

О. Г. Євсєєва

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ
ДІЯЛЬНІСНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ
В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ**

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.

Задовольнити вказаній вище вимозі може діяльнісне навчання, яке є соціальним замовленням суспільства системі освіти. Основні положення діяльнісного навчання розроблені в роботах Б. Ц. Бадмасєва, Л. С. Виготського, П. Я. Гальперіна, О. М. Леонтєєва, Ю. І. Машбиця, З. О. Решетової, С. Л. Рубінштейна, Н. Ф. Тализіної та ін. В завершеному вигляді теорія діяльнісного навчання була сформульована Г. О. Атановим [1].

Впровадження діяльнісного навчання у практику навчання математики вимагає розробки спеціальних технологій навчання, що дозволяють проектувати навчальну діяльність.

Основні принципи побудови та використання технологій навчання у вищій школі розроблені в працях А. М. Алексюка, С. І. Архангельського, М. І. Бурди, В. П. Безпалька, В. І. Бондаря, І. Є. Булах, Г. Є. Гребенюка, Т. О. Дмитренко, В. І. Євдокимова, М. Б. Євтуха, М. І. Жалдака, І. А. Зязюна, М. В. Кларіна, В. І. Клочко, Т. В. Крилової, О. Е. Коваленко, М. І. Лазарева, В. І. Лозової, В. М. Монахова, А. С. Нісімчука, Л. І. Нічуговської, Н. Г. Ничкало, П. І. Підкасистого, І. Ф. Прокопенка, О. Я. Савельєва, О. І. Скафи, З. І. Слєпкань, С. О. Сисоєвої, А. В. Хуторського, Д. В. Чернілевського та ін.

Однак, питання проектування діяльнісних технологій навчання вищої математики практично не розроблено. Лише О. А. Малигіна в роботі [2] розглядає питання навчання вищої математики на основі системно-діяльнісного підходу. Але запропонована О. А. Малигіною технологія фактично є реалізацією системного підходу, який відповідає знанієвій парадигмі навчання [3, с. 34], тому що діяльність розглядається нею як основа придбання нових знань, які і є цілями навчання. З точки зору діяльнісного навчання кінцевою метою навчання є формування способу дій, тобто умінь, що забезпечують здійснення майбутньої професійної діяльності, а знання є лише засобом формування цих умінь.

Таким чином, питання проектування діяльнісних технологій навчання з математики в вищій технічній школі є актуальним і зумовленим потребами суспільства, в той же час воно потребує теоретико-методичного обґрунтування і практичної реалізації.

Метою роботи є розробка інформаційної технології проектування діяльнісного навчання математики на основі п'ятикомпонентної предметної моделі студента.

Щодо інформаційних технологій можна відмітити дві обставини. По-перше, загально прийнятою є думка, що інформаційні технології – це комп'ютерні технології. І ця думка є помилковою, тому що первинними у технології є методи, а комп'ютер є всього лише засобом. По-друге, переважна більшість інформаційних технологій реалізує парадигму знаневого підходу до навчання, при якому метою навчання є засвоєння студентами певної суми знань.

З точки зору діяльнісного навчання кінцевою метою навчання є формування способу дій, тобто умінь, що забезпечують здійснення майбутньої професійної діяльності, а знання є лише засобом формування цих умінь. Використання знань як засобу, інструменту діяльності примусило к поглибленому дослідженню самих знань [4]. Принциповим тут була поява комп'ютерних систем, оснований на знаннях, або систем штучного інтелекту (інтелектуальних систем), в яких роль знань як засобів була очевидною. При цьому виникло багато питань, пов'язаних із самими знаннями та їх використанням, і як результат у штучному інтелекті виникла нова наукова гілка – інженерія знань, що досліджує властивості знань як таких.

З появою інтелектуальних систем почалася робота із застосування них у навчанні, і майже сорок років тому виникли інформаційні технології навчання і нова гілка штучного інтелекту – штучний інтелект у навчанні. Завданням його було впровадження у навчання методів інженерії знань, одним із значних добутків якого з'явилося моделювання навчальної предметної області, або моделювання того, кого навчають, у вищій школі - студента. Дидактика виграла, прийнявши в себе методи інженерії знань, але це відбувалося на фоні все того же знаневого підходу. Сучасну ж дидактику треба розуміти як поєднання діяльнісного навчання з методами інженерії знань. Першою працею, де систематично викладено таке поєднання, є монографія [5].

