

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНО-ТРЕНУВАЛЬНИХ ЗАДАЧАХ

Анатолій ЯРОВЕНКО

Розглядаються питання побудови інформаційної моделі об'єкту, який досліджується в процесі розв'язування навчальної задачі за допомогою комп'ютера. Пропонується подання об'єкту дослідження та його інформаційної моделі в теоретико-множинному виді.

The questions of construction of informative model of the object, which is investigated in the process of solving of educational task by means of computer, are examined. Presentation of research object and him informative model is offered in a set-theoretic kind.

Постановка проблеми. Світові тенденції комп'ютеризації та інформатизації суспільства визначили принципово нові пріоритети розвитку освіти в Україні. Одним із стратегічних напрямів, визначених в Національній стратегії розвитку освіти в Україні до 2021 року, є інформатизація освіти, яка полягає у «впровадженні сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, що забезпечують удосконалення навчально-виховного процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві» [1, с.2]. Складовою процесу інформатизації освіти є її комп'ютеризація, основний засіб якої (комп'ютер) став потужним і необхідним інструментом в реалізації освітніх технологій і методик навчання.

Особливо важливою є роль комп'ютера при розв'язуванні навчальної задачі, яка є центральним елементом всієї навчальної діяльності, засобом реалізації і формою втілення змісту навчання.

Розв'язування навчальних задач в широкому сенсі і зокрема – за допомогою комп'ютера, сприяє формуванню у студентів необхідних компонентів професійної компетентності (вміння формулювати, аналізувати та формалізувати задачу, конструювати інформаційні та математичні моделі, обґрунтовувати вибір методу розв'язування задачі, проводити комп'ютерні експерименти з моделями, об'єктивно оцінювати та узагальнювати отримані результати тощо) та особливий тип мислення – алгоритмічний.

Саме тому проблема розв'язування навчальних задач є актуальною темою наукових досліджень, результати яких мають велике теоретичне і практичне значення. Незважаючи на велику кількість публікацій із вказаної проблеми, залишаються питання, які потребують подальших досліджень, зокрема, питання формалізації процесу розв'язування навчальних задач за допомогою комп'ютера, застосування методів моделювання (модельного підходу), побудови інформаційних та математичних моделей тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій та виділення невирішених частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.

В роботах зарубіжних авторів (А. Ахо, Б. Боем, Ф. Брукс, Е. Брауде, Г. Буч, Д. Відріг, К. Вігерс, Н. Вірт, Т. Гоар, П. Гудліф, С. Гудман, Е. Дейкстра, М. Джексон, А. Джекобсон, Д. Дік, Е. Йордан, М. Зелковиц, Т. Кормен, А. Левітін, Д. Леффінгвелл, С. Макконнелл, У. Ройс, Р. Седжвік, І. Соммервілл, Д. Ульман, М. Фаулер, Е. Халл, А.П. Єршов, В.С. Зарубін, Н.Н. Каліткін, В.В. Ліпаєв, О.П. Михайлов, А.Д. Мишкіс,

О.А. Самарський та ін.) основна увага приділяється проектуванню алгоритмів і програм, математичному чи комп'ютерному моделюванню, а питання побудови моделей об'єктів дослідження висвітлюються недостатньо або й зовсім не розглядаються.

Вказані вище зарубіжні та вітчизняні учені (В.Ю. Биков, Я.М. Глинський, А.М. Гуржій, Ю.О. Дорошенко, М.І. Жалдак, І.О. Завадський, Т.П. Караванова, В.І. Ключко, О.В. Костриба, Р.М. Літнарлович, М.С. Львов, Н.В. Морзе, Н.В. Оліференко, С.А. Раков, Ю.С. Рамський, Й.Я. Ривкінд, Ю.В. Триус, В.М. Томашевський, С.О. Семеріков, О.В. Співаковський, О.М. Станжицький та ін.), якщо і розглядають питання побудови моделей в процесі розв'язування задач, то тільки математичних, структурних, імітаційних, функціональних тощо, але не інформаційних.

В доступній автору науковій та навчально-методичній літературі терміни «інформаційна модель» та «інформаційне моделювання» використовуються в контексті розгляду питань моделювання та проектування складних систем (технічних, інформаційних, інтелектуальних, експертних, систем керування базами даних та підтримки прийняття рішень тощо), відповідно й інформаційна модель будується для таких об'єктів як предметна область, документообіг, бізнес-процес, підприємство, організація чи установа.

Необхідність побудови інформаційної (ІМ) і/або математичної моделі (ММ) об'єкту, що досліджується в навчальній задачі, продиктована насамперед тим, що в процесі розв'язування задачі за допомогою комп'ютера і його результатом мають бути спроектовані алгоритм розв'язування задачі і програма, яка його реалізує. Згідно формальних властивостей алгоритму, зокрема масовості, розроблені алгоритм і програма можуть бути застосовані до розв'язання класу подібних задач. Кожну задачу з такого класу можна отримати шляхом задання значень вхідних даних – характеристик чи властивостей досліджуваного об'єкту, отже і параметрів його моделей.

