

О. Г. Євсєєва,  
кандидат фіз.-мат. наук,  
доцент  
(Донецький національний  
технічний університет)

## П'ЯТИКОМПОНЕНТНА ПРЕДМЕТНА МОДЕЛЬ СТУДЕНТА ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

**Вступ.** Можна виділити два принципово різних підходи до навчання. Один з них — традиційний. Ціллю і сенсом навчання тут є передача учню деякої суми знань. Цей підхід Б.Ц. Бадмаєвим названий *знаньовим*, і, за його оцінкою, навчання в Росії, а значить, і в Україні, було таким до останнього часу на 85% [1, 3].

Інший підхід — психологічний — передбачає, що людина в процесі навчання повинна не вивчити щось, а *навчитися чогось робити*, тобто навчитися *здійснювати діяльність*. У процесі навчання людина повинна придбати *особистий досвід*, який є відображенням суспільно виробленого досвіду, досвіду старших поколінь в певній області людської практики. Це *діяльнісний* підхід. На перший план тут виходить досвід, практичні дії, а знання відіграють службову роль, будучи засобом виконання цих справ і засобом навчання.

Входження України в європейську освітню систему вимагає модернізації освіти. Фактично це означає, що в процесі навчання студенти повинні набувати вміння, притаманні їх майбутній професійній діяльності. Особливої актуальності це завдання набуває у вищій технічній школі. Ось слова, сказані міністром освіти і науки України В. Г. Кременем: «Якщо раніше першочерговою задачею навчального закладу вважалося дати учню суму знань, то сьогодні головне – навчити його користуватися отриманими знаннями» («Московський комсомолец», № 21, 2004).

Задовольнити вказаній вище вимозі може діяльнісне навчання, яке є соціальним замовленням суспільства системі освіти. Основні положення діяльнісного підходу до навчання розроблені в роботах Б.Ц.Бадмаєва, Л.С.Виготського, П.Я.Гальперіна, О.М.Леонтьєва, Ю.І.Машбиця, З.О.Рєшетової, С.Л.Рубінштейна, Н.Ф.Талізінної та ін. В завершеному вигляді теорія діяльнісного навчання була сформульована Г.О. Атановим [1,2]. Ним було сформульоване поняття діяльнісного навчання і його принципи. Щодо навчання у вищій школі ці принципи проголошують, що:

— кінцевою ціллю навчання є формування способу дій, тобто умінь, що забезпечують здійснення майбутньої професійної діяльності;

— при проектуванні і організації навчання первинними є *задана характером майбутньої спеціальності діяльність* і дії, що становить цю діяльність;

— зміст навчання складає задана характером майбутньої спеціальності *система дій* і тільки ті знання, які забезпечують виконання всіх цих дій;

— знання не самодостатні, вони є *засобом виконання дій і навчання ним*. Знання відіграють службову роль, пояснюючи і готуючи практичні дії;

— в процесі навчання студенти повинні здійснювати *навчальну діяльність, яка моделює майбутню професійну діяльність*;

— *механізмом здійснення навчальної діяльності є вирішення задач*, і якщо студент не вирішує навчальні задачі, то це означає, що його навчальна діяльність не організована;

— *засвоювати знання можна, тільки використовуючи їх і оперуючи ними*;

— навчання являє собою *сукупність двох взаємопов'язаних, але самостійних діяльностей*, — діяльності навчаючого і діяльності тих, кого навчають, або навчальної діяльності;

— діяльність викладача полягає в *проектуванні* навчальної діяльності, *організації* навчальної діяльності і *управлінні* навчальною діяльністю;

— системоутворюючим чинником навчання є навчальна діяльність.

Впровадження діяльнісного навчання у практику вимагає розробки спеціальних технологій навчання, що дозволяють проектувати навчальну діяльність, яка моделює майбутню професійну діяльність.

