі. Головне на цьому етапі — чітко сформулювати

сутність проблеми та визначити ті запитання, відповіді на які потрібно отримати.

2. Побудова математичної моделі задачі. Це етап остаточної формалізації вербальної моделі. Він включає визначення складових (елементів) об'єкта моделювання, їх найважливіших властивостей, основних залежностей, що виражають ці властивості. На цьому етапі відбувається також формулювання гіпотез щодо можливого способу розв'язування задачі, визначається адекватний пропонованому способу розв'язування тип математичної моделі та її представлення у вигляді математичних залежностей і відношень (числових виразів, функцій, рівнянь, нерівностей, систем тощо).

3. Аналіз математичної моделі з метою виявлення її загальних властивостей і характеристик. Для проведення такого аналізу застосовуються вже суто математичні прийоми дослідження. Найбільш важливий елемент аналізу полягає у визначенні існування розв'язків математичної моделі (відповідних рівнянь (нерівностей), які є її складовими). Якщо вдається довести, що їх немає, то необхідно або скоригувати постановку задачі, або способи її математичної формалізації. У тих випадках, коли такі розв'язки можливі, але не вдається з'ясувати спосіб аналітичного розв'язання математичної моделі, вдаються до числових методів розв'язування (дослідження).

4. Розроблення алгоритму (логіко-символьної моделі) розв'язування задачі, яка може бути поданою як у формі вербального опису послідовності виконання дій, виконаного з використанням природньої мови і алгебраїчних нотацій обчислень, так і у вигляді опису послідовності дій штучною мовою, у тому числі — з використанням графічних побудов.

5. Описання розробленого алгоритму мовою програмування або в термінах конкретного діяльнісного (програмного) середовища (електронних таблиць, моделювальної програми тощо) — створення моделі комп'ютерного розв'язування задачі.

6. Налаштування та тестування програми або опису моделі (уточнення моделі розв'язування).

7. Інтерпретація та аналіз отриманого результату (розв'язку задачі). На цьому етапі відбувається перенесення знань з моделі на оригінал. Здійснюється переклад розв'язку мовою вихідної прикладної задачі. Відбувається перехід від подання результатів обчислень у найменуваннях математичної (числової) моделі до їх подання у форматі, наближеному до формату вихідних даних, отриманих з дослідження реального об'єкта, перевіряються правильність і повнота отриманих у процесі комп'ютерного моделювання даних, відбувається формування нових знань про об'єкт моделювання і можливість (ступінь, межі) їх практичної застосовності.

Таким чином, процес розв'язування прикладної задачі з використанням комп'ютера полягає у побудові та дослідженні (узагальненні, аналізі, уточненні) деякої послідовності інформаційних моделей, кожна з яких виконує відповідну (цілком конкретну) функцію на кожному з етапів процесу розв'язування прикладної задачі. При цьому, успіх розв'язання задачі буде залежати від того, наскільки правильно будуть виконані всі дії, що входять до складу названої послідовності.

Беручи до уваги викладене вище, а також враховуючи, що професійна діяльність фахівців інформаційно-технологічного профілю передбачає розв'язування переважно прикладних задач, приходимо до висновку щодо необхідності цілеспрямованого формування у старшокласників умінь інформаційного моделювання. З одного боку, це дозволить створити в учнів більш повне уявлення про технологію розв'язування прикладних задач за допомогою ПКТ. З іншого боку, безпосереднє ознайомлення старшокласників із сутністю понять «модель», «математична модель», «інформаційна модель» та цілеспрямоване формування умінь діяльності моделювання сприятиме усвідомленню учнями того факту, що абстрактні математичні моделі є моделями реальних об'єктів, явищ і процесів, а це, у свою чергу, посилить прикладну спрямованість навчання математики й інформатики, дозволить зробити навчальну діяльність школярів більш умотивованою, усвідомленою та продуктивною.

Посилення моделювального аспекту навчання математики в класах інформаційно-технологічного профілю можливе через створення та застосування системи спеціальних задач, які передбачають виокремлення істотних властивостей і ознак об'єкту моделювання та приведення його опису до форми математичної моделі, іншими словами, виконання математичної формалізації прикладної задачі (кроки 1–5) опису послідовності дій, поданого вище.

