

НАУКОВІ ПРОБЛЕМИ ПРОГРАМОВАНОГО НАВЧАННЯ ТА ШЛЯХИ ЇХ РОЗРОБКИ

Віктор ГЛУШКОВ, Григорій КОСТЮК,
Георгій БАЛЛ, Олексій ДОВГЯЛЛО,
Юхим МАШБИЦЬ, Катерина ЮЩЕНКО

Copyright © 1966; 2007

На сучасному етапі розвитку нашої країни, коли наука стає безпосередньою виробничою силою, все більшого значення набуває наукова організація праці в найрізноманітніших її галузях, у тому числі й педагогічної праці, освітньої діяльності. Можна виділити такі аспекти *наукової організації освіти*, як раціональне планування всієї системи підготовки кадрів для різних сфер суспільного виробництва, науково обгрунтоване керівництво роботою навчальних закладів і наукове управління самим учінням, тобто пізнавальною і практичною діяльністю тих, хто навчається, спрямованою на оволодіння передбачених програмами знань, умінь і навичок, формування тих психічних властивостей, які потрібні для майбутньої діяльності.

Зрозуміло, що в одній статті неможливо розглянути всі зазначені аспекти наукової організації освіти. Тому коротко зупинимося на загальній проблемі наукового планування підготовки кадрів, а основну увагу приділимо розгляду того нового, що вносить *ідея програмування навчання* в керівництво пізнавальною діяльністю тих, хто навчається.

Наукове планування системи підготовки кадрів у тій чи іншій сфері охоплює: а) аналіз тих видів діяльності і відповідних властивостей, які мають бути сформовані у фахівців тієї чи іншої категорії, а також у випускників середньої школи; б) виділення того змісту, оволодіння яким має забезпечити підготовку випускників до виконання цих видів діяльності.

Останнім часом при плануванні підготовки кадрів обмежуються аналізом *змісту освіти*, а саме – знань, умінь і навичок, які мають бути засвоєні. При цьому вибір того чи іншого змісту визначається, переважно, ustalеними традиціями. Такий підхід, природно, не може задовольнити вимог, які ставляться до фахівців різних категорій у зв'язку зі швидким розвитком науки і техніки. Навіть при найкращому розв'язанні проблеми змісту освіти не можна уникнути того факту, що знання, які засвоює майбутній фахівець сьогодні, виявляться недостатніми через п'ять-десять років. Тому при визначенні змісту освіти треба виходити з того, що завдяки розвитку науки і техніки діяльність фахівця кожного профілю не лишається незмінною, а зазнає змін, і що для успішної діяльності потрібні не лише певні знання і уміння застосовувати їх при розв'язанні найрізноманітніших завдань, а й уміння набувати нові знання, оволодівати новими досягненнями науки і техніки. У майбутнього фахівця треба сформувати розумові, моральні, трудові та інші властивості, потрібні йому як творцеві матеріальних і духовних цінностей у своїй галузі, як діячеві соціального прогресу. Розробка змісту освіти має виходити з її завдань у нашій країні, що полягають у тому, щоб не лише озброїти майбутніх фахівців знаннями і навичками, але й ідейно виховувати їх, розвивати їхню здатність до тієї діяльності, до якої вони готуються.

Наукове планування підготовки кадрів вимагає визначення й опису не тільки кінцевого

продукта освіти, а й її проміжних продуктів, що послідовно формуються на окремих етапах навчання, а також і самої навчальної діяльності. *Дії учнів з навчальним матеріалом – єдиний шлях оволодіння змістом освіти.*

Не викликає сумніву, що тут виникає багато проблем, які стосуються *побудови системи навчальних дисциплін* з кожного профілю, змісту кожної з них, процесу її засвоєння та організації навчальної діяльності в цілому. Багатьма з цих проблем давно займаються фахівці з питань середньої і вищої освіти. Їх досвід треба врахувати, але його не можна визнати достатнім. Потрібні нові спеціальні наукові дослідження у цій галузі (особливо у форматі вищої освіти), спрямовані на детальне з'ясування вимог, що ставляться кожним видом діяльності в сучасних її умовах до фахівців даного профілю, і шляхів реалізації цих вимог при підготовці таких фахівців. Потрібні педагогічні, психологічні і логічні дослідження, спрямовані на вивчення і, по можливості, чіткий опис різних видів навчальної діяльності, їх ієрархій та структур, а також тих знань, умінь, навичок і психічних властивостей, які треба у певній послідовності сформувати в учнів у процесі навчання, тобто під час взаємодії вчителя і учня.

Одне з найактуальніших завдань, яке доводиться розв'язувати при плануванні підготовки фахівців, полягає в тому, щоб забезпечити оволодіння потрібними знаннями й уміннями за мінімальний час. У зв'язку з цим при плануванні навчального процесу треба дослідити можливості і шляхи застосування *методу сітвових графіків*, який, як відомо, добре зарекомендував себе при плануванні складних виробничих процесів.

Яке ж відношення до всієї сукупності досліджень і практичних заходів, спрямованих на удосконалення освіти, має той шлях підвищення її ефективності, який здобув назву *програмованого навчання*? Яке місце може посісти програмоване навчання у загальній системі наукової організації освіти?