Виникли нові методи роботи зі знаннями. Зараз все більше розуміння отримує думка, що ефективно навчання неможливе без систематичного застосування методів витягання, обробки і систематизації знань, розвинених в інженерії знань. Це і є насправді інформаційні технології. Однак використання цих методів при навчанні без застосування комп'ютера усвідомлене ще недостатньо. Методами витягання, обробки і систематизації знань повинен володіти кожний викладач, незалежно від того, застосовує він чи ні в навчанні комп'ютер. Але зараз в Україні штучний інтелект в навчанні залишається екзотикою. Дослідження в цій області знаходяться в зачатковому стані, а доступної широкому колу викладачів літератури немає.

Проектування цілей і змісту навчальної діяльності, навчальних курсів, системи контролю результатів навчальної діяльності відбувається

саме через моделювання студента. І таке моделювання має передувати усім технологіям навчання. Це є інформаційна технологія проектування навчальної діяльності, на якій повинні базуватися інформаційні технології навчання як з використанням комп'ютера, так і без нього.

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 [1, с 112].

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 [4, с 204-255].

З точки зору дидактики, у змісті будь-якого підручника прийнято виділяти дві частини. 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. 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 тем, тематично. Перелік тем, які підлягають 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.

Розглянемо розробку предметної моделі студента з вищої математики на прикладі розділу «Векторна алгебра». Цей розділ має важливе значення в системі інженерної освіти курсу вищої математики, так як без нього неможливе засвоєння таких розділів курсу як «Аналітична геометрія», «Теорія функції декількох змінних», «Теорія поля». Крім того він є підґрунтям до таких дисциплін як «Теоретична механіка», «Фізика», «Теорія механізмів і машин» та інших.

Технологія розробки предметної моделі полягає у такому. По-перше, виділяється тематична компонента предметних знань, тобто перелік тем і розділів, що підлягають вивченню. При побудові тематичної компоненти предметної моделі студента, відповідно до принципів діяльнісного навчання, потрібно розглядати тільки ту частину предметних знань, яка потрібна для оволодіння вміннями, які є цілями навчання. Тематична компонента з 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;
7. Векторний простір.

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
 - визначати модуль вектора;
 - визначати напрямні косинуси вектора ;
 - записувати розв'язання вектора за декартовим базисом;
 - знаходити добуток вектора на число;
 - знаходити орт вектора;
 - визначати, чи є вектор одиничним;
- визначати координати вектора
 - за наданими координатами начала і кінця вектора;
 - за наданими напрямними косинусами та модулем;
 - за наданим розв'язанням вектора за декартовим базисом;
 - за наданими координатами орта вектора та модулем;
- за наданими координатами двох векторів

- 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;
 - переходити до нового базису.

По-третє, на підставі операційної компоненти виділяється функціональна компонента предметних знань. Це перелік тих 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 добутку 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 визначення, чи є два вектори перпендикулярними, полягає у такому:

- визначити координати векторів;
- знайти скалярний добуток векторів;
- зробити висновок за ознакою перпендикулярності.

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, 3].

Всі висловлювання семантичного конспекту пронумеровані. Кожне висловлювання має номер, що складається з двох частин, розділених крапкою. Перша частина – це номер розділу, до якого належить даний 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 φ , 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:

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

На основі предметної моделі студента, що розроблена, виконується проектування діяльнісного навчання математики в технічному університеті, а саме:

1. Проектування цілей навчання;
2. Проектування змісту навчання;
3. Проектування технології навчання:
 - 3.1. Використання семантичного конспекту на аудиторних заняттях;
 - 3.2. Проектування самостійної роботи студентів на основі семантичного конспекту;
 - 3.3. Розробка системи задач на основі спектрального підходу;
 - 3.4. Розробка схем орієнтовної основи діяльності;
 - 3.5. Розробка методичних посібників;
 - 3.6. Розробка дистанційних курсів;
4. Проектування рейтингової системи оцінювання результатів навчальної діяльності;
5. Проектування системи контролю рівня сформованості умінь.

Загальні питання діяльнісного навчання математики в технічному університеті описано у роботі [6], питання проектування контролю рівня сформованості умінь розглянуто у роботі [7].

Розглянемо використання предметної моделі студента, що побудована, для розробки навчального посібника з розділу «Векторна алгебра».