Основні принципи побудови та використання технологій навчання у вищій школі розроблені в працях В.І.Андрєєва, М.І.Бурди, В.П.Безпалька, С.У.Гончаренка, Т.О.Дмитренко, В.І.Євдокимова, М.І.Жалдака, В.І.Клочка, Т.В.Крилової, В.М.Монахова, Л.І.Нічуговської, Н.Г.Ничкало, О.С.Падалки, О.М.Пехоти, О.Я. О.І.Скафи, З.І.Слепкань, С.О.Сисоевої, А.В.Хуторського та ін.

Питання розробки технології діяльнісного навчання математики в розглядаються в роботах О.Б.Спішевої [6], але вони відносяться до середньої школи і потребують подальшого розвитку і розповсюдження на навчання у вищій школі.

Таким чином, питання проектування діяльнісних технологій навчання з математики в вищій технічній школі є актуальними і зумовленими потребами суспільства, в той же час вони не розроблені і потребують теоретико-методичного обґрунтування.

**Ціллю даної роботи** є побудова п'ятикомпонентної предметної моделі студента технічного університету з вищої математики, яка є базою для створення ефективної технології діяльнісного навчання [5]. Такою технологією є інформаційна технологія, що заснована на методах інженерії знань [1,2]. Вона полягає в структуруванні знань предметної галузі, яке в сучасній термінології називається моделюванням студента. У найширшому значенні під моделлю студента розуміють знання про нього, які використовуються для організації процесу навчання. Знання про те, яким ми хочемо бачити студента у результаті навчання, тобто вимоги до його кінцевого стану як за окремими предметами, так і як до фахівця в цілому, називають нормативною моделлю. Нормативна модель щодо фахівця в цілому отримала назву моделі спеціаліста, щодо окремого навчального предмета – предметної моделі [2].

Однією з важливих властивостей предметних знань є їх здатність структуруватися, і першочерговою задачею при побудові предметної моделі повинне бути встановлення загальної структури предметних знань. На цю структуру можна дивитися під різними кутами зору, отримуючи при цьому певні компоненти предметної моделі студента.

З точки зору дидактики, у змісті будь-якого підручника прийнято виділяти дві частини [1, 2]. До першої відносяться знання, що безпосередньо становлять зміст навчального предмета, його семантику. Це предметні знання. Друга частина – це знання, що обслуговують предметні знання. До них відносяться, наприклад, викладення, тлумачення, пояснення і т.п. Це так звані фонові знання, а також знання про застосування і використання предметних знань в інших дисциплінах, у техніці, в житті тощо. Предметні знання, структуровані певним чином, породжують семантичну компоненту предметної моделі студента.

З точки зору інженерії знань розрізняють знання декларативні і процедурні. Перші являють собою твердження, або декларації, про об'єкти предметної області, їх властивості і відносини між ними. Загальноприйнята точка зору тут полягає у тому, що декларативні знання — це факти з предметної області, або фактичні знання. Процедурні ж знання – це правила перетворення об'єктів предметної області. Процедурні знання складають процедурну компоненту предметної моделі студента.

Спосіб дій реалізовується в практичній діяльності через вміння. Знання ж виступають як засоби, за допомогою яких формуються вміння. В інженерії знань вміння трактуються як поведінкові, або операційні, знання. Механізмом формування вмінь є оперування знаннями (як декларативними, так і процедурними), що виявляється в

поведінці людини. Таким чином, предметна модель студента включає в себе вміння, які мають бути сформовані в процесі навчання. Перелік цих вмінь називають операційною компонентою предметної моделі студента.

Предметна модель повинна дати більш-менш укрупнене уявлення, про що знання. Це звичайно робиться через перелік тим, тематично. Перелік тем, підлеглих вивченню, називають тематичною компонентою предметної моделі студента.

З точки зору дидактики дуже важливо визначити, яку роль відіграють ті або інші знання, які функції вони виконують, тобто здійснити функціональне структурування. Це можна зробити, склавши перелік функціональних рубрик, визначивши таким чином функціональні знання, що породжують функціональну компоненту предметної моделі студента.

Таким чином, мова йде про п'ятикомпонентну предметну модель студента, що складається з семантичної, процедурної, операційної, тематичної і функціональної частин.