Щоб відповісти на ці питання, треба насамперед з'ясувати суть програмованого навчання і виділити першочергові проблеми у цьому перспективному напрямку осучаснення шкільного життя.

В літературі термін “програмоване навчання” трактується по-різному. Іноді програмоване навчання ототожнюють з науковою

організацією освіти чи науковою організацією підготовки кадрів у цілому. Таке ототожнювання, на наш погляд, неправомірне, оскільки, як це впливає із вищесказаного, наукова організація освіти далеко виходить за рамки не тільки програмованого навчання, а й навчання взагалі.

Невиправданим ми вважаємо і такий підхід, за яким до програмованого навчання відносять усі шляхи підвищення ефективності навчання, його оптимізації. *Програмування* навчання – це лише один з способів підвищення його ефективності. Великі резерви приховані і в удосконаленні традиційних форм навчання – лекцій, уроків тощо.

Іноді програмоване навчання розглядають як оптимально кероване навчання. Така його характеристика також потребує уточнення: не усіляке програмоване навчання (скажімо, те, яке організується за принципами Скіннера) можна вважати оптимально керованим.

Неправомірним буде й ототожнювання програмованого навчання із навчанням, яке здійснюється за допомогою технічних засобів. Загальновідомо, що технічні засоби використовуються і в умовах непрограмованого навчання. В той же час програмоване навчання може здійснюватись і з допомогою програмованих посібників, але без застосування технічних засобів.

Часто у поняття “програмоване навчання” включають програмований (стандартизований) контроль знань і вмінь учнів. Навряд чи це виправдано, оскільки програмований контроль має свої завдання і свою специфіку. Тому, визнаючи велике значення програмованого контролю в науковій організації освіти, треба зауважити, що його не слід ототожнювати з програмованим навчанням.

Який же зміст ми вкладаємо у термін “програмоване навчання”?

Програмоване навчання – один з видів взаємодії вчителя і учня. Специфіка його полягає в тому, що в ньому деякі функції вчителя (викладача) виконуються *навчаючими програмами*, які істотно відрізняються від звичайних навчальних програм. Останні охоплюють лише перелік знань, умінь і навичок, якими повинен оволодіти той, хто навчається, і вказівки на послідовність засвоєння конкретного навчального матеріалу. На відміну від таких програм, навчаючі програми не тільки більш докладно описують знання, уміння та навички, які належить засвоїти, тобто продукти нав-

чання, але й утримують шляхи їх формування, котрі треба учневі освоїти.

Отже, програмованим є таке навчання, яке здійснюється відповідно до наперед складеної навчаючої програми, що детально описує не тільки кінцеві і проміжні продукти навчання, а й процес їх здобування, тобто діяльність тих, хто навчається, причому організовану певним способом.

Навчаюча програма являє собою єдність змісту навчання і методу, обраного її авторами як найадекватнішого щодо мети і завдань освітньої підготовки. Саме завдяки цьому в програмованому навчанні відкриваються нові можливості керування пізнавальною діяльністю учнів, широкого використання найраціональніших методів, забезпечення потрібної частоти зворотного зв'язку, врахування індивідуальних особливостей учнів, усунення стихійності, притаманної звичайному процесові навчання, підвищення його результативності.

Як видно з вищесказаного, програмоване навчання – це лише *компонент наукової організації освіти*. Неправомірне їх ототожнення може привести до висновку, неначе б то запровадженням програмованого навчання розв'язуються всі проблеми наукової організації освіти. Таке ототожнення дає привід відносити до числа проблем програмованого навчання такі, які, хоч самі собою й важливі, але явно виходять за його рамки. (Наприклад, раціональне складання навчальних планів, розкладів занять тощо). До того ж при такому надмірному розширенні поняття програмованого навчання затують ті проблеми, які стосуються зазначеного навчання як такого і від розв'язання яких залежить реалізація закладених у ньому великих потенціальних можливостей.

Програмування навчання вже тепер забезпечує деяке підвищення ефективності навчання завдяки старанному аналізу навчального матеріалу, поліпшенню його логічної структури, збільшенню частоти зворотного зв'язку і міри індивідуалізації навчання. Все це сприяє підвищенню *пізнавальної активності* учнів. Істотно також те, що за умов програмованого навчання кожен учень може користуватися різними освітніми матеріалами, складеними висококваліфікованими фахівцями.

Однак ефект впровадження програмованого навчання здебільшого виявляється меншим, ніж можна було б сподіватися. Причина цього

полягає в недостатній розробці теоретичних, насамперед психолого-педагогічних, основ програмованого навчання, а також наукової методики складання навчаючих програм.

Останнім часом основні зусилля фахівців у сфері програмованого навчання спрямовані на складання і перевірку окремих навчаючих програм. При цьому часто вдається забезпечити деяке підвищення ефективності навчання. Проте за допомогою емпіричної перевірки окремих зразків навчаючих програм не можна здобути достовірні знання про те, як треба складати навчаючі програми. Для здобуття таких знань потрібні спеціальні дослідження – як теоретичні, так і експериментальні.