Посібник складається з трьох частин. Перша частина містить операційну предметну модель. Друга частина навчального посібника містить семантичну предметну модель. Третя частина посібника містить задачі з теорії множин. Для кожної задачі вказано набір вмінь, за допомогою яких вона повинна бути розв'язана. Цей набір називається спектром вмінь задачі, а кількість вмінь в ньому – шириною спектра. Якщо ширина спектра однієї задачі недостатня, наприклад, для формування вмінь з теми, то необхідна система задач. В цьому випадку можливо говорити про спектр цієї системи, який складає сума спектрів задач, які входять в систему.

Для того, щоб сформувати вміння потрібні певні знання. Саме знання показують, що потрібно робити (декларативні знання) і як потрібно робити (процедурні знання). Тому кожна задача також має спектр знань, тобто набір тих знань, які використовуються при розв'язанні задачі. Таким чином, кожна задача має спектр вмінь та спектр знань. Спектр знань складається з декларативних та процедурних знань.

Спектр знань задачі задається семантичною та процедурною предметними моделями. Семантична предметна модель задає декларативні знання, процедурна модель – процедурні знання. Наприклад, спектром процедурних знань задачі “З’ясувати, чи є перпендикулярними вектори $\bar{a} = (3; 2; -1)$ і $\bar{b} = (2; 4; 1)$ ” є наведений вище алгоритм (алгоритм визначення, чи є два вектори перпендикулярними), а спектром декларативних знань цієї задачі є наведений вище фрагмент семантичного концепту.

Спектр вмінь задачі задається операційною предметною моделлю. В залежності від ширини спектра, задачі посібника розподілені за рівнем складності. Спочатку наведені базові задачі, тобто ті задачі, спектр умінь яких складається з одного предметного уміння. Сукупний спектр вмінь задач посібника покриває спектр всіх вмінь теми.

Посібник може бути використаний для організації навчальної діяльності як на аудиторних заняттях, так і для самостійної роботи студентів.

Подальша робота з впровадження діяльнісної технології проектування навчання математики повинна полягати в розробці застосувань предметної моделі студента, що розроблена, в експертних системах, призначених для оцінювання рівня сформованості вмінь. Дуже важливою реалізацією описаної технології стане використання її для розробки та організації дистанційних курсів.

Література

1. Атанов Г. О. Теорія діяльнісного навчання. – К., Кондор, 2007.
2. Малыгина О. А. Обучение высшей математике на основе системно-деятельностного подхода: Учебное пособие. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008.
3. Бадмаев Б. Ц. Психология и методика ускоренного обучения. — М.: Владос, 1998.
4. Атанов Г. О. Знання як засіб навчання. – К., Кондор, 2008.
5. Атанов Г. А., Пустынникова И.Н. Обучение и искусственный интеллект, или Основы современной дидактики высшей школы. – Донецк: Изд-во ДООУ, 2002.
6. Евсеева 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
7. Євсєєва О.Г. Розробка тестових завдань з вищої математики на основі діяльнісного підходу до навчання // Вісник Черкаського університету. Серія «Педагогічні науки». – Вип. 150. – Черкаси: 2009. – Сс. 62–72.

**Євсєєва О. Г. Інформаційна технологія проектування діяль-
нісного навчання математики в технічному університеті**

У статті розглянуто інформаційну технологію діяльнісного на-
вчання математики в вищій технічній школі. Описано п'ятикомпо-
нентну предметну модель студента технічного університету з вищої математики
на прикладі розділу «Векторна алгебра». Наведено приклад викорис-
тання моделі, що побудована, до розробки методичного посібника.

Ключові слова: діяльнісне навчання математики, предметна мо-
дель студента, векторна алгебра.

**Евсеева Е. Г. Информационная технология проектирования
деятельностного обучения математике в техническом университете**

В статье рассмотрена информационная технология деятельност-
ного обучения математике в высшей технической школе. На примере раз-
дела «Векторная алгебра» описана пятикомпонентная предметная модель сту-
дента технического университета по высшей математики. Приведён пример
применения построенной модели к разработке методического пособия.

Ключевые слова: деятельностное обучение математике, предметная
модель студента, векторная алгебра.

**EVSEEVA E. Information technology of projecting mathemat-
ics activities teaching in a technical university**

Information technology of the mathematics activities teaching at high
technical school is considered in the article. The five component subject model of
student of technical university on higher mathematicians is described on the example
of the section «Vector algebra». The example of the use of the model is resulted to
development of methodical manual.

Keywords: activities teaching mathematics, the subject model of student,
vector algebra.