Така необхідність виникає в зв'язку з тим, що в традиційному навчанні математики учням, як правило, доводиться розв'язувати задачі, вже сформульовані в термінах математики, така ж ситуація спостерігається й з постановкою задач з програмування. Причиною цьому є обмеженість обсягів підручників, навчального часу на вивчення тем тощо, оскільки подання задач, для розв'язування яких мають виконуватися кроки 1–3, має бути певним нарративом, формування якого досить складне, а подання вимагає використання вдвічі й більше тексту, ніж подання задачі у форматі готової математичної моделі. Внаслідок цього школярі, набуваючи навички розв'язування досить складних абстрактних математичних задач, часто виявляються безпорадними перед простим прикладним (практичним) завданням на дослідження реального явища, оскільки не можуть описати його мовою математики, тобто виконати побудову математичної моделі, не кажучи вже про створення програмного продукту.

Об'єктивні причини труднощів «перекладу» у визначальній мірі обумовлені тим, що розрив між конкретною ситуацією, відображеною у фабулі задачі, та її абстрактною знаково-символічною математичною моделлю є досить суттєвим для учнів. Тому в процесі побудови математичної моделі задачі часто використовують різні матеріалізовані форми представлення її умови: ескіз, схема, малюнок, креслення, таблиця, граф тощо (кроки 3–4). З одного боку, побудова учнями таких моделей у процесі розв'язування задачі свідчить про напружений розумовий процес, який здійснюється в свідомості школярів і дає продуктивні результати без словесного вираження. З іншого боку, ці моделі можна розглядати як особливі допоміжні моделі задачі, що виступають у

якості зовнішніх опор для внутрішньої розумової діяльності. Їх побудова допомагає виділити всі елементи задачі, перевести їх у наочно-дійовий план, утримати в пам'яті, встановити та виокремити зв'язки і відношення, «приховані» за словесним формулюванням задачі. Таким чином, моделювання в процесі розв'язування задачі виступає як форма продуктивної розумової діяльності, а самі моделі — як продукти і як засоби здійснення цієї діяльності.

У психологічному плані побудова математичної моделі умови задачі не є одномоментним актом. Це складний багатоступінчастий процес, що полягає в побудові і дослідженні цілої низки моделей ситуації, описаної в задачі — від короткого запису її умови, до абстрактної знаково-символічної математичної моделі. У цьому розумінні процес розв'язування задачі можна розглядати як складний процес пошуку системи (побудови певної послідовності) моделей і визначення певної послідовності переходів від одного рівня моделювання до іншого, більш загального. Виконуючи побудову послідовності моделей, на кожному з етапів цього процесу звільняються від несуттєвих конкретних частковостей, властивих словесній формі представлення задачі. При цьому кожна нова побудована модель знаходиться на більш високому щаблі абстракції, ніж задача, яку вона моделює. Разом з тим, таке абстрагування не обмежується тільки звільненням від несуттєвих (з погляду математики) властивостей і якостей, притаманних об'єкту моделювання, воно також допомагає виявити зв'язки між його елементами, недоступні при безпосередньому її (задачі) сприйнятті [4].

Головна особливість застосування модельного підходу до розв'язування задач полягає в тому, що сама задача в процесі розв'язування виступає як модель реального явища, а отже, як об'єкт спеціального дослідження. Тому крім озброєння учнів спеціальними (математичними) знаннями, необхідною умовою здійснення модельного підходу у навчанні є формування в них знань про самі задачі, сутність та структуру процесу їх розв'язування. До таких знань належать загальні уявлення про: моделі і моделювання; задачі як моделі реальних об'єктів, процесів і явищ; сутність і природу виникнення задач із реальних ситуацій; складові частини і структуру задач; структуру процесу розв'язування задачі, його сутність й основні етапи здійснення. Ці знання потрібні школярам для того, щоб розв'язування задачі було повним і адекватним її постановці, а також для того, щоб сам процес розв'язування ставав засобом навчання і розвитку учнів.

Усвідомлення школярами розв'язування задачі як процесу побудови і аналізу послідовності моделей сприяє формуванню в учнів узагальненого підходу до розв'язування прикладних і практичних задач, виховує в них відношення до задачі як до об'єкта дослідження, наближує до розуміння сутності математичних методів пізнання дійсності.