Програмування навчання, що є одним із шляхів підвищення його ефективності, може використовуватися і як засіб його дослідження, оскільки дає змогу багаторазово відтворювати процес навчання за стандартизованих умов і враховувати багато факторів, що зазвичай не піддаються контролю. При цьому виявляється можливий більш глибокий аналіз не тільки процесу навчання, а й тих принципів, виходячи з яких він будується. Не секрет, що при проведенні педагогічних досліджень іноді не зовсім ясно, чим саме зумовлені високі показники, досягнуті при експериментальному навчанні: науково обґрунтованими методами і прийомами навчання чи високою педагогічною майстерністю вчителя (експериментатора). Програмування дозволяє усунути подібні неясності й тим самим відкриває перспективи для більш об'єктивної перевірки різних теорій і методів навчання.

Теорію програмованого навчання треба розробляти, виходячи з тих самих теоретико-методологічних позицій, на яких будується теорія навчання в цілому. Вітчизняні дидактика і психологія обґрунтували низку принципів ефективного навчання (науковість змісту, свідомість та активність його освоєння, послідовність і систематичність тощо). Безперечно, ці принципи повністю зберігаються і при програмованому навчанні.

Спільність вихідних методологічних позицій, проте, не виключає наявності у вітчизняній науці різних психологічних концепцій навчання. Навчаючі програми можна імовірно будувати відповідно до кожної з них. Тому недоречно вимагати, щоб усі укладачі програм обов'язково виходили з якої-небудь однієї концепції. Саме у процесі складання й, особливо,

реалізації навчаючих програм, побудованих відповідно до засад тієї чи іншої концепції, з'ясується ступінь розробки самої концепції, її сильні та слабкі сторони.

Часто порушують питання про те, якою мірою можна використати досить великий зарубіжний, головним чином, американський, досвід програмованого навчання. Зрозуміло, бігевіористські теорії, покладені в основу більшості зарубіжних концепцій програмованого навчання, не можуть нас задовольнити, оскільки вони неправомірно переносять закономірності навчання тварин на людину і спрощено трактують процес навчання, ігноруючи найістотніше в ньому – мисленнєву діяльність учня як суб'єкта.

Слід зауважити, що бігевіористські концепції навчання зазнають критики і за рубежом, зокрема, з боку представників гештальтпсихології. Вітчизняні психологи не поділяють і поглядів гештальтистів, які в трактуванні пізнавальних процесів сутнісно обстоюють індетерміністичні позиції, що позбавляє їх можливості керувати розвитком цих процесів.

Водночас не можна відкидати те позитивне, що є в зарубіжному досвіді програмованого навчання. Заслугує на увагу, зокрема, характерний для цілого напрямку досліджень детальний аналіз навчального матеріалу, можливих помилок учнів і шляхів їх запобігання та виправлення. Не можна не відмітити ретельності, з якою багато зарубіжних авторів підходять до складання навчаючих програм, копітку експериментальну перевірку їх ефективності. Цікаво, що багато корисних рекомендацій зарубіжні автори одержали не завдяки, а всупереч їх вихідним спрощеним позиціям.

* * *

Для раціонального планування та успішного проведення досліджень у системі програмованого навчання доречно вказати на проблеми, які слід вивчити першочергово. Актуальність цих проблем насамперед визначається тим, наскільки їх розв'язання допомагає у вирішенні інших питань. З цього погляду досить актуальною є проблема *критеріїв ефективності програмованого навчання* та основних чинників, від яких залежить ця ефективність.

Критерії ефективності навчання – це показники, що дають змогу перевірити те, якою мірою результати навчання відповідають його

цілям. Програмоване і непрограмоване навчання мають спільні цілі (відмінності стосуються головним чином засобів їх досягнення), і до обох форм навчання сутнісно можуть бути застосовані одні й ті самі критерії ефективності. Інше питання – якою мірою вони можуть бути використані практично. У цьому відношенні програмування навчання відкриває додаткові можливості.

Ефективність навчання, як і дуже багатьох інших процесів, у найзагальнішому вигляді, визначається, з одного боку, часом, що витрачається, і, з іншого – якістю результатів, що досягаються. Говорячи про витрати часу, треба враховувати (певна річ, з різними ваговими коефіцієнтами), час, що витрачається як викладачем (у т. ч. і на підготовку до занять), так і учнями (у т. ч. і на виконання домашніх завдань). У зв'язку з цим постає завдання знаходження оптимального, з економічного погляду, співвідношення часу, що витрачається викладачем, і часу, який витрачають учні. Зрозуміло, це співвідношення залежить від мети навчання, особливо у тих випадках, коли вона передбачає термінову підготовку спеціалістів певного профілю чи оволодіння яким-небудь навчальним курсом, потрібним для продовження навчання, наприклад, засвоєння мови, якою ведеться викладання. Природно допустити також, що це співвідношення залежить від віку тих, хто навчається, рівня їхньої підготовки та багатьох інших факторів.

