

УДК 378.141.018

МОДЕЛІ ЯК ОСНОВНА СКЛАДОВА МЕТОДИК ВИКЛАДАННЯ

Марк Босін, Лариса Рикова

*Харківський гуманітарно-педагогічний інститут
пров. Шота Руставелі, 7, 61050 Харків, Україна*

Розглянуто питання використання моделей у викладанні. Процес еволюції знань у кожній галузі зумовлює «ланцюжок» моделей, кожна з яких щораз більше наближає нас до істини. Для забезпечення якісного викладання важливе також використання подібного “ланцюжка” моделей, кожна ланка якого є важливим шаблоном в опануванні начальним матеріалом з певної навчальної дисципліни.

Ключові слова: модель, викладання, наближення до істини, комп’ютерна модель.

У будь-якій науці моделі розглядають як деякі наближення до істини. Жодна модель не є істиною в точному розумінні цього поняття. Це пов’язано, по-перше, з тим, що будь-яке явище або процес, що вивчають, у різних ситуаціях (за різних умов) проявляють себе по-різному, тобто явище в сукупності зі своїми причинно-наслідковими елементами завжди багатогранне; модель практично завжди відображає якусь одну з цих граней. Як приклад можна навести таке явище, як світло. У великій кількості випадків світло проявляє себе як хвильовий процес: інтерференція, дифракція, поляризація тощо. У цих випадках світло відображають за допомогою низки хвильових моделей. “Родзинкою” хвильових моделей є, безсумнівно, зображення фронту хвилі у вигляді сукупності “зон Френзеля” [2]. В інших випадках світло “поводить себе” як потік частинок, що мають масу, імпульс (і навіть момент імпульсу). Сюди відносять фотоефект, явища випромінювання і поглинання світла атомами речовини тощо. У цих випадках для наближеного відображення реальності використовують квантові моделі, наприклад, постулати Бора [3]. Отже, будь-яке реальне явище відповідно до своєї багатогранності зумовлює палітру моделей, кожна з яких відображає одну з граней і не відображає інші. Спроби створення моделей, що відображали б усі грані явища, яке вивчають, мали деякий успіх тільки під час створення математичних моделей. Зауважимо, щоб назвати якусь модель істиною, треба мати чіткі критерії цієї істини. А з цим в будь-якій науці – цілковита невизначеність. Хоча й прийнято говорити, що критерій істини – це експеримент.

Інтерференція та дифракція світла – незаперечні факти, які з високим ступенем точності описують методом зон Френеля. Отже, зони Френеля – істина, і у вигляді їхньої сукупності можна зобразити фронт світлового променя. Але як тоді бути, наприклад, з фотоефектом? Адже метод зон Френеля не може пояснити цього явища, тут на істину претендують інші моделі. Виходить, істина – щось складніше, ніж будь-яка з моделей, що описує якусь частину цієї істини. У цьому смислі поняття істини відображається поняттям, що не можна визначити. Правда, можливий один шлях, що може привести до визначення поняття “істина”. У процесі еволюції наших знань у кожній конкретній галузі з’являються щораз досконаліші моделі, які часто відображають декілька сторін явищ, які вивчають. Якщо можна собі уявити застосування до певної ситуації операції “граничний перехід”, то, можливо, істину й слід визначити як результат цього граничного переходу.

Процес навчання найбільш ефективний, якщо шлях “від простого до складного” являє собою сходи, в яких кожний наступний щабель наближає нас до істини поступово із появою нової інформації про об’єкт (процес, явище), який вивчають. У всіх науках (у природничих – абсолютно точно) «сходинки» процесу навчання збігаються з тим ланцюжком моделей, що наближає нас до істини, який утворюється в процесі наукового пізнання, за винятком тупикових “відгалужень” здебільшого у процесі навчання не беруть до уваги (правда, не завжди). До таких тупикових “відгалужень” належить теорія теплороду, різноманітні ефірні теорії (тупикових теорій в науці, на жаль, було досить багато).

Отже, коли ми ведемо мову про моделювання як про спосіб відображення реальної дійсності, то аналізуємо останній “щабель”, який на цей момент найближчий до істини. Коли ж ми розглядаємо використання моделювання у процесі навчання, то йдеться про весь ланцюжок моделей, граничний перехід якого є істиною.