При розв'язуванні прикладних задач на уроках математики зазвичай користуються терміном «математична модель» [3]. У шкільному курсі інформатики [2] поряд з цим використовується більш широке поняття «інформаційна модель», яке означається як сукупність інформації, що характеризує властивості

та стан об'єкта, процесу чи явища, а також його взаємодію із зовнішнім світом. Формами представлення інформаційної моделі можуть бути словесний опис, таблиця, малюнок, схема, креслення, граф, формула, алгоритм, комп'ютерна програма й т.і. Зазначимо, що математична модель також є певною формою інформаційної моделі. Задля посилення узгодженості навчання математики та інформатики у класах інформаційно-технологічного профілю з відомих форм подання інформаційних моделей особливий інтерес становлять алгоритми.

У змісті навчання математики алгоритми займають значне місце, оскільки з їх використанням строго описується послідовність дій. У той же час алгоритми лежать в основі діяльності програмування і є предметом спеціального вивчення в інформатиці [2]. Однак, у підходах до вивчення алгоритмів у навчанні математики та інформатики спостерігається неузгодженість, зумовлена тим, що в математиці алгоритм розуміється як опис виконання дій в певній послідовності, тобто як образ процесу (діяльності), а в інформатиці — як запис цього процесу, тобто як модель діяльності. Оскільки в інформатиці алгоритм виконується комп'ютером, при навчанні алгоритмізації в курсі інформатики особлива увага приділяється процесу формального опису алгоритму. У курсі ж математики навпаки, синтаксичний бік алгоритмів і чіткий опис їхньої структури представлені неповно, оскільки основний акцент ставиться на застосуванні (виконанні) алгоритмів самими учнями.

З метою узгодження та зближення підходів до вивчення алгоритмів у курсах інформатики та математики в профільній підготовці учнів інформаційно-технологічного профілю, у навчанні математики доцільним, на нашу думку, буде спеціальне звернення уваги учнів на синтаксичну складову процесу опису алгоритмів. При такому підході, створювані в процесі навчання математики алгоритми розв'язування математичних задач певних видів, можуть бути покладені в основу створення бібліотеки алгоритмів для забезпечення навчання інформатики. Одночасно таке узгодження й зближення змісту навчання математики та інформатики, завдяки необхідності виконання учнями детального опису структур алгоритмів при вивченні математики, буде сприяти усвідомленню ними способів власної діяльності в процесі розв'язування математичних задач.

У навчанні інформатики для опису алгоритмів, зазвичай, застосовуються блок-схеми. Тому методично доцільним є використання блок-схем і при побудові алгоритмів розв'язування задач у курсі математики. Серед методичних переваг застосування мови блок-схем у навчанні математики слід відзначити високий ступінь наочності подання алгоритму, його чіткість та прозорість, що дає можливість школярам «побачити» всі обчислювальні процеси від початку до кінця (з усіма можливими ускладненнями), дидактична доступність, оскільки навчання вмінню читати опис алгоритму у формі блок-схеми не вимагає від учнів трудомісткої підготовки. Крім того, використання блок-схем для опису алгоритмів розв'язування задач повністю узгоджуються з висновками психологів [5] про користь фіксації етапів розумової діяльності учнів (у даному випадку діяльності роз-

в'язування задачі) у зорових образах, що дозволяє вчителю спостерігати цю діяльність, контролювати її результати та вчасно корегувати. Отже, блок-схеми виконують не тільки функцію наочного представлення алгоритмів, але й слугують матеріалізованою опорою розумової діяльності учнів при розв'язуванні задач, зручним апаратом для її здійснення, фіксації в пам'яті та на папері.

У відповідності до викладеного вище, логічний розвиток модельного підходу в навчанні математики вбачається у цілеспрямованому формуванні у старшокласників алгоритмічних умінь, а саме, у посиленні уваги до синтаксичної складової процесу побудови алгоритмів. Посилення алгоритмічного аспекту навчання математики у класах інформаційно-технологічного профілю може бути здійснено шляхом включення до змісту її навчання спеціальних завдань, що передбачають побудову учнями алгоритмів основних видів (лінійний, розгалужений, циклічний) розв'язування математичних задач з наступним їх поданням у вигляді блок-схем.