Як бачимо, тут виникає багато питань, що потребують спеціального дослідження. При їх вирішенні слушно скористатися математичними методами. Може виявитися корисним, зокрема, застосування апарату теорії масового обслуговування.

Що ж до якості результатів навчання, то вона, цілком зрозуміло, може бути визначена тільки у відношенні до його мети, точніше, цілей. Йдеться про ієрархію цілей навчання, починаючи з найближчих, наприклад, таких, як засвоєння певного змісту, і кінчаючи більш віддаленими (формування складних інтелектуальних умінь, розвиток здібностей). Тому показники ефективності навчання повинні відображати ступінь досягнення як найближчих, так і віддалених цілей.

Перевірити досягнення найближчих цілей навчання відносно неважко. Для цього передусім потрібно чітко сформулювати їх. Звичайно навчання, навіть на коротких його відрізках,

передбачає досягнення низки найближчих цілей, наприклад, запам'ятовування деяких фактів, засвоєння окремих понять (включаючи знання їх істотних ознак, уміння розпізнавати поняття та застосовувати їх при розв'язуванні певних задач) і т. д. Контрольні завдання повинні добиратися так, щоб їх виконання якомога повніше відображувало ступінь досягнення поставлених цілей. Така повнота особливо вагома при проведенні досліджень, зокрема, при з'ясуванні ефективності тієї чи іншої навчаючої програми. Питання про час, що витрачається на контроль як тим, хто навчає, так і тими, хто навчається, тут не таке важливе порівняно з умовами звичайного навчання. Тому кількість контрольних завдань може бути збільшена; їх слід давати відразу після навчання і через деякий час – для перевірки міцності запам'ятання та привласнення.

Досі йшлося про найближчі цілі навчання. Тим часом найбільш важливі – його віддалені цілі, оскільки кінцеві продукти навчання¹, що формуються при їх досягненні, мають набагато більшу цінність і для окремої особистості, і для суспільства, ніж ті проміжні продукти, які здобувають при досягненні найближчих цілей. Такі продукти навчання, як складні інтелектуальні уміння, мисленнєві прийоми тощо, є істотними передумовами успішного оволодіння різними видами навчальної та професійної діяльності.

Досягнення віддалених цілей навчання не забезпечується автоматично, тобто у результаті досягнення найближчих його цілей. Воно передбачає якісні зміни у самому процесі учіння, що відбуваються в контексті розумового розвитку учнів.

Виходячи з принципу єдності навчання та розвитку, що розробляється вітчизняною психологією і педагогікою, треба визнати, що ефективним є те навчання, яке має розвивальний характер. Це положення цілком стосується і програмованого навчання. При цьому аж ніяк не можна погодитися з точкою зору, що іноді висувається: ніби програмоване навчання не є розвивальним. Такі твердження й аргументи на їх користь не обґрунтовані, вони зводяться до розмірковувань про жорстку детермінованість навчання при його програмуванні. Їх висувають здебільшого на основі ознайомлення

лише з деякими зарубіжними концепціями, а іноді з окремими зразками навчаючих програм. Завдання полягає не в тому, щоб передчасно вирішувати питання, чи є програмоване навчання розвивальним, а в тому, щоб з'ясувати умови, за яких воно стає таким.

Достовірні дані про те, чи досягнуто окремих цілей навчання, чи сформовані і на якому саме рівні його кінцеві продукти, можна дістати тільки після завершення деякого *циклу навчання*, що охоплює певну наступність його етапів. У зв'язку з цим виникає завдання прогнозування досліджень віддалених цілей навчання за проміжними результатами, одержуваними на окремих його етапах. Для розв'язання цього завдання потрібно насамперед скласти якомога точніші описи кінцевих продуктів навчання та рівнів їх сформованості, які б співвідносилися з проміжними освітніми продуктами. Очевидно, мають бути проведені статистичні дослідження, спрямовані на встановлення кореляцій між показниками, що характеризують досягнення проміжних і кінцевих результатів навчання.

Дані таких досліджень будуть корисними у складанні контрольних завдань, що дадуть змогу з'ясувати ступінь наближення учнів до віддалених цілей навчання, та використанні показників їх виконання в орієнтації на прогнозування наступних результатів навчання. При цьому, безумовно, знайдуть застосування такі відомі форми роботи учнів, як самостійне складання задач, розв'язування так званих творчих задач, що вимагають набуття нових знань, виконання завдань на встановлення міжпредметних зв'язків. Повинні знайти своє місце також завдання на уважність, кмітливість і т. д. Згаданий вище аналіз системи проміжних і кінцевих продуктів навчання дасть змогу зробити науково обґрунтовані рекомендації щодо змісту і послідовності пред'явлення контрольних завдань, а також інтерпретації результатів їх виконання. Треба особливо підкреслити важливість врахування не тільки результатів, а й процесу виконання завдань учнями, оскільки саме процесуальні характеристики навчальної діяльності найістотніші з огляду розкриття динаміки розумового розвитку. За такими характеристиками можна судити про якісні зміни пізнавальної діяльнос-

¹ Ці продукти є кінцевими лише у відношенні до етапу навчання, що розглядається.