Очевидно, що найкращим рішенням є побудова математичної моделі об'єкту дослідження (ОД), оскільки її наявність дозволяє розв'язати широке коло задач (не тільки подібних заданій) стосовно ОД в межах адекватності його ММ. Наприклад, рівняння кола $(x - X_0)^2 + (y - Y_0)^2 = R^2$, як геометричного місця точок рівновіддалених від точки-центру з координатами (X_0, Y_0) , дозволяє розв'язати всі задачі щодо подібних колу об'єктів, якщо не враховувати впливів зовнішнього середовища (інших об'єктів).

Але при побудові ММ ОД можуть мати місце досить серйозні труднощі:

- по-перше, не завжди вдається побудувати ММ ОД на базі наявних теоретичних знань і практичних умінь (звичайно, не йдеться про вище згадуваний та інші прості і тривіальні об'єкти);

- по-друге, в багатьох навчально-тренувальних задачах (зокрема, з інформатики, обробки даних та ін.) побудова формальної ММ ОД неможлива;

- по-третє, складність адекватної ММ самого ОД та врахування зовнішніх впливів (впливів зовнішнього середовища й інших об'єктів) може не дозволити застосувати для розв'язання задачі відомі методи і способи;

- по-четверте, для розв'язання широкого кола навчально-тренувальних задач, особливо в рамках шкільних дисциплін та молодших університетських курсів, немає потреби будувати ММ ОД.

Розв'язування навчальних задач з фізики ґрунтується на фундаментальних законах природи (збереження енергії, матерії, імпульсу), класичних законах (Ньютона, Кулона, Фур'є, Лагранжа тощо), варіаційних принципах, аналогіях або ж їх сумісному застосуванню [2 – 7]. В таких задачах ММ ОД подається у виді диференціального рівняння чи системи диференціальних рівнянь (звичайних чи з частинними похідними) першого і другого порядків, або ж у виді задачі Коші чи крайової задачі. Очевидно, що такі ММ студент може будувати тільки після вивчення (освоєння) відповідного курсу.

Тому в багатьох випадках для розв'язання навчально-тренувальної задачі цілком достатнім є побудова ІМ ОД. Необхідно також відзначити, що вміння і навички побудови ІМ ОД (навіть, якщо цього не вимагається в умові задачі) є фундаментом компетентності з моделювання, яка є невід'ємною складовою професійної компетентності сучасного фахівця.

В роботі [8, с.106] автором розглядається поняття ІМ ОД як сукупності даних про досліджуваний в задачі об'єкт, які характеризують його найбільш істотні властивості і стани, принципово важливі для задачі, що розв'язується, і достатні для отримання її розв'язку. Там же запропонована узагальнена схема побудови ІМ ОД.

Подальші дослідження проблеми розв'язування навчальних задач за допомогою комп'ютера виявили необхідність уточнення введеного поняття ІМ ОД та деталізації схеми її побудови.

Відзначимо, що характерні для переважної більшості публікацій розбіжності і довільне трактування структури та змісту етапів процесу побудови моделей ОД (зокрема – ІМ) унеможливають уніфікацію та формалізацію цього процесу, що, в свою чергу, робить неможливим створення відповідної технології розв'язування навчально-тренувальних задач.

Метою даної роботи є уточнення поняття ІМ ОД та ідентифікація і класифікація її параметрів.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні завдання:

- уточнити поняття ІМ ОД, ідентифікувати й класифікувати її параметри;
- аналіз процесу побудови ІМ ОД в навчально-тренувальних задачах.

Виклад основного матеріалу дослідження. А. Холл, Р. Фейджін та Ф. Фейджін визначають систему як «множину об'єктів, між якими існують певні відношення, та їх атрибутів» [9, с.17]. Під об'єктами розуміють компоненти системи, а під атрибутами – властивості об'єктів. Відношення задають (визначають) взаємодію між об'єктами.

Якщо розглядати ОД як деяку систему і скористатись теоретико-множинним визначенням системи, то формально об'єкт дослідження можна подати у виді сукупності параметрів, які описують його властивості, стани, процес функціонування (поведінку) та утворюють множини незалежних та залежних змінних [9, с.17].

До незалежних змінних відносяться:

сукупність вхідних параметрів (впливів) на ОД: $x_i \in X, i = 1, 2, \dots, n_X$.

Це незалежні параметри об'єкту, серед яких виділяються керуючі і некеруючі впливи і які можуть бути статичними і динамічними.

сукупність постійних параметрів ОД: $h_k \in H, k = 1, 2, \dots, n_H$.

сукупність впливів зовнішнього середовища на ОД: $v_l \in V, l = 1, 2, \dots, n_V$.

Впливи зовнішнього середовища можуть бути контрольованими (які спостерігаються) та неконтрольовані (збуреннями), детермінованими або випадковими, статичними або динамічними.

До залежних змінних відносяться:

сукупність вихідних параметрів (характеристик) ОД: $y_j \in Y, j = 1, 2, \dots, n_Y$.

В загальному випадку множини X, H, V, Y не перетинаються.

В будь-який момент часу стан об'єкту визначається значеннями x_i, h_k, v_l .

