© В.Ю. Биков, 2009
ISSN 2076-8184. Інформаційні технології і засоби навчання. 2009. №6 (14).
Режим доступу до журналу: http://www.ime.edu-ua.net/em.html

УДК 371.315.7.014.3

Биков Валерій Юхимович, доктор технічних наук, професор, член-кореспондент АПН України, директор Інституту інформаційних технологій і засобів навчання АПН України

МОДЕЛЬНЕ ПОДАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДОСЛІДЖУВАНИХ СИСТЕМ

Наведені тлумачення термінів методи і способи, механізми і технології функціонування систем, запропоновані їх означення, описана їх взаємозалежність і взаємообумовленість з позицій системного і задачного підходів. На цих підставах запропоновані моделі функціонування досліджуваної системи як деякої задачної системи, в якій відображаються як особливості модельного подання формувальної і розв'язувальної частин задач (задачний підхід), так і специфіка подання функціональної і забезпечувальної підсистем (системний підхід).

Ключові слова: система освіти, досліджувані системи, моделі функціонування досліджуваної системи, системний підхід, задачний підхід

Цілі побудови та використання моделей, що відображають досліджувані об'єкти і процеси, формує і визначає дослідник. В пізнавальних цілях уявлені або матеріалізовані моделі реальних систем дозволяють досліднику замінити систему-оригінал, отримати про неї нові відомості – довизначити як саму систему-оригінал, так і її модель.

Подальший розгляд спирається на таке означення моделі.

Модель – це деяке подання (аналог, образ) системи, що моделюється, в якому відображається, враховується, характеризується і можуть відтворюватися такі особливості й властивості цієї системи, які забезпечують досягнення цілей побудови та використання моделі [1].

При вивченні складних систем, до класу яких відносяться системи освіти і навчання, тільки завдяки коректному моделюванню їх статики і динаміки можна визначити сукупність властивостей модельованої системи, які повинна мати модель,

тобто від мети моделювання залежить вибір і врахування в моделі тих чи інших особливостей і суттєвих параметрів досліджуваної системи-оригіналу, а тому і ступень деталізації її моделі.

Враховуючи цілі дослідження, при моделюванні досліджуваних систем (ДС) та їх елементів дослідник має дати чіткі відповіді на такі питання: які аспекти функціонування ДС підлягають вивченню, до якої глибини має бути декомпозована ДС, які суттєві взаємозв'язки між виділеними об'єктами ДС повинні бути відображені в її моделі? Відповіді на ці питання багато в чому залежать від того, як дослідник розуміє зміст основних категорій, на яких базується модельне подання ДС, зокрема категорій методу, способу, механізму і технології функціонування систем.

В суттєвих ситуаціях некоректне використання понять методу, способу, механізму і технології функціонування систем (далі функціонування) і застосування моделей, якими вони в конкретному випадку можуть бути описані, не тільки порушує чіткість науки, але й створює штучні перепони й ускладнення при практичному застосуванні відповідних моделей об'єктів і процесів за тим чи іншим призначенням. Непоодинокі випадки, коли ці поняття змістово не поділяються, ототожнюються і/або визначаються одне через інше. Так, наприклад в [2, с.313; 3, с.806], *метод* (від грец. *μεθοδος* – шлях дослідження, теорія, вчення) визначається як "*спосіб* досягнення певної мети, розв'язування конкретного завдання, сукупність *засобів чи операцій* практичного або теоретичного освоєння (пізнання) дійсності". В [4, с.205] *метод* визначається як „спосіб організації практичного і теоретичного освоєння діяльності, зумовлений закономірностями об'єкта, що розглядається". Наведемо ще кілька означень, які ілюструють характер неоднозначного тлумачення термінів *метод* і *спосіб*. „Метод – спосіб побудови й обґрунтування системи філософського знання; сукупність прийомів і операцій практичного і теоретичного освоєння дійсності" [5, с.486]. „Метод – спосіб досягнення мети, певним чином впорядкована діяльність" (Філософський словник, с.214). „Методи дослідження в педагогіці – прийоми, процедури та операції емпіричного й теоретичного пізнання і вивчення явищ педагогічної дійсності" [5, с.490]. „Методи виховання – науково-обґрунтовані загальні способи педагогічно доцільної суб'єкт-суб'єктної взаємодії всіх учасників виховного процесу, спрямовані на досягнення мети виховання [6, с.88].

Для більш чіткого розмежування цих понять (метод, спосіб), визначення специфіки побудови і сфер застосування різних типів моделей функціонування (діяльності), що представляють ці поняття, розглянемо ці питання більш детально з позицій системного і задачного підходів.