ті, про формування узагальнених умінь, нових прийомів мислення і перебудову сформованих умінь та прийомів. Чим більш чітко будуть описані істотні параметри цих умінь та прийомів, у т. ч. рівня їх сформованості, тим легше буде використати згадані процесуальні характеристики як показники ефективності навчання, щонайперше програмованого.

Деякі дані про розумовий розвиток учнів можуть бути одержані й на основі характеристик результатів навчальної діяльності, які природно легше формалізувати, ніж процесуальні характеристики. Доцільно, наприклад, проаналізувати динаміку співвідношення між складністю навчальних завдань як їх об'єктивною характеристикою і трудністю цих завдань для учнів. Найбільші можливості для успішної реалізації такого підходу відкриваються саме за умов програмованого навчання, оскільки тут легко забезпечується будь-яка потрібна частота фіксації результатів учінневої діяльності, одержуваних за чітко визначених обставин, які до того ж можуть бути багато разів відтворені.

Перейдемо тепер до розгляду *факторів ефективності програмованого навчання*. Поки ці фактори не будуть досліджені, ми не зможемо як слід реалізувати потенціальні можливості програмованого навчання і забезпечити йому належне місце у системі освіти.

Основними факторами, що визначають ефективність програмованого, як і будь-якого іншого, навчання є: а) *зміст*, засвоєння якого передбачається завданнями навчання; б) *метод навчання*, який розуміємо як спосіб організації діяльності учнів, спрямованої на засвоєння заданого змісту [23].

Проблема змісту навчання є загальнопедагогічною. Її досліджували ще задовго до виникнення ідей програмованого навчання і незалежно від них. Не розглядаючи дану проблему в цілому, спинимось на деяких питаннях, що її стосуються, актуальність яких істотно зросла у зв'язку з програмуванням навчання.

Річ у тому, що програмування навчання особливо вимагає уточнення змісту знань, що мають бути засвоєні, виділення в них основних понять, ідей у їх взаємозв'язку, більш чіткого розкриття логіки побудови кожного предмета й окремих його розділів. При виборі змісту навчання в кожному окремому випадку треба виходити з результатів, що одержані під час наукового планування підготовки кадрів. Однак тут виникають додаткові специфічні

питання стосовно побудови змісту кожної дисципліни як предмета засвоєння її учнями. Конкретизація та опис цього змісту вимагають його психологічного і логіко-математичного аналізу.

Психологічний аналіз змісту навчання охоплює, зокрема, з'ясування того, якою мірою цей зміст потрібний для оволодіння заданою діяльністю, доступний учням різного віку, з неоднаковим рівнем попередньої підготовки і якою мірою він забезпечує їхній розумовий розвиток.

У цьому напрямку останнім часом здобуті досить цікаві результати, що стосуються навчання у загальноосвітніх школах. Так, дослідження групи московських і київських психологів (Б.Д. Ельконін [42], В.В. Давидов [15], Н.О. Менчинська [29], О.Я. Скрипченко [33] та ін.) переконливо показали, що раціональна структура навчального предмета значно розширює можливості засвоєння дітьми навіть молодшого шкільного віку математичного і граматичного матеріалу. Результати цих досліджень можуть бути враховані при програмуванні навчання і водночас уточнені та конкретизовані у процесі експериментів з використанням навчаючих програм.

Вітчизняними психологами одержано цінні дані щодо відбору того змісту, що ефективно засвоюється учнями та найбільшою мірою сприяє їхньому розумовому розвитку. Встановлено, наприклад, що розділи окремих курсів, багаті на емпіричні дані, що не зв'язані узагальненнями, учні погано засвоюють і швидко забувають (хоч на їх вивчення відводиться значний час). Такі розділи не вносять помітного вкладу в розумовий розвиток учнів. Ці висновки враховує, як нам відомо, комісія АПН РРФСР з розробки нових проектів шкільних програм.

В апробації проектів бажано було б використати програмування навчання. Це дало б змогу об'єктивніше оцінити позитивне і негативне в них, з'ясувати, наскільки зміст, що має бути засвоєний, доступний учням і якою мірою він забезпечує досягнення цілей, що ставляться перед навчанням.

Другим аспектом у дослідженні змісту навчання є його *логіко-математичний аналіз*. У ньому можна виділити два завдання. Одне з них – логіко-математичний опис структур навчального матеріалу. Результати вже проведених досліджень (Л.Б. Ітельсон, А.Я. Креймер

[20] та ін.) свідчать, що при програмованому навчанні структура навчального матеріалу більшою мірою впливає на його засвоєння, ніж при звичайному. Тому розробка способів аналізу структур цього матеріалу та їх порівняльне дослідження допоможуть науково обґрунтувати шляхи створення ефективних навчаючих програм. Інше завдання – створення формальних мов для опису структури матеріалу, що має бути засвоєний. Це завдання неподільно пов'язане з побудовою обчислень (формалізованих теорій), що стосуються різних галузей науки.