Сукупність станів об'єкту утворює множину станів:

$s_p \in S, p = 0, 1, 2, \dots, n_S,$

де S_0 – початковий стан.

Сукупність залежностей станів s_p об'єкту від часу називається фазовою траєкторією.

Поведінка (процес функціонування) об'єкту описується деяким оператором F , який в загальному випадку перетворює незалежні змінні в залежні у відповідності із відношеннями виду:

$$y(t) = F(x(t), h(t), v(t), t) \tag{1}$$

Залежність (1) називається законом функціонування, який в загальному випадку може бути заданий у виді функції, функціоналу, логічних умов, в алгоритмічній чи табличній формі, у виді словесного правила відповідності.

Сукупність залежностей вихідних характеристик y_j від часу називається вихідною траєкторією.

Виходячи з такого формального опису ОД, його ІМ також можна подати в теоретико-множинному виді [9, с.34; 10, с.35; 11, с.10]:

сукупність вхідних параметрів (впливів) на ОД:

$x_{im} \in X_m \subset X, i = 1, 2, \dots, n_{X_m}; n_{X_m} \leq n_X$

сукупність постійних параметрів ОД:

$h_{km} \in H_m \subset H, k = 1, 2, \dots, n_{H_m}; n_{H_m} \leq n_H$

сукупність впливів зовнішнього середовища на ОД:

$v_{lm} \in V_m \subset V, l = 1, 2, \dots, n_{V_m}; n_{V_m} \leq n_V$.

сукупність вихідних параметрів (характеристик) ОД:

$y_{jm} \in Y_m \subset Y, j = 1, 2, \dots, n_{Y_m}; n_{Y_m} \leq n_Y$.

В будь-який момент часу стан моделі (модельованого ОД) визначається значеннями параметрів x_{im}, h_{km}, v_{lm} .

$s_{pm} \in S_m \subset S, p = 0, 1, 2, \dots, n_{S_m}; n_{S_m} \leq n_S$

Поведінка моделі описується тим же оператором (1) або аналогічним (подібним, однорідним) йому:

$$y_m(t) = F_m(x_m(t), h_m(t), v_m(t), t) \tag{2}$$

Слід відзначити, що в конкретній задачі шукані параметри ОД, тобто, ті, які необхідно обчислити для отримання розв'язку задачі, або належать сукупності вихідних параметрів y_{jm} , або взаємозв'язані з ними співвідношеннями типу (2).

Побудова ІМОД при розв'язуванні навчальної задачі не потребує абстрагування (ідеалізації) ОД але класифікації заданих значень параметрів ОД.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

Формалізація процесу побудови ІМ ОД дозволить не тільки створити технологію розв'язування навчальних задач (за допомогою комп'ютера), але й «створювати уніфіковані програмні моделі для класів (об'єктів) в цілому. Така методологія забезпечує єдиний системний підхід до розроблення програмних реалізацій моделей і використовується під час об'єктно-орієнтованого програмування у вигляді бібліотеки класів моделей.» [6, с.40]

Висновки. Розроблена модель дозволяє формалізувати й уніфікувати процес розв'язування навчальної задачі за допомогою комп'ютера. Деталізація і формалізація змісту компонентів моделі є предметом подальших наукових досліджень, результати яких стануть фундаментом для створення технології розв'язування задач за допомогою комп'ютера.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року / Указ Президента України № 344/2013 від 25 червня 2013 року. – К., 2013.
2. Самарский А.А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры./ А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 320 с.
3. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей./А.Д. Мышкис. – М.: КомКнига, 2007. – 192 с.
4. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов / Тарасик В.П.// – Мн.: ДизайнПро, 2004. – 640 с.
5. Гулд Х. Компьютерное моделирование в физике. В 2 томах. Пер. с англ./ Х. Гулд, Я. Тобочник. – М.: Мир, 1990. – 349 с.
6. Зайцев В.Ф. Математические модели в точных и гуманитарных науках. / В.Ф.Зайцев. – СПб.: ООО «Книжный дом», 2006. – 112 с.
7. Майер Р.В. Компьютерное моделирование физических явлений: Монография / Р.В.Майер. – Глазов: ГГПИ, 2009. – 112 с.
8. Яровенко А.Г. Формування професійної компетентності в процесі підготовки бакалаврів технологічної освіти /А.Г. Яровенко// Наукові записки. – Випуск 7. – Серія: Проблеми методики фіз.-мат. і технол. освіти. Част.1 / За заг. ред. М.І. Садового та О.В. Єжової. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. – 236 с. – С.105-107.
9. Томашевський В.М. Моделювання систем / В.М. Томашевський. – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 352 с.
10. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / Под ред. П.В. Трусова. – М.: Логос, 2005. – 440 с.
11. Стеценко І.В. Моделювання систем: навчальний посібник / І.В. Стеценко. – Черкаси: ЧДТУ, 2010. – 399 с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Яровенко Анатолій Григорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри математики та інформатики Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.

Коло наукових інтересів: математичне й комп'ютерне моделювання, програмування, програмна інженерія, теорія баз даних, методика навчання інформатики.