Будемо користуватись такою типологією моделей ДС: *ідеальна* модель ДС (існує тільки в індивідуальній або суспільній уяві і є усвідомленим відбитком об'єктів і процесів, що характеризують ДС); *ідеалізована* модель ДС (модель з декою мірою визначеними засобами розв'язування задач ДС); *матеріальна* модель; *матеріалізована* модель (ідеальна і/або ідеалізована модель, що може за деяких умов набути статусу матеріальної моделі) [7]. Причому кожній ідеальній моделі можуть відповідати певні ідеалізована, матеріалізована і/або матеріальна моделі. *Гіпотетична* (або концептуальна) модель ДС (представляє бажаний, теоретично очікуваний стан ДС), яка є різновидом ідеальної і/або ідеалізованої моделі ДС і якій тому можуть відповідати певні матеріалізовані і матеріальні моделі. Модель реальної ДС може існувати як в ідеальній, так і в матеріальній формі.

Спочатку введемо поняття методу і способу функціонування як деяких ідеальних і/або матеріалізованих моделей ДС.

Метод функціонування *(діяльності)* – це деяке подання конкретного функціонування (процесу діяльності), що спирається на знання законів природи і практичний досвід і відображає такі характеристики (особливості) цього процесу, які визначаються цілями застосування даного методу в конкретній предметній галузі, в певній ДС. В педагогіці, наприклад, таке тлумачення категорії *методу* може використовуватись для означення психолого-педагогічних методів навчально-пізнавальної діяльності. Тобто, метод – це одна з можливих моделей функціонування (діяльності), яка відображає його функціональний зміст (функціональний, цільовий аспект). Таким чином, метод – це *ідеальна* модель функціонування чи діяльності (модель методу функціонування – ММФ), функціональна модель ДС. В таких моделях, як правило, не відображаються особливості *реалізації* функціонування (діяльності) *ідеалізованої* або *реальної* ДС, що є достатніми для свого застосування на практиці (тобто, глибина опису функціонування в ММФ не є достатньою для практичного застосування обраного методу, що описується цією моделлю). В контексті даного розгляду ММФ назвемо *гіпотетичними моделями* функціонування

(діяльності) ДС. В багатофункціональних ДС (наприклад, педагогічній системі, навчальному середовищі) може використовуватись множина методів функціонування чи діяльності (наприклад, в одній педагогічній системі можуть використовуватись кілька психолого-педагогічних методів навчання і виховання; в одному навчальному середовищі можуть застосовуватись засоби навчання, що побудовані за різними методами функціонування). ММФ, як правило, подаються в описовій формі. Часто ММФ подаються у формі математичних моделей (аналітичній формі подання моделей) або в комбінованій формі – описовій і аналітичній. В термінах теорії задач ММФ є моделями формувальної частини задачі.

Спосіб функціонування (діяльності) – це деяке подання конкретного функціонування (діяльності), що, окрім іншого, відображає суттєві сторони реалізації (аспект реалізації) методу функціонування (діяльності) ДС. Тобто, спосіб функціонування (діяльності) – це одна з можливих моделей функціонування (діяльності), що відображає специфіку його/її здійснення. Тому спосіб функціонування (діяльності) – це модель реалізації функціонування (діяльності) в конкретній ДС (ідеалізованій або реальній), забезпечувальна модель ДС. Тому способи функціонування (діяльності) називають ще способом побудови ДС, способом побудови розв'язувальної системи (РС) ДС, підкреслюючи тим самим реалізуючий аспект побудови ДС. В деяких предметних галузях використовується також термін *форма функціонування, діяльності* (наприклад, форма освіти, навчання, реалізації навчально-виховного процесу тощо), який за змістом, що тлумачить цей термін, є різновидом терміну *спосіб функціонування, діяльності*.

Спосіб функціонування (діяльності), таким чином, можна розглядати як подальшу деталізацію методу функціонування (діяльності), що відображає конкретну реалізацію методу функціонування (діяльності) ДС. Або, що є тим самим, метод функціонування (діяльності) є деяким узагальненням способу функціонування (діяльності), в якому не відображаються особливості його/її реалізації в ДС. Тому, одному методу функціонування (діяльності) може відповідати множина способів функціонування (діяльності). Або, деяка множина способів функціонування може відображати іншу множину (конкретне різноманіття) можливих реалізацій одного методу функціонування (діяльності). Іншими словами, в загальному випадку, гіпотетичні моделі функціонування (діяльності) ДС можуть бути реалізованими

різними способами (різними механізмами і технологіями функціонування). Або, визначена множина способів функціонування (діяльності) реалізує певну множину гіпотетичних моделей функціонування (діяльності) ДС.

