

О. Г.Свєсєва*Донецький національний технічний університет*

В статті проаналізовано можливості використання теорії поетапного формування розумових дій при навчанні математики у вищій школі. Розглянуто п'ять етапів освоєння математичних предметних дій: водномотиваційний етап, етап матеріальної (матеріалізованої) форми, етап голосно мовної форми, етап мовної форми про себе, етап автоматизованої форми дії.

I. Вступ. Упровадження нових наукоємних технологій в розробку і функціонування промисловості значно підвищує вимоги в області фундаментальних наук, зокрема математичних, що пред'являються до випускників вищих навчальних закладів інженерного профілю.

Питанням математичної підготовки студентів технічних спеціальностей ВНЗ присвячено чимало робіт провідних математиків-методистів (В. В. Гнеденка, В. І. Клочка, Т. В. Крилової, Л. Д. Кудрявцева, З. І. Слєпкань, В. А. Треногіна, Н. Г. Яруткіна та ін.).

Вони однакові в тому, що вирішення проблеми підвищення якості математичної підготовки студентів ВНЗ потребує глибокого освоєння студентами основ математичної науки, вміння бачити й використовувати внутрішньо предметні й міжпредметні зв'язки, прикладну спрямованість курсу вищої математики, формування у студентів уміннями застосовувати математику для розв'язування практичних задач, моделювати явища і процеси, що відбуваються на виробництві й у природі.

II. Постановка завдання. Загальноприйнятим вважається положення, згідно з яким до складу навчального матеріалу входять три компоненти: знання, уміння, навички [4]. Термін знання тут вживається в значенні навчальної інформації, яку належить сприйняти. Під умінням розуміють освоєний людиною спосіб виконання дій. Уміння виражається в здатності усвідомлено застосувати знання на практиці для виконання певних дій. Навичка являє собою дію, освоєну шляхом повторення в різних умовах; при цьому дія стає автоматизованою і виконується без активного контролю свідомості.

У самому загальному виді в психолого-педагогічній літературі навичка визначається як «дія, сформована шляхом повторення, що характеризується високим ступенем освоєння й відсутністю свідомої регуляції й контролю» [7, с.195]. Але є багато дослідників, які вважають, що навичка – це до автоматизму освоєне уміння виконувати дію. Але з точки зору діяльнісного навчання навичка – це не уміння, а *дія*. Правда, дія не проста, а автоматизована. Уміння ж – це здатність виконувати дію, у тому числі і навичку. Уміння або є, або його немає. Уміння не має ні властивостей, ні характеристик, ні рівнів. А особливості виконання дій характеризуються не якимись якостями умінь, а властивостями самих дій.

Практична дія освоюється студентом у вигляді навички не відразу, а поступово. При цьому освоєння проходить поетапно, і кожен подальший етап якісно відрізняється від попередніх. Освоєння дії і, отже, засвоєння знань, що забезпечують її виконання, буде найуспішнішим за умови, що студент послідовно пройде всі ці етапи. Таким чином, освоєння навички – ієрархічний процес. Це вперше було визначено П. Я. Гальперінім і знайшло відображення в створеній їм теорії поетапного формування розумових дій [3].

Основу методики навчання, що основана на теорії поетапного формування розумових дій, складають опора на психологічну закономірність засвоєння знань, згідно з якою знання засвоюються людиною не до, а в процесі їх практичного застосування. Існує багато прикладів того, що методики навчання, побудовані відповідно до цієї теорії, дозволяють досягнути результатів більш високої якості, в більш короткі терміни, з меншими витратами зусиль і матеріально-фінансових ресурсів. Б. Ц. Бадмаєв [2] приводить приклади таких методик і вказує на те, що вони:

- в багато разів прискорюють (мінімум в два рази, а іноді і на порядок) процес вироблення інтелектуальних і практичних навичок і умінь високої якості;

- індивідуалізують процес навчання, доводячи буквально кожного того, кого навчають, до потрібного рівня професіоналізму;

- роблять навчання практично безпомилковим для студентів (немає тих «проб і помилок», які властиві звичайним методам);

- надають можливість самонавчання будь-кому, якщо він захоче оволодіти якою-небудь новою для себе діяльністю;

- виключають необхідність спеціального заучування, роблять непотрібним завчасне запам'ятовування знань до початку їх застосування.