Таке важливе поняття, як стадійність навчання чи не є наслідком того ланцюжка моделей, в якому, не розібравшись з попередньою ланкою, неможливо зрозуміти наступне? Адже, перервавши навчання на якійсь ланці («сходинці»), ми зупинимося на деякій відстані від істини. Тут наявні також реперні точки, які відділяють вищу освіту від середньої, спеціаліста від бакалавра, магістра від спеціаліста тощо. Найвищий рівень навчання передбачає відхід (хоча б невеликий) від найвищої сходинки в непізнане. Тут той, хто навчається, може сам, нагромаджуючи інформацію з різних джерел, виносити на обговорення наукової спільноти свої представлення і узагальнення, свої моделі, на початках недосконалі.

На підставі вищенаведеного процес навчання можна визначити як процес піднімання тими сходами, які ми так образно описали. Важливим тут

є те, що будь-яка спроба “переступити” через сходинку призводить до “втрати” учня, що часто відбувається з вини самого учня: якщо студент відвідує заняття в “шаховому порядку”, то він неминуче опиниться в ситуації, коли треба “переступити” через сходинку (а то й більше).

Отже, якщо навчання є піднімання по тих “модельним” щаблях, які ведуть до істини, то що ж таке методика навчання? Кожний педагог знає (відповідно до навчального плану), до якої сходинки він повинен “підняти” своїх учнів. Саме вона – ця остання сходинка – не повинна бути “пофарбована” індивідуальністю педагога, його ставленням до відповідної моделі явища, яке вивчають, оскільки ті, кого він навчає, можливо, продовжать свою освіту в іншому місці, в іншого педагога, для якого цей щабель буде першим (відправним) і його ставлення до цієї моделі може бути іншим. Що ж стосується усіх проміжних моделей, що розміщені нижче від щабля, на якому закінчується певний етап навчання, то тут педагог може використовувати весь свій досвід, інтуїцію, інтелект, щоб на вищих сходинках його учні стояли міцно і впевнено. Саме на цьому етапі педагог, беручи до уваги рівень тих, кого він навчає, чи то спрощує, чи то відходить від стандартних моделей, збільшуючи кількість проміжних сходинок (моделей), полегшуючи набуття студентами необхідних знань для розуміння (у відповідних межах) відповідного розділу науки, конкретної теми або явища. Це значною мірою визначає методику викладання. Можна стверджувати, що технологія викладання значною мірою визначається умінням моделювати об’єкти і процеси, які вивчають. Сюди належать і психологічні компоненти: декілька образних моделей (порівнянь, аналогій) найчастіше долають психологічне неприйняття (опірність) нової інформації, її зв’язку з усім попереднім, яке найчастіше пов’язане з невпевненістю у собі і поки ще недостатнім інтелектуальним рівнем тих, хто навчається. Виняток становлять тільки тембр голосу, зовнішність педагога, його акторське дарування, те, що теж певною мірою є складовою методики, але не є моделюванням. Взагалі ж методика викладання сповнена моделями (класичними (підсумковими) і проміжними), які залежать від методичної майстерності викладача.

Зазначимо, що можливості моделювання, а відповідно й можливості удосконалення методики викладання суттєво збільшилися з появою комп’ютера і розвитком інформатики як науки про програмно-технічні засоби, що становлять нині матеріальну сторону забезпечення інтелектуальної діяльності. Інформатика зумовила виникнення нового виду моделей, які точніше можна назвати алгоритмічними моделями. У деяких науках оволодіння “алгоритмами” стали розглядати як стратегічну мету освіти.

Проблема комп'ютерного моделювання в наш час є предметом розгляду на різних симпозиумах і конференціях: Міжнародная конференція "Комп'ютерне моделювання" (Санкт-Петербург, 2002 р.); конференція "Математичні методи в екології" (Петрозаводську, 2001 р.); школа-семінар "Сучасні проблеми математичного моделювання" (Абрау-Дюрсо, 2001 р.), міжвузівська науко-практична конференція "Комп'ютерне моделювання в освіті" (Кривий Ріг, 2008 р.) тощо. У матеріалах цих конференцій переважають доповіді про методи моделювання, але дуже мало (за винятком конференції у Кривому Розі) аналізують питання застосування комп'ютерних моделей в навчанні. І це не випадково. Використання комп'ютера в освіті неминуче поєднання з чинниками психологічної зумовленості, з урахуванням стандартів освіти і дидактичних особливостей навчального процесу. Саме ці чинники й особливості треба брати до уваги, коли ми намагаємося оцінити якість і педагогічну ефективність комп'ютерного моделювання в освіті. Це стосується різних видів моделювання – імітаційного, коли функціонування об'єкта відображається у вигляді його програмної реалізації на комп'ютері; структурно-функціонального з поданням інформації у вигляді схем, графіків, малюнків, діаграм; концептуального, який реалізується через систему знаків, символів, операцій з використанням штучних мов [1].