В термінах теорії задач спосіб розв'язування задачі визначається як процедура (система послідовно виконуваних операцій), при здійсненні якої можна забезпечити розв'язування задачі [8]. В тих же термінах моделі способу функціонування, діяльності (МСФ) є моделями розв'язувальної частини задачі.

Одночасно можна сказати, що *метод* і *спосіб* функціонування (діяльності) об'єднує те, що як метод, так і спосіб функціонування (діяльності) виступають в якості відповідних моделей функціонування, діяльності (моделюють функціональний аспект і аспект реалізації єдиної задачі), що подають цілі, предметну галузь та процес функціонування (діяльності), Суттєва ж різниця полягає в різній глибині цього представлення.

Далі введемо поняття механізму і технології функціонування (діяльності) з позицій, які застосувались при введенні понять методу і способу функціонування (діяльності). Таке багатогранне поняття, як технологія діяльності, буде розглянуте далі і розгорнута з інших позицій, що, однак, не суперечать тут застосованим.

В науці і практиці для описування складу і структури процесу розв'язування задач або завдань (далі задач) поряд з *технологією* розв'язування задач функціонування (здійснення різних видів діяльності) часто використовується термін *механізми* розв'язування задач (здійснення діяльності, функціонування, поведінки, регулювання, управління системами тощо). Термін *механізм* синонімічно відповідає терміну *алгоритм* розв'язування задач, який, як правило, вживається для описування процесу розв'язування комп'ютерно орієнтованих задач.

Непоодинокі випадки, коли ці терміни використовуються некоректно, а моделі, за допомогою яких їх описують, застосовуються помилково. Тому доцільно навести тлумачення цих семантично наближених, але все ж таки різних (за деякими суттєвими ознаками, що нижче зазначені) понять і, таким чином, запропонувати підходи щодо їх коректного використання при описуванні процесу розв'язування задач (функціонування, діяльності). Вочевидь, що коли нижченаведені ознаки описування процесу розв'язування задач не є суттєвими для даного конкретного

розгляду реалізації задачі (функціонування, діяльності ДС), використання кожного з цих термінів є еквівалентним.

Механізм функціонування (діяльності) – це певне подання конкретного функціонування (діяльності), який, „розкриваючи" функції ДС відповідно до обраних методів функціонування (діяльності), відображає суттєві особливості і параметри таких складових РС ДС (елементів її складу і структури), що реально існують на практиці і *теоретично доступні* для застосування при здійснені деякого функціонування (діяльності) ДС.

При цьому в *механізмах* не враховуються можливі *технологічні обмеження* реалізації функціонування (діяльності). Тобто описи механізму утворюють *ідеалізавані* моделі функціонування (діяльності), що відображають теоретично очікуване функціонування (діяльність) ДС. В реальних ДС реалізувати такі моделі повністю як правило видається не можливим (тимчасово або навіть ніколи).

В *технологіях* враховується *реальна придатність* РЧ ДС до розв'язування певних задач (здійснення певного функціонування, діяльності), реального забезпечення виконання умов, що сформульовані у формувальній частині моделі задач. При цьому РЧ ДС (її процесор), характеризується в моделі задачі своєю "пристосованістю" до розв'язування задач даного класу (здійснення відповідної множини видів функціонування, діяльності) і "потужністю" щодо реальної можливості отримання кінцевого рішення (завершення функціонування, діяльності) як за обсягом необхідних дій (кількістю окремих операцій, що необхідно здійснити; обсягом даних, що необхідно опрацювати, проаналізувати та ін.), так і за припустимим (виділеним) часом.

В свою чергу можна сказати, що *механізм* і *технологія* функціонування (діяльності) відображають упорядковану сукупність прийомів використання засобів, що входять до складу ДС. Таким чином, механізм і технологія функціонування (діяльності) виступають в якості відповідних реалізуючих моделей функціонування (діяльності) і подають функціонування (діяльність) з різною глибиною опису. Для повного модельного подання ДС як матеріального об'єкту, зазначені моделі доповнюються іншими ідеалізованими моделями, в яких відображаються суттєві особливості матеріалізації способів функціонування (діяльності) у відповідних елементах моделі ДС (наприклад, в проектно-технічній документації на технічні

засоби, що застосовуються в ДС, в інструктивних матеріалах для працівників, які використовують ці засоби та ін.).