Досвіду навчання математики у вищій технічній школі за допомогою

описаних методик ще не має, тому дуже важливим є питання їх розробки.

Метою статті є аналіз можливості використання теорії поетапного формування розумових дій при навчанні математики у вищій школі.

III. Результати. П. Я. Гальперіним було виділено п'ять етапів формування розумових дій: водно-мотиваційний, етап матеріальної дії, етап голосно мовної дії, етап мовної дії про себе, етап розумової дії. Проте насправді треба говорити не про дії, а про форми однієї і тієї ж дії. Крім того, гальперінське «розумова дія» є навичкою, а відповідна їй форма дії названа автоматизованою. Тому ми будемо використовувати запропоновані Г. О. Атановим [1, с. 57] такі назви етапів: водно-мотиваційний етап, етап матеріальної (матеріалізованої) форми, етап голосно мовної форми, етап мовної форми про себе, етап автоматизованої форми дії.

На першому етапі – вводно-мотиваційному – дія ще не виконується, вона тільки готується. Студент знайомиться з дією і умовами її виконання. Він осмислює мету дії, її предмет, знання і уміння, на які необхідно спиратися, скоюючи дію. Ним виконується орієнтування. Спочатку загальне орієнтування, а потім і орієнтування на виконання. Студент складає план виконання дії, визначаючи її склад і послідовність операцій. Він повинен зрозуміти логіку освоюваної дії, оцінити можливість її виконання.

На цьому етапі розв'язується і задача додаткової мотивації дії. Цьому передують мотивація діяльності в цілому, і, як правило, мотивація у студента вже сформована. Проте її можна підсилити мотивацією конкретної дії. Це можна зробити шляхом діалогу, залучаючи студента до процесу орієнтування, використовуючи різні методи активізації, вносячи в зміст дії елементи професійної спрямованості й т.ін.

Розглянемо, наприклад освоєння дії обчислення похідної складеної функції. При розв'язанні задачі знаходження похідної функції на вводно-мотиваційному етапі студентові необхідно усвідомити, що надана функція – це функція однієї змінної; похідна функції обчислюється за правилом, що залежить від її типу, тому загальне орієнтування полягає в визначенні типу функції.

На другому етапі – етапі матеріальної (матеріалізованої) форми – дія виконується з розгортанням всіх операцій, що входять до її складу. Таким чином для студента створюється можливість освоїти повний склад дії, а для викладача – проконтролювати виконання кожної операції. На цьому етапі освоєння дії студент не може працювати без опори на матеріальні або матеріалізовані засоби навчальної діяльності. Наприклад, на конспект лекцій,

на різного вигляду методичні матеріали й т.ін..

На цьому етапі студент, для того щоб з'ясувати, до якого типу належить функція, фактично повинен провести порівняння аналітичного виразу, що задає функцію в умові задачі, з загальними виразами для завдання спочатку основних елементарних функцій, потім функцій, що є сумою, добутком, часткою основних елементарних функцій, а вже потім – складених елементарних функцій. Далі студент повинен з'ясувати, за якими формулами він має обчислити похідну.

На цьому етапі всі необхідні студенту знання (визначення функції однієї змінної; визначення складеної функції; визначення основних елементарних функцій; формули таблиці похідних та правила диференціювання мають бути надані у матеріалізованій формі.

На цьому етапі не повинно бути великої кількості однотипних задач. Інакше результатом їх розв'язання буде «дострокова» автоматизація дії. При цьому міра узагальненості дії буде низька, що приведе до вироблення штампів, формалізму. Крім того, це ускладнить освоєння дії на етапі голосно мовної форми. Для полегшення переходу на етап дії в голосно мовній формі при виконанні операції корисно промовляти, формулювати в мові все, що виконується практично.

Освоєність дії в матеріальній (матеріалізованій) формі означає, що студент навчився виконувати дію, у нього сформувалася здатність її виконувати, хай навіть з опорою на щось. А як ми знаємо, здатність виконувати дію є уміння. Таким чином, на етапі матеріальної (матеріалізованій) форми формуються уміння.

Наступний етап спрямований на переведення дії в голосно мовну форму. Цей етап характерний тим, що студент вже може спочатку частково, а потім і повністю обійтися без опори на матеріальні або матеріалізовані предмети.