У мові кожної науки можна виділити дві частини – “інформативну” та “обчислювальну”. Інформативною частиною є відібрана певним чином сукупність понять і фактичних відомостей, істотних для даної науки як предмета засвоєння; обчислювальна частина – це сукупність правил, які дають змогу оперувати поняттями відповідної мови й одержувати висновки з нагромаджених фактів [12]. Нині при визначенні того змісту, що має бути засвоєний у ВНЗ й особливо у школі, цікавляться головню інформативною частиною. Одна з причин цього полягає в тому, що обчислювальна частина більшості наук не досить розроблена. Тим часом, для забезпечення повноцінного оволодіння основами наук слід у навчальних курсах надати достатньої ваги обчислювальним аспектам наук. Це дуже важливо і з погляду розумового розвитку учнів.

* * *

У методі навчання можна виділити дві сторони:

а) *змістову* (вона дає відповідь на запитання, які властивості та відношення в навчальному матеріалі учні засвоюють, які операції і знання у них формуються);

б) *формальну* (вона показує, як саме формуються в учнів операції та знання).

Змістову сторону в першому наближенні можна описати за допомогою розумових (мисленневих, перцептивних, мнемічних та ін.) дій, потрібних для засвоєння як змісту, що передбачений завданням (метою) навчання, так і того змісту, що доводиться долучати додатково для досягнення цієї мети. До цієї сторони методу відносимо, зокрема, алгоритми дій, наприклад, алгоритми підведення одного поняття під інше, алгоритми розпізнавання

(Н.Ф. Тализіна [38], Л.Н. Ланда [24] та ін.); різні моделі та аналогії (скажімо, адресну мову як модель алгоритмічних мов). Набори розумових дій, характерні для різних методів, можуть відрізнятися не лише складом, а й рівнем, на якому ці дії мають бути сформовані.

Що ж до формальної сторони методу, то вона характеризується особливостями керування пізнавальною діяльністю учнів, співвідношенням активності вчителя та учнів, кількістю завдань, заданих учням, складністю цих завдань, мірою допомоги, яка надається, а також модальністю обміну інформацією між тим, хто навчає, і тим, хто навчається (мається на увазі, зокрема, форма пред'явлення навчальної інформації – зорова, слухова; форма відповіді учня, так звані явні відповіді – письмові, усні, у формі практичних дій – і неявні, тобто відповіді, що їх дають у думці).

При програмованому навчанні формальна сторона методу виявляється у прийомах програмування, які характеризуються схемою навчаючої програми, розміром кроку, типом відповіді, мірою допомоги, котра надається учневі у разі помилки і т. д. Ці прийоми істотно впливають на процес і результати навчання, їх можна розглядати як особливий фактор ефективності програмованого навчання.

За умов традиційного (непрограмованого) навчання вирішальний вплив на його ефективність справляє особа вчителя, рівень його кваліфікації та педагогічної майстерності. При недостатній кваліфікації педагогів навіть науково обґрунтовані методи навчання не завжди дають очікуваний ефект. Програмоване ж навчання дає змогу з більшою надійністю реалізувати обраний метод, усуваючи недоліки його реалізації, зумовлені слабкою підготовленістю окремих учителів.

Однак слід мати на увазі, що у програмованому навчанні для реалізації методу, втіленого у навчаючій програмі, використовуються навчаючі пристрої, що накладають на керування пізнавальною діяльністю учнів і деякі обмеження. Останні знаходять вияв у модальності інформації, що пред'являється, та відповідей учнів, у гнучкості керування пізнавальною діяльністю учнів (йдеться про врахування попередньої історії навчання, ступінь стандартизації допомоги, яка надається учням, котрі допускають помилки), в тому або іншому розподілі функцій між навчаючим пристроєм та учнем (наприклад, зіставлення відповіді

учня з еталонною відповіддю і т. ін.). Особливості навчаючих пристроїв, у вказаному вище розумінні, є окремим фактором ефективності програмованого навчання.

Оскільки всі перелічені фактори (зміст навчання, змістова сторона методу, прийоми програмування та особливості навчаючих пристроїв) виявляються у програмованому навчанні разом, то дослідженням, яке проводиться на певній навчаючій програмі, можна встановити лише те, наскільки добре складена ця програма. Результати такого дослідження не дають достатніх підстав для того, щоб стверджувати, з допомогою яких саме факторів забезпечується певна ефективність застосування даної програми. Для цього потрібне спеціальне дослідження окремих факторів ефективності програмованого навчання. В такому дослідженні треба поєднувати психологічний аналіз з математичними і кібернетичними методами, маючи на увазі різний ступінь застосовуваності розробленого тепер формального апарату щодо окремих згаданих вище факторів.

Питання, які стосуються змістової сторони методу навчання, вивчені недостатньо. Пояснюється це насамперед тим, що протягом тривалого часу був поширений погляд, ніби вчитель може безпосередньо передати деякий зміст учням, обминаючи їх власні дії з навчальним матеріалом. Мало уваги приділялося вивченню тих дій, котрі повинні бути сформовані в учнів як основа оволодіння певним змістом. Мисленнєві дії розглядалися тільки в загальному плані – як аналіз, синтез, узагальнення і т. д. Це, зрозуміло, важливо, але не менш вагомо й те, на що саме спрямована пізнавальна діяльність учнів, які дії формуються у них і на якому рівні. Можна припустити, зокрема, що висока результативність навчання, здійснюваного П.Я. Гальперінім [8; 9], Н.Ф. Талізінною [37], Д.Б. Ельконінім [42], В.В. Давидовим [15] та іншими, пояснюється передусім тим, що в учнів формуються розумові дії, адекватні змісту, що вивчається.