Технологія функціонування (діяльності) – є процесуальним інструментом РЧ задачі, моделлю "процесора" задачі, як реального засобу функціонування, діяльності (з його конкретними властивостями, характеристиками, параметрами) в інструментальному середовищі розв'язування задач (здійснення функціонування, діяльності) ДС. При цьому технологія представляє структуру реального інструментального середовища (процесора задачі) на рівні певних параметрів функціонування (здійснення діяльності) ДС.

До складу конкретного інструментального середовища входить певний склад засобів функціонування (діяльності), що виступають в якості об'єктів (одних з можливих типів об'єктів) технології діяльності. Ці об'єкти ДС (тобто, засоби функціонування, діяльності) мають свої конкретні властивості, характеристики (їх притаманні конкретні значення своїх параметрів). Таким чином, технологія є орієнтованою на *реальне* і *визначене* наявне або потенційне інструментальне середовище розв'язування задач, класу задач (наприклад завдань, передбачених певним навчально-виховним процесом), на *конкретні* значення параметрів елементів його складу і структури. В ДС *технологія* може представлятись як у формі ідеальних, так і у формі матеріальних моделей.

Змістова близькість понять *механізму* і *технології* функціонування (діяльності) полягає у тому, що:

по-перше, як механізми, так і технології функціонування (діяльності) є відповідними *моделями* функціонування (діяльності), *моделями розв'язувальної частини* ДС (РЧ моделі задачі), відповідними моделями способів функціонування (діяльності). Тому говорять, що очікувані результати функціонування (діяльності) можуть бути досягнуті різними способами, застосовуючи різні механізми, різні технології;

по-друге, як механізми, так і технології спираються на відомі та обрані в даному конкретному випадку методи (методи розв'язування певних задач, певного класу задач);

по-третє, як механізми, так і технології є *нормативними моделями* функціонування (діяльності), використання яких забезпечує досягнення певних

результатів функціонування (діяльності) ДС, унормованих на етапі їх при проектування. Ця нормативність проявляється також в тому, що в цих моделях не враховуються (не можуть бути враховані) суттєві особливості діяльності конкретних суб'єктів в певній ДС;

по-четверте, як механізми, так і технології є віднесеними моделями стосовно визначеної РЧ ДС;

по-п'яте, на відміну від методів, опис яких не відображає або тільки частково характеризує шлях практичного розв'язування задач, механізми і технології спираються на наявні або потенційні ДС, на їх певну будову (склад і структуру). Тобто вони повністю описують як формувальну, так і розв'язувальну частини задач.

Визначаючи різницю між сутністю понять механізм і технологія будемо спиратись на підходи, що наведені в [9], "описуючи функціонування реальних систем, часто нехтують їх відмінностями від ідеалізованих систем, що здійснюють тільки ефективні операції. Ефективні операції та їх системи, у тому числі процедури, забезпечують повністю визначений вплив на деякий предмет. В цьому розумінні говорять про "абстракції безпомилковості". Механізми якраз і моделюють функціонування (діяльність) ідеалізованих систем, коли здійснюються тільки ефективні (безпомилкові) операції відносно визначеної РЧ ДС.

Суттєва різниця між поняттями механізму і технології полягає в тому, що:

по-перше, механізми – це *ідеалізовані моделі функціонування (діяльності),* в яких відображаються тільки ефективні (безпомилкові) операції, в той час як технології – *це моделі реального функціонування (діяльності),* що здійснюється в реальних умовах і обмеженнях практики, в реальній ДС. Механізми відтворюються у відповідних технологіях реальних ДС, тому поширення на технології характеристики "абстракції безпомилковості" не є правомірним;

по-друге, в механізмах і технологіях, як відповідних моделях способів діяльності, ці способи відображаються *з різною глибиною конкретизації*;

по-третє, механізми є віднесеними моделями стосовно *ідеалізованої* РЧ ДС, в той час як технології є віднесеними моделями стосовно *реальної* РЧ ДС.

Зазначимо, що технології спираються на реальні (наявні) засоби, параметри яких можуть повністю не відповідати вимогам, що теоретично закладені у відповідних механізмах (ідеалізованих моделях функціонування, діяльності). Тому

функціонування (діяльність) в реальній ДС, що функціонують на базі реальних технологій, може повністю не відтворювати закладені в них механізми, вносити в характер функціонування і розвитку ДС, в параметри і характеристики кінцевих результатів її функціонування похибки, спричиненні неточністю відтворення в засобах і технологіях функціонування (діяльності) ДС передбачених в механізмах їх теоретично обґрунтованих властивостей.