Доцільність моделювання на комп'ютері повинна бути зрозумілою тому, хто навчається, із самого початку постановки задачі. Очевидно, що мало додає у пізнанні фізичного явища демонстрація на екрані траєкторії вільно кинутого тіла. Значно більше в такій імітаційній моделі зрозуміє студент, якщо в русі тіла будуть брати до уваги опір повітря, вплив розкиду початкових параметрів. У комп'ютерних моделях вся суть в урахуванні деталей процесу. Більш широко це слід трактувати як необхідність системного підходу у процесі моделювання. Модель повинна розкривати те, що неочевидно, і саме тому вона становить інтерес для тих, хто навчається.

Можна зазначити ознаки, яким повинна відповідати комп'ютерна модель для навчання. У ній повинна бути забезпечена простота технічної реалізації на комп'ютері: процедури виконання моделі на комп'ютері не повинні заступати її змістовну частину. Повинна бути забезпечена можливість модифікування імітаційної програми, реального діапазону вихідних параметрів. Сьогодні вже не викликає інтересу статичне уявлення навчальної інформації на екрані. Проблема подання знання на екрані «виростає» в цілу системну науку, яка об'єднує знання про дизайн, ергономічність, художнє сприйняття, психофізичні особливості спілкування з комп'ютером. Подання мультимедіаобразів на екрані повинно брати до уваги закони художньої композиції: розташування змістового і зображувального центру сюжету на екрані, правил оздоблення і дотримання контрасту, динаміки кадрованого простору. Суттєві результати в аналізі цих питань

одержані останнім часом у роботах, виконаних групою В. А. Рижова в Інституті інформатизації освіти [4].

Отже, з виникненням комп'ютера і “проростанням” інформатики майже в усі науки збільшилася кількість і покращилася якість моделей, які використовують у викладанні; відповідно збільшилася кількість методичних прийомів на усіх щаблях освіти. Співвідношення між моделями і методичними прийомами не потребує суттєвого переосмислення. Як і раніше, “ланцюжок” моделей, які використовують викладачі у своїй роботі, становить суть методики викладання. Це твердження, звичайно, може бути проілюстроване на прикладах.

Одним з центральних понять, досить важким для розуміння, в математиці є інтеграл за мірою, окремими випадками якого є інтеграл на сегменті, подвійний, потрійний, криволінійний та поверхневий інтегралі. Головні труднощі у викладанні цього розділу математики полягають не в навчанні обчисленню цих інтегралів, а в навчанні зведенню конкретного сюжету до інтегралу за мірою. Припустимо, що перед нами постає задача обчислення маси будь-якого неоднорідного тіла, що займає у просторі деяку область G (не має значення якої мірності). Для наочності можна область G вважати тривимірною. Із середньої школи учні “винесли” тільки вміння обчислювати масу однорідного тіла: для цього щільність тіла треба помножити на його об'єм. Зрозуміло, що у випадку неоднорідного тіла, де щільність змінюється від точки до точки, така методика не може бути використана, всі студенти це розуміють. Дуже легко підвести студентів до думки про зображення тіла у вигляді сукупності найменших частинок, всередині кожної з яких щільність, якщо й змінюється, то незначно, тобто можна написати наближену рівність:

$$\Delta m_i \approx f(P_i) \cdot \Delta V_i. \quad (1)$$

Тут Δm_i – маса i -го елемента тіла, отриманого в результаті його «дроблення» на найменші частинки; $f(P_i)$ – щільність тіла в будь-якій точці i -ї; ΔV_i – об'єм цієї “дробинки”.

Отже, з'являються два пункти в алгоритмі розв'язання задачі:

1) дроблення тіла на найменші елементи;

2) вибір на кожній “дробинці” деякої точки $P_i (i = \overline{1, n})$.

Необхідно зауважити, що вираз (1) є наближенням (адже щільність, хоча й ненабагато, але може змінюватися в межах кожного елемента (“дробинки”).