Недооцінка змістової сторони методу навчання привела до того, що досі немає більш або менш чіткого опису різних наборів розумових дій, освоєння яких забезпечує досягнення різних цілей навчання, у т. ч. формування

окремих прийомів мисленнєвої діяльності, різних умінь тощо.

Одне з основних завдань у дослідженні змістової сторони методу полягає в тому, щоб вивчити і можливо строго описати набори розумових, передусім мисленнєвих, дій, потрібних для засвоєння найрізноманітнішого змісту. Послідовність засвоєння змісту повинна узгоджуватися з підвищенням рівня дій, котрі формуються. Іншими словами, має бути вибудований міцний міст між послідовністю операторних структур мислення, що формуються, і змістових, наприклад математичних, структур.

Змістова сторона методу, як уже зауважувалося, характеризується не тільки наборами розумових дій, а й рівнем їх сформованості, узагальненості. У низці досліджень (Д.М. Богоявленський [5], Н.О. Менчинська [29], О.М. Кабанова-Меллер [21], Н.В. Гродська [14]) показано, що успішність формування знань та умінь зростає з підвищенням узагальненості дій, з допомогою яких відбувається засвоєння. Така узагальненість забезпечує перенесення умінь, тобто розширення кола завдань, які можуть розв'язувати учні. При розробці змістової сторони методу навчання, зокрема при знаходженні наборів дій, адекватних змісту, що вивчається, слід враховувати ієрархію цілей навчання та їх співвідношення з його прямими і побічними продуктами².

Саме те навчання повноцінне, розвивальне, яке сприяє досягненню не тільки найближчих цілей, що полягають у формуванні операцій і знань, а й більш віддалених (узагальнених умінь та ін.). Проте зазвичай метод навчання будують так, що прямий продукт навчання відповідає тільки найближчим його цілям. Так, коли навчають розв'язувати математичні задачі, то прямим продуктом навчання здебільшого є саме розв'язання конкретних задач, а засвоєння способу розв'язання задач даного типу – побічним продуктом. Водночас можна побудувати навчання так, щоб спосіб розв'язання задач став його прямим продуктом. Як показали дослідження, проведені в Інституті психології УРСР, при цьому значно зростає ефективність навчання: час навчання зменшується, а вміння швидко узагальнюються і забезпечують самостійне розв'язання задач вказаного типу незалежно від їх предметного змісту, складу умов задач і форми їх виразу.

² Прямий продукт навчання, на відміну від побічного, – це той його продукт, що входить у зміст мети дій учня, усвідомлюється ним.

У дослідженні варіювалися кілька формальних характеристик методу навчання: здійснювалося групове та індивідуальне навчання, а також програмоване – з використанням різних типів відповідей. Хоч ці формальні характеристики справляли певний вплив на процес і результати навчання, однак усі досліджені варіанти запропонованого методу виявилися ефективними. Це підтверджує значущість такої побудови процесу навчання, за якої прямий його продукт відображає не лише найближчі, а й більш віддалені його цілі [27; 28].

У згаданому дослідженні показано доцільність залучення у навчання, поряд із власне математичним змістом, додаткового змісту – деяких елементарних відомостей з математичної логіки. Їх засвоєння допомагало учням глибше аналізувати відношення між об'єктами, що входили до складу умов задач, що своєю чергою сприяло формуванню в них узагальнених умінь розв'язувати математичні задачі.

У дослідженнях Г.П. Щедровицького [41], М.Г. Алексєєва [1], А.С. Москаєвої [31] та інших показано, що для успішного оволодіння способами розв'язування арифметичних та алгебраїчних задач доцільно залучати різноманітні додаткові засоби, наприклад графічні моделі, що забезпечують перехід від умов задач до способів їх розв'язування. Як свідчать дослідні дані, процес навчання стає ефективнішим, якщо учнів спеціально навчають користуватися цими засобами.

В деяких випадках для забезпечення ефективного засвоєння змісту, передбаченого цілями навчання, доречно залучати матеріал, додатковий щодо цього змісту, зокрема різного типу моделі, що охоплюють в узагальненому вигляді його істотні риси. Про це свідчить досвід роботи Інституту кібернетики Академії наук УРСР у створенні ефективних *методів навчання програмістів* для обчислювальних машин. При розробці методу навчання майбутніх програмістів АЛГОЛу-60 і конкретних машинних мов вихідним було припущення про доцільність виділення властивостей і відношень, загальних для цих мов. Носієм таких загальних властивостей і відношень було обрано адресну мову, створену в Інституті кібернетики. Ця мова відображає *принцип адресності*, покладений в основу сучасних цифрових обчислювальних машин з програмним керуванням. Завдяки узагальненому характеру адресної мови в ній можна виділити такі рівні і стилі,

що забезпечують легкий перехід до АЛГОЛу (загальноалгоритмічний рівень адресної мови) і до машинних мов (загальномашинний стиль цієї мови). Запропонований принцип підвищив ефективність навчання програмістів [11].