Тобто при обчисленні похідної студент вже не дивиться у конспект, він розв'язав вже достатньо задач, щоб тримати всі необхідні знання у пам'яті. Проте він поки що не зовсім упевнений у правильності виконання дії і тому часто підкріплює себе міркуваннями вголос. Це допомагає виконувати функції орієнтування і самоконтролю і до того ж, що дуже важливе для навчання, забезпечує можливість зовнішнього контролю.

У результаті освоєння дії в голосно мовній формі виділені студентом її особливості закріплюються за певними словами, після чого можливо відрив цих особливостей від предметів і використання їх у вигляді абстракцій,

повноцінного мовного об'єкту. При цьому зникає необхідність опори на гучну мову.

Дія в мовній формі являє собою, по суті справи, відображення дії в матеріальній формі. При цьому треба розуміти, що перенесення дії в мовний план означає не вміння розказати про те, як треба діяти, а вміння виконувати дію в мовній формі; при цьому дія залишається практичною. Тому від студентів треба вимагати не розповіді, наприклад, про те, як треба диференціювати функції, а усного виконання диференціювання, не простого переказування правил, а їх застосування, тобто здійснення дії, що формується в мовній формі.

Четвертий етап – це етап виконання дії у мовній формі про себе. Особливість цього етапу полягає у тому, що студент промовляє процес виконання вже не всієї дії, а тільки окремих його операцій, і робить він це про себе, без зовнішнього прояву, беззвучно. Ця мова вже недоступна зовнішньому контролю. Міра розгорнутості дії на цьому етапі починає зменшуватися, а міра автоматизації – зростати, оскільки деякі операції перестають усвідомлюватися.

Освоєність дії у мовній формі про себе означає, що студент здатний виконувати дію без опори на що-небудь. Що всі необхідні для виконання математичної дії знання і формули студент пам'ятає і промовляє про себе.

Зменшення міри розгорнутості дії свідчить про те, що її виконання переходить на завершальний етап – етап автоматизованої форми. Дія швидко автоматизується, і врешті-решт управління дією повністю переходить в підсвідомість. Вона перетворюється у навичку. Ми згодні з Г. О. Атановим в тому, що коректною назвою теорії поетапного формування розумових дій П. Я. Гальперіна є «теорія поетапного освоєння навички».

Ми дійшли того, що в процесі освоєння дії студенту потрібна підтримка, або опора, причому дієвість цієї опори слабшає у міру освоєння дії. На етапі матеріальної (матеріалізованої) форми опора також має матеріальну (матеріалізовану) форму; на етапі голосно мовної форми опорою є слух студента, тобто опора також має голосно мовну форму; на етапі мовної форми про себе опорою є мова про себе. На етапі автоматизованої форми студент підтримки не потребує, і умовно можна сказати, що на цьому етапі форма опори автоматизована.

Таким чином, для того, щоб сформувати навички виконання предметних математичних дій, необхідно щоб ці дії поступово проходила всі етапи освоєння. Для цього доцільним є розв'язання студентом системи задач,

в якій для різних об'єктів у різних умовах поступово буде дія освоюватися.

Наведемо приклад сукупність завдань для освоєння навички знаходження похідної складеної ступеневої функції:

$$1) y = (x+1)^3; \quad 2) y = \sqrt{2x}; \quad 3) y = \sqrt[3]{(2x^2+1)^2}; \quad 4) y = \frac{1}{(2-x)^3};$$

$$5) y = \frac{1}{\sqrt[3]{4x+3}}; \quad 6) y = 2\sin^2 x; \quad 7) y = \sqrt{3\cos^5 x}; \quad 8) y = \sqrt[5]{4\operatorname{tg}x};$$

$$9) y = \frac{5}{\operatorname{ctg}^4 x}; \quad 10) y = \frac{-3}{\sqrt{2\sin x + 3\cos x}}; \quad 11) y = 3\arcsin^{-4} x;$$

$$12) y = \sqrt{5\arccos^3 x}; \quad 13) y = \sqrt[3]{\operatorname{arctg}^4 x}; \quad 14) y = \frac{1}{7\operatorname{arctg}x};$$