Третій пункт алгоритму очевидний: для отримання маси усього тіла треба маси усіх “дробинок” додати, тобто

$$m = \sum_{i=1}^n \Delta m_i \approx \sum_{i=1}^n f(P)_i \Delta V_i \tag{2}$$

Рівність (2) також наближена відповідно до (1), n – кількість елементарних “дробинок”. Подальші міркування пов’язані виключно з тим, як наближену рівність перетворити на точну. Для розуміння нескладним є твердження, згідно з яким вираз (2) буде точнішим у разі мілкіших “дробинок”, тобто у випадку збільшення n . Студентам необхідно нагадати, що таке операція граничного переходу, після чого можна перейти до точної рівності, поставивши перед сумою знак границі під час нескінченного дроблення області G на елементи, тобто під час стискання кожної дробинки у вибрану на ній точку. Тут недостатньо написати $n \rightarrow \infty$, треба обов’язково ввести для розгляду поняття “ранг дроблення” λ (як максимальній діаметр по всіх дробинках). Саме якщо $\lambda \rightarrow 0$, то буде гарантована умова стиснення усіх дробинок у відповідні точки.

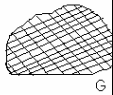

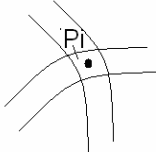
Отже, граничний перехід, якщо $\lambda \rightarrow 0$, – наступний (завершальний) пункт алгоритму розв’язання задачі:

$$m = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n f(P)_i \Delta V_i \tag{3}$$

Суму (2) зазвичай називають сумою Римана, а границю (3) (якщо вона є) – інтегралом за мірою

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n f(P)_i \Delta V_i \stackrel{def}{=} \int_{(G)} f(P) dV \tag{4}$$

Підсумовуючи наші міркування, складемо короткий алгоритм розв’язання задачі обчислення маси тіла:

1	2	3	4	5
Дроблення	Вибір точок	Диференційне наближення	Підсумовування	Граничний перехід
		 $\Delta m_i \approx f(P)_i \cdot \Delta V_i$	$m \approx \sum_{i=1}^n f(P)_i \Delta V_i$	$\lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n f(P)_i \Delta V_i \stackrel{def}{=} \int_{(G)} f(P) dV$

Як видно, з кожним пунктом алгоритму пов'язана певна модель (об'єкта або дії), а алгоритм являє собою чітку послідовність “кроків” процесу введення інтегралу за мірою, тобто методику розв'язання поставленої задачі. Будь-який викладач математики без труднощів узагальнить отриманий результат на випадок обчислення будь-якої аддитивної характеристики матеріальної системи, наскільки б складною вона не була.

Можна було б навести багато інших ілюстрацій, коли ланцюжок моделей відображає суть методики викладення розділу науки, якоїсь її частини або якогось конкретного процесу (явища). Ми обрали інтеграл за мірою, оскільки цей приклад викликає самостійний інтерес, бо він відображає ідеологію інтегрального числення, яка базується на загальній властивості матерії – інертності. Саме завдяки інертності всього матеріального дроблення часу і координат з наступним граничним переходом можна вважати, що на кожній “дробинці” всі кількісні характеристики не встигають змінитися, що в її межах все лінійне, однорідне й рівномірне.

Отже, якщо вилучити з розгляду методики викладання (в межах будь-якої дисципліни) питання організаційного та психологічного характеру, то залишається лише “ланцюжок” моделей (етапи) імплікаційних переходів, який охоплює всі методичні прийоми й знахідки, що становлять основну частину методики викладання.

-
1. *Бахвалов Л.* Компьютерное моделирование – долгий путь к сияющим вершинам? М., 1997. <http://www.computerra.ru/offline/1997/217/814/>.
 2. *Ландсберг Г. С.* Оптика. М., 1976.
 3. *Пайерлс Р. Е.* Законы природы. М., 1962.
 4. Разработка методических средств, определяющих композицию и форму представления учебной информации и знаний в интернет-учебниках при создании образовательных сред. Отчет о НИР. ИНИНФО МГОПУ им. М. А. Шолохова. М., 2002. <http://www.pvu.mgou.ru>.

MODELS AS THE BASIC COMPONENT OF TEACHING TECHNIQUES

Mark Bosin
Larysa Rykova

*Humanitarian Pedagogical Institute of Kharkiv,
Shota Rustaveli Str., 7, UA – 61050 Kharkiv, Ukraine*

The study considers the questions of applying models in teaching. The process of knowledge evolution in each branch generates the "chain" of models, any of which brings us closer to the truth. The qualitative teaching needs the similar "chain" of models every element of which is the important stage in mastering the certain subject matter.

Key words: model, teaching, approaching to the truth, computer model.

Стаття надійшла до редколегії 06.05.2008

Прийнята до друку 15.09.2008