Посилення модельного та алгоритмічного аспектів у шкільному курсі математики з одного боку сприятиме підвищенню ефективності вивчення математики, оскільки забезпечує більш повну реалізацію її прикладної складової завдяки формуванню в учнів уявлення про математичні моделі як про універсальний інструмент дослідження реальних об'єктів, явищ і процесів. З іншого боку — зростає продуктивність навчання інформатики, оскільки дає можливість учням більш повно уявити технологічну послідовність розв'язування прикладних задач за допомогою комп'ютера, будувати на уроках математики алгоритми, які можуть бути покладені в основу створення бібліотеки алгоритмів, що знайдуть відповідне застосування у вивченні інформатики. Тому цілеспрямоване застосування модельного підходу у навчанні математики ми розглядаємо як ефективний засіб реалізації міжпредметних зв'язків у профільному навчанні математики та інформатики.

Навчання розв'язуванню прикладних задач з використанням комп'ютера у класах інформаційно-технологічного профілю доцільно організувати у три етапи.

Основною метою першого етапу є створення в учнів позитивної мотивації до оволодіння вміннями моделювання й алгоритмізації шляхом актуалізації знань, отриманих при вивченні інформатики в основній школі. На другому етапі основна увага має бути приділена розвиткові у старшокласників умінь: складання лінійних алгоритмів розв'язування задачі за готовою математичною моделлю, та їх опис у вигляді блок-схем; побудови математичних моделей прикладних (сюжетних) задач; складання розгалужених і циклічних алгоритмів розв'язування задач на основі аналізу відповідних математичних моделей. Третій етап — на спільному (бінарному, інтегрованому) уроці здійснюється повне (самостійне) розв'язування прикладних математичних задач із використанням ІТ, можливо — з використанням елементів методу проектів.

Підсумовуючи сказане, дійдемо таких висновків.

1. Міжпредметні зв'язки математики в класах з профільним навчанням інформатики доцільно роз-

вивати шляхом посилення модельного й алгоритмічного аспектів.

2. Посилення модельного аспекту навчання математики та інформатики відбувається через уведення до змісту її навчання спеціальних завдань, що передбачають обов'язкове приведення істотних властивостей і ознак об'єкта моделювання до математичної форми, тобто його математичну формалізацію.

3. Посилення алгоритмічного аспекту навчання математики доцільне шляхом подання повнотекстових описань навчальних задач і виконання спеціальних завдань, що передбачають побудову алгоритмів і їх наступне зображення у вигляді блок-схем.

* * *

Моделирование

Глобин А. И., Лапинский В. В. Моделирование как метод исследования и важный фактор формирования системы естественно-математических знаний

Аннотация Проанализировано использование метода моделирования как составляющей процесса решения учебных задач в обучении математике и информатике старшекласников. Выделены и описаны в терминах моделирования этапы решения учебных задач. Показано, что для улучшения результатов обучения старшекласников естественно-математического и технологического профилей следует уделять больше внимания моделированию, в частности — с использованием полнотекстовых задач и выполнения специальных задач, предусматривающих построение алгоритмов и их последующее изображение в виде блок-схем.

Ключевые слова: моделирование, учебная задача, естественно-математический профиль, технологический профиль.

* * *

Globin Alexander I., Lapinsky Vitaly V. Modeling as a Research Method and an Important Factor in the System of Natural-Mathematical Knowledge Formation

Abstract The use of the modeling method as a component of the process of solving learning task in teaching mathematics and computer science of high school students is analyzed. The stages of solving learning tasks are identified and described in terms of modeling. It is shown that to improve the learning outcomes of senior students of natural-mathematical and technological profiles, more attention should be given to modeling, in particular, using learning tasks full-text descriptions and performing special exercises, providing for the construction of algorithms and their subsequent image in the of block schemes form.

Keywords: modeling, learning task, natural-mathematical profile, technological profile.

Література

1. Концепція профільного навчання в старшій школі // Інформаційний збірник МОН України. — 2009. — №28–29. — С.57–64.
2. Інформатика. Навчальна програма для учнів 10–12 класів загальноосвітніх навчальних закладів [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/main.php?query=education/average/prog12>.
3. Математика. Навчальна програма для учнів 10–12 класів загальноосвітніх навчальних закладів. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/main.php?query=education/average/prog12>.
4. Салмина Н. Г. Знак и символ в обучении. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1988. — 288 с.
5. Якиманская И. С. Знание и мышление школьника. — М. : Знание, 1985. — 78 с.
6. Тарара А. М., Лапінський С. В. Сучасні вимоги до навчання учнів технічному моделюванню // Комп'ютер у школі та сім'ї. — 2015. — №8. — С. 40–45.