На базі предметної моделі студента з дисципліни «Вища математика», що викладається студентам інженерних спеціальностей здійснюється проектування технології і організація діяльнісного навчання математики. Для її розробки було проведено аналіз робочих навчальних програм всіх напрямів підготовки Донецького національного технічного університету і виділено загальну для всіх спеціальностей компоненту змісту навчання з таких тем: лінійна та векторна алгебра; аналітична геометрія; теорія границь; неперервність функції однієї змінної; диференціювання функції однієї змінної; дослідження функції однієї змінної; невизначений інтеграл; визначений інтеграл; функції багатьох змінних; диференціальні рівняння; числові та функціональні ряди; кратні інтеграли; теорія ймовірностей.

Розглянемо розробку предметної моделі студента з вищої математики на прикладі розділу «Векторна алгебра».

По-перше, виділяється тематична компонента предметних знань, тобто перелік тем і розділів, що підлягають вивченню. Тематична модель призначена для тестування студентів денної форми навчання всіх спеціальностей університету, тому вона містить тільки ті теми і розділи, що є необхідними для всіх напрямів підготовки. Так, наприклад, в робочих програмах для галузей знань «Економіка і підприємництво» і «Менеджмент» передбачено вивчення теми «Векторні простори», в той час, як для напрямів підготовки з інженерних галузей знань, розглядання цього розділу не передбачається. Тому до тематичної компоненти предметної моделі розділ «Векторні простори» включено не було. Таким чином, тематична модель розділу «Векторна алгебра» містить такі теми:

1. Означення вектора, види векторів;
2. Лінійні операції над векторами;
3. Способи завдання векторів;
4. Скалярний добуток двох векторів;
5. Векторний добуток двох векторів;
6. Мішаний добуток трьох векторів.

По-друге, виділяється операційна компонента предметних знань, тобто вміння, формування яких є цілями навчання певного розділу дисципліни. Наприклад, з векторної алгебри були виділені такі вміння:

- За наданими координатами вектора на площині, чи у просторі:
  - визначати модуль вектора;
  - визначати напрямні косинуси вектора ;
  - записувати розвинення вектора за декартовим базисом;
  - знаходити добуток вектора на число;
  - знаходити орт вектора;
  - визначати, чи є вектор одиничним;
- Визначати координати вектора на площині, чи у просторі:
  - за наданими координатами начала і кінця вектора;
  - за наданими напрямними косинусами та модулем;
  - за наданим розвиненням вектора за декартовим базисом;
  - за наданими координатами орта вектора та модулем;
- За наданими координатами двох векторів на площині, чи у просторі:
  - визначати, чи є вектори рівними;
  - знаходити суму та різницю векторів;
  - визначати, чи є вектори колінеарними;
  - знаходити скалярний добуток векторів;
  - визначати, чи є вектори перпендикулярними;
  - знаходити проекцію одного вектора на інший;
  - визначати косинус кута між векторами;
  - знаходити векторний добуток векторів;
  - знаходити площу паралелограма, що побудовано на цих векторах;
- За наданими координатами трьох векторів у просторі:
  - знаходити мішаний добуток векторів;
  - знаходити об'єм піраміди і паралелепіпеду, що побудовані на цих векторах;
  - визначати, чи є вектори компланарними;
  - визначати, чи можуть три вектори утворювати базис у просторі;
  - переходити до нового базису у просторі.

По-третє, виділяється функціональна компонента предметних знань. Це перелік знань, які необхідні для формування вмінь операційної моделі. Знання, що складають функціональну модель, розподілено на рубрики. Ці знання студент повинен пам'ятати. Так, з векторної алгебри були виділені знання за такими рубриками:

- визначення:
  - видів векторів (нульового вектора, одиничного вектора, орта вектора, колінеарних, перпендикулярних та компланарних векторів);
  - проекції вектора на вісь;
  - декартового базису;
    - лінійних операцій з векторами (суми та різниці двох векторів, добутку вектора на число);
  - скалярного добутку двох векторів;
  - векторного добутку двох векторів;
  - мішаного добутку трьох векторів;
- властивості:
  - лінійних операцій з векторами;
  - напрямних косинусів вектора;
    - скалярного добутку двох векторів;
  - векторного добутку двох векторів;
  - мішаного добутку трьох векторів;
- алгоритми та формули:
  - знаходження модуля вектора;
    - знаходження напрямних косинусів вектора;
    - координат орта вектора;
  - визначення, чи є два вектори колінеарними, перпендикулярними;
  - визначення, чи є три вектори компланарними;
  - знаходження косинуса кута між векторами;
  - знаходження проекції одного вектора на інший;
  - знаходження скалярного добутку двох векторів;
  - знаходження векторного двох векторів;
  - знаходження мішаного добутку трьох векторів;
  - переходу до нового базису у просторі.

Четвертий крок складання предметної моделі полягає в виділенні процедурної компоненти предметних знань, яка описує принципи і порядок перетворення об'єктів предметної області. Це безпосередньо є опис тих алгоритмів, якими повинен оволодіти студент.

З векторної алгебри виділені такі алгоритми:

- знаходження:

- координат вектора;
- модуля вектора;
- напрямних косинусів вектора,
- координат орта вектора;
- косинуса кута між векторами;
- проекції одного вектора на інший;
- лінійної комбінації декількох векторів;
- скалярного добутку двох векторів;
- векторного добутку двох векторів;
- мішаного добутку трьох векторів;
- площі трикутника, що побудовано на двох векторах;
- площі паралелограма, що побудовано на двох векторах;
- об'єму паралелепіпеда, що побудовано на трьох векторах;
- об'єму піраміди, що побудовано на трьох векторах;
- визначення:
  - чи є три вектори компланарними;
  - чи є два вектори колінеарними;
  - чи є два вектори перпендикулярними;
  - чи можуть три вектори утворювати базис у просторі;
- переходу:
  - від одного способу завдання вектора до іншого;
  - до нового базису у просторі.

Наприклад, алгоритм знаходження мішаного добутку трьох векторів полягає у такому:

- визначити координати векторів, що перемножуються;
- скласти визначник з координат векторів;
- обчислити визначник, що складений.

Останній п'ятий крок складання предметної моделі полягає в виділенні семантичної компоненти, яка є безпосередньо предметними знаннями, структурованими у вигляді окремих висловлювань, що виражають одну закінчену думку, і які розташовані в послідовності їх вивчення. Як правило, семантична модель подається у вигляді так званого семантичного конспекту. Семантичний конспект – це повний набір лаконічно поданих думок предметної області. Виданий окремо, він є дуже тонкою брошурою, тому що в ній немає викладень, доведень і пояснень. Проте, вона містить усі положення курсу, що вивчається. Дидактичну сутність семантичного конспекту передає його інша назва – опорний конспект, оскільки він містить думки, на які необхідно спиратися при вивченні предмету [2, 4].

Всі висловлювання семантичного конспекту пронумеровані. Кожне висловлювання має номер, що складається з двох частин, розділених крапкою. Перша частина – це номер розділу, до якого належить висловлювання, друга частина – його номер в даному

розділі. Крім того, деякі номери стоять також після висловлювань. Це номери інших висловлювань, від яких надане залежить, якими воно визначається, з яких виходить. Зв'язки між висловлюваннями можуть бути дуже простими, наприклад, посилання на терміни, які вживаються в даному вислові, і складнішими, більш глибокими, наприклад, зв'язок причини і наслідків. Ці зв'язки, по суті справи, задають структуру предметних знань, визначають розвиток навчального предмету, формальну логічну схему міркувань, і студенти повинні самостійно наповнити її конкретним змістом.

Наведемо фрагмент семантичного конспекту.