$$15) y = \frac{1}{\sqrt[7]{\arcsin x \cdot \arccos x}}; \quad 16) y = (e^x + e^{-x})^7; \quad 17) y = \sqrt{(3^x \cdot 5^x)^5};$$

$$18) y = \left(\frac{9^x}{7^x}\right)^{-5}; \quad 19) y = (\log_2 x)^2; \quad 20) y = \sqrt{3\ln^{-3} x}; \quad 21) y = \frac{3}{\ln^3 x};$$

$$22) y = \left(\frac{x^2-2}{e^x}\right)^6; \quad 23) y = (x \cdot \log_3 x)^{-2}; \quad 24) y = \sqrt{(3x + \ln x)^{\frac{3}{2}}};$$

$$25) y = \sqrt[3]{\frac{3x^3 + 2x}{\ln x}}.$$

Для розв'язання завдань сукупності студенту необхідні всі формули таблиці похідної для простої функції, формула похідної складеної ступеневої функції і правила диференціювання. Завдання підібрані таким чином, що показники ступеню практично не повторюються, причому у всіх завданнях використовуються різні формули диференціювання. Ці завдання можуть виконуватися в довільному порядку, але з необхідною підтримкою, відповідно до етапів освоєння навички.

Слід відмітити, що різним студентам необхідна різна кількість завдань, для того, щоб освоїти навичку. Проведені нами експерименти в контрольній групі, що складалася з 44 осіб, показали: дія автоматизується після розв'язання 5-ти завдань у 7 % студентів, після виконання 10-ти завдань – у 13 %, 15-ти завдань – у 22 %, 20-ти завдань – у 17 %, 25 –ти завдань – у 9 % студентів. При цьому залишилися студенти (7 %), яким була потрібна матеріалізована підтримка після розв'язання всіх 25 задач. Робота з таким студентами не може обмежуватися рамками самостійної роботи і потребує індивідуальної корекції.

IV.Висновки. Таким чином ми бачимо, що для того, щоб студенту освоїти математичну предметну дію до рівня навички, необхідно розв'язати

велику кількість задач. Це практично неможливо в умовах скорочення часу, що відводиться на вивчення математичних дисциплін, відсутності у навчальному навантаженні студентів індивідуальних завдань, які б дали змогу студентам освоїти необхідні математичні дії.

На нашу думку, вирішити проблему освоєння студентами математичних предметних дій можливо тільки за умови:

- опису предметних дій, що мають освоїти студенти;
- структурування математичних предметних знань і умінь за для надання студенту підтримки при освоєнні предметних дій і визначення тих знань і умінь які необхідні студенту для освоєння кожної дії [5];
- розробки методичних посібників, в яких надано систему завдань, що дозволяють студентам освоїти математичні предметні дії на рині навички [6];
- створення змагальної мотивації шляхом розробки і впровадження рейтингової системи оцінювання результатів навчальної діяльності, зокрема самостійної роботи студентів з посібником, що розроблено;
- створення професійної мотивації навчальної діяльності з освоєння математичних предметних дій шляхом включення до системи завдань професійно-орієнтованих задач.

Література

1. Атанов Г. О. Теорія діяльнісного навчання. – К.: Кондор, 2007.
2. Бадмаев Б. Ц. Психология и методика ускоренного обучения. – М.: Владос, 1998.
3. Гальперин П. Я. Основные результаты исследования по проблеме «Формирование умственных действий и понятий». – М.: Педагогика, 1965.
4. Гончарова Н.Л. Функционирование триады «знания-умения-навыки» в современной дидактике // Сборник научных трудов Северо-Кавказского государственного технического университета. Серия «Гуманитарные науки» №2 (14), 2005.
5. Євсєєва О. Г. Діяльнісна технологія розробки методичного посібника з вищої математики. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми // Збірник наукових праць. – Вип.22. – Вінниця: Планер, 2009. – С. 308–314.
6. Євсєєва О. Г. Предметна модель студента як база проектування технологій навчання математики на засадах діяльнісного підходу. // Наукові праці. Серія: Педагогіка, психологія і соціологія. – Вип. 8 (174) – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2010.- Сс. 160-165.

7. Краткий психологический словарь / Составитель Л. А. Карпенко; под общ. ред. А. В. Петровского, М. Г. Ярошевского. – М.: Политиздат, 1985. – 431с.