Отже, можна говорити про технологічні обмеження механізмів, які, по суті, є обмеженнями складових будови РЧ реальної ДС – її складу і структури, обмеженнями розв'язувальної підсистеми ДС. В першу чергу, це обмеження засобів, що застосовуються (передбачається застосувати) в ДС. Ці обмеження обумовлені рівнем розвитку науково-технічного прогресу, соціально-економічного розвитку суспільства, масштабами досягнень науки і техніки, глибиною їх усвідомлення суспільством і окремими людьми, поширенням практичного застосування певних засобів і технологій в практиці та ін.

Методи і способи, механізми і технології функціонування (діяльності) є взаємообумовленими і взаємозалежними, а тому повинні розвиватись і впроваджуватись в практику комплексно і збалансовано.

Спираючись на вище введені поняття методу, способу, механізму і технології функціонування (діяльності), підсумуємо наступне.

В залежності від рівня узагальненості опису функціонування (діяльності) ДС, певна ДС може бути описана за допомогою різних змістово взаємозв'язаних моделей, що є результатом моделювання ДС з різною глибиною подання. Ці моделі відображають цілі побудови, предметну галузь і спрямованість кожної з них щодо подальшого застосування на практиці.

В залежності від призначення ДС до складу цих моделей входять:

- моделі процесів функціонування (МПФ), що відображають методи функціонування, обрані суб'єктом діяльності відповідно до цілей і предметної галузі функціонування ДС, а також моделі способів функціонування (МСФ), що деяким чином відтворюють в реалізованих моделях ДС відповідні їм методи функціонування (тобто МПФ);

- моделі механізмів (ММФ) і моделі технологій функціонування (МТФ), за допомогою яких описують з різною глибиною будову ДС (її статику і динаміку), є деякими конкретизаціями МСФ.

Всі зазначені типи моделей пов'язані з описом складу і структури функціонування ДС на етапах їх теоретичних досліджень, проектування і подальшого застосування на практиці. При цьому МПФ і ММФ, переважно, застосовуються на етапах теоретичних досліджень і при проектуванні ДС. В свою чергу МТФ переважно використовуються для описування функціонування ДС, широко застосовуються при впровадженні і застосуванні (експлуатації) ДС на практиці. Ці моделі є дуже корисними при навчанні (перенавчанні, підвищенні кваліфікації) суб'єктів діяльності.

Список використаних джерел

1. Биков В.Е., Мартынов А.М. Экономико-математические модели управления в просвещении. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1988. – 208 с.
2. Педагогічний словник / За ред. Ярмаченка М.Д. – К: Педагогічна думка, 2001. – 516 с.
3. Советский энциклопедический словарь / Научно-редакционный совет: А.М. Прохоров (пред.), М.С. Гиляров, Е.М. Жуков и др. – М.: Советская енциклопедия, 1980. – 1600 с.
4. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. – К: Либідь, 1997. – 376 с.
5. Гончаренко С.У. Метод // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В.Г. Кремень. – К.: Юрінком Інтер, 2008. – С. 486-487.
6. Бойко А.М. Методи виховання // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В.Г. Кремень. – К.: Юрінком Інтер, 2008. – С. 488-490.
7. Бал Г.О. Модель // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник. – К.: Наукова думка, 1992. – С. 330-331.
8. Бал Г.О. Спосіб розв'язування задачі // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник. – К.: Наукова думка, 1992. – С. 495-496.
9. Бал Г.О. Операція // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник. – К.: Наукова думка, 1992. – 371 с.

МОДЕЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИССЛЕДУЕМЫХ СИСТЕМ

Быков В.Е.

Аннотация

Приводятся значения терминов методы и способы, механизмы и технологии функционирования систем, предложены их определения, описана их взаимозависимость и взаимообусловленность с позиций системного и задачного подходов. На этих основаниях предложены модели функционирования исследуемой системы как некоторой задачной системы, в которой отображаются как особенности модельного представления формирующей и решающей частей задач (задачный подход), так и специфика представления функциональной и обеспечивающей подсистем (системный подход).

Ключевые слова: система образования, исследуемые системы, модели функционирования исследуемой системы, системный подход, задачный поход.

MODELING CONCEPTION OF PROBED SYSTEMS FUNCTIONING

Bykov V.

Resume

Determinations of the terms such as methods, mechanisms and technologies of the systems functioning are offered, their interdependence and interconditionality is described from positions of the systems and task approaches. On these bases the models of probed system functioning as some task system, in which are reflected both the features of modeling conception as forming and decisive parts of tasks (task approach) and the specific of presentation of functional providing subsystems (systems approach) are offered.

Keywords: system of education, probed systems, models of the probed system functioning, systems approach, task approach.