#### **4. Скалярний добуток векторів**

4.1. Скалярний добуток двох векторів – це число, що дорівнює сумі добутків однойменних координат векторів. (1.8, 1.10)

4.2. Скалярний добуток векторів  $\vec{a}$  і  $\vec{b}$  позначається  $\vec{a} \cdot \vec{b}$ . (4.1)

4.3. Скалярний добуток векторів  $\vec{a}$  і  $\vec{b}$ , координати яких дорівнюють  $\vec{a} = (a_x; a_y; a_z)$  і  $\vec{b} = (b_x; b_y; b_z)$ , обчислюється за формулою:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x \cdot b_x + a_y \cdot b_y + a_z \cdot b_z. \quad (4.1, 4.2, 1.8)$$

4.4. Геометрична властивість скалярного добутку двох векторів: скалярний добуток двох векторів дорівнює добутку модулів цих векторів на косинус кута між векторами. (1.6, 1.14, 4.1)

4.5. Геометрична властивість скалярного добутку векторів  $\vec{a}$  і  $\vec{b}$ , кут між якими дорівнює  $\varphi$ , у символічному вигляді:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos \varphi,$$

де  $|\vec{a}|$  і  $|\vec{b}|$  – модулі векторів. (1. 15, 4.4)

4.6. Ознака перпендикулярності двох векторів: для того, щоб два вектора  $\vec{a}$  і  $\vec{b}$  були перпендикулярними, необхідно і достатньо, щоб скалярний добуток цих векторів дорівнював нулю. (1.7, 4.1)

4.7. Ознака перпендикулярності векторів  $\vec{a}$  і  $\vec{b}$  у символічному вигляді:

$$\vec{a} \perp \vec{b} \Leftrightarrow \vec{a} \cdot \vec{b} = 0. \quad (4.6)$$

4.8. Ознака перпендикулярності векторів  $\vec{a}$  і  $\vec{b}$ , координати яких дорівнюють  $\vec{a} = (a_x; a_y; a_z)$  і  $\vec{b} = (b_x; b_y; b_z)$ , у символічному вигляді:



$$\bar{a} \perp \bar{b} \Leftrightarrow a_x \cdot b_x + a_y \cdot b_y + a_z \cdot b_z = 0. (4.6, 1.8)$$

Всі компоненти предметної моделі студента, що побудована, пов'язані між собою і можуть бути використані для організації діяльнісного навчання математики в технічному університеті.

### **Висновки**

П'ятикомпонентна предметна модель студента, що побудована, використовується для організації діяльнісного навчання вищої математики в Донецькому національному технічному університеті. За її допомогою здійснюється проектування і організація навчальної діяльності на лекціях і практичних заняттях, самостійної роботи студентів, розробка поточного, модульного і підсумкового контролю результатів навчальної діяльності; організація перескладень і дистанційних курсів.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Атанов Г. О. Теорія діяльнісного навчання. – К., Кондор, 2007.
2. Атанов Г. О. Знання як засіб навчання. –К., Кондор, 2008. – 236с.
3. Бадмаев Б. Ц. Психология и методика ускоренного обучения. – М.: Владос, 1998.
4. Евсеєва Е. Г. Семантический конспект по линейной алгебре // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнародний збірник наукових робіт. – Вип.. 24. – Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2005. – Сс. 103 - 111.
5. Евсеєва Е. Г. Деятельностное обучение математике в высшей школе. // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнародний збірник наукових праць. –Вип.25. – Донецьк: Фірма ТЕАН, 2006.- сс. 197-205
6. Епишева О.Б. Технология обучения математике на основе деятельностного подхода. – М.: Просвещение, 2003.

### **Євсеєва Олена Геннадіївна. П'ятикомпонентна предметна модель студента технічного університету з вищої математики.**

У статті розглянуто п'ятикомпонентну предметну модель студента технічного університету з вищої математики на прикладі розділу «Векторна алгебра». Модель складається з тематичної, операційної, процедурної, функціональної і семантичної компоненти. Предметна модель студента, що побудована, використовується для проектування і організації навчання вищої математики в Донецькому національному технічному університеті.

**Elena Yevseyeva. The five component student object model of the technical university.**

In the article the five component student object model of technical university in high mathematics is given. This model is represented on an example of the vector algebra. The model is compound from thematic, operational, procedural, functional and semantic components. The object student model was built, is used to project and organize teaching of the high mathematics in Donetsk National Technical University.