Принцип використання моделі, що відображає загальні риси структури кількох алгоритмічних мов, було застосовано в методі навчання АЛГОЛу, запропонованому В.М. Бондаровською (Інститут психології УРСР) [6]. Проведене нею дослідження показало ефективність цього методу за умов як непрограмованого, так і програмованого навчання.

Моделі мовних структур, використовувані у навчання іноземних мов, як підтверджує дослідження В.В. Андрієвської [2], можуть бути з успіхом застосовані і в молодших класах школи при умові, якщо вдасться відшукати способи введення цих моделей, відповідні віковим можливостям дітей.

У програмованому навчання мають знайти своє застосування і подальшу розробку висновки з даних експериментальних психологічних досліджень про ефективність методів, що сприяють формуванню в учнів умінь самостійно знаходити шляхи вирішення нових завдань, розвитку їх творчого мислення, а також висновки про вирішальне значення у засвоєнні знань учнями раціонального поєднання мимовільного і довільного запам'ятовування (П.І. Зінченко [18]).

Взагалі треба мати на увазі, що традиційна проблема методів навчання у програмованому навчання не тільки не знімається, а більш актуалізується, оскільки метод знаходить тут свою реалізацію у самих програмованих матеріалах, укладачі яких щоразу беруть на себе всю відповідальність за його адекватність цілям і завданням навчання.

* * *

Прийоми програмування (схема навчаючої програми, розмір кроку, міра допомоги, котра надається в разі помилки, тип відповіді т. д.) – це той фактор ефективності, який є специфічним для програмованого навчання. Незважаючи на те, що дослідження у цій сфері почали проводити порівняно недавно, прийомам програмування вже присвячено чимало праць (головним чином зарубіжних). Результати цих досліджень досить суперечливі; одержані на їх основі висновки дуже часто не досить

достовірні. Останнє зумовлено тим, що в багатьох випадках:

а) сумнівні теоретичні засади, на яких будувалося таке навчання;

б) методика дослідження була неадекватна його меті;

в) за критерії ефективності навчаючої програми в цілому й окремих її характеристик бралися ненадійні показники;

г) при вивченні прийомів не враховувався вплив інших факторів ефективності навчання;

д) діяльність учнів недостатньо контролювалася.

Прийоми програмування аналізувалися стосовно конкретних навчаючих програм; тому результати таких досліджень дають можливість, у кращому разі, зробити висновки, достовірні тільки для програм, аналогічних тим, на яких проводилися дослідження. На наш погляд, більш плідним є підхід, котрий передбачає теоретичні дослідження, здійснювані на деякій моделі програмованого навчання з наступною експериментальною перевіркою їх результатів. Тут можна скористатися математичним апаратом, що досить добре розроблений.

Опишемо стисло ймовірнісну модель програмованого навчання, опрацьовану співробітниками інститутів кібернетики і психології, та спинимося на її використанні для дослідження прийомів програмування навчання [4; 16].

Відомо, що при програмованому навчанні чергова порція навчального матеріалу, що пред'являється учням, однозначно визначається попередньою порцією й останньою відповіддю учня. Це дає змогу описати роботу навчаючої машини (в тому числі і програмованого посібника – “паперової навчаючої машини”) як функціонування кінцевого автомата Мура. Відповіді учня є вхідними сигналами такого автомата. Стани автомата (ототожнювані з вихідними сигналами) – це порції навчального матеріалу.

При одних і тих самих впливах з боку навчаючої машини учень може ввести в неї різні відповіді – як правильні, так і помилкові. Це дає підставу розглядати кожен відповідь учня як випадкове явище, а послідовність таких відповідей – як ймовірнісний процес. Оскільки порції навчального матеріалу, що пред'являються, загалом кажучи, залежать від відповідей учня, то послідовність цих порцій також може бути подана у вигляді ймовірнісного процесу.

Отже, зовнішню (формальну) сторону програмованого навчання описує ймовірнісний процес, стани якого – це порції навчального матеріалу (точніше, їх пред'явлення учневі), а ймовірності переходів від одного стану до іншого – це ймовірності тих або інших відповідей учнів. Моделлю цього процесу є складний неоднорідний дискретний марковський ланцюг з поглинаючим станом (стани ланцюга – це порції навчального матеріалу; ймовірності переходів від одного стану до іншого – це ймовірності тих чи інших відповідей учнів). Якщо враховувати випадкову природу інтервалів часу між відповідями учнів з однаковою історією навчання, то слід перейти від марковських ланцюгів до напівмарковських.

У моделі вводиться поняття ймовірності засвоєння порції навчаючої програми, точніше – ймовірності того, що учень дає правильну відповідь на запитання (завдання) порції у результаті її засвоєння. При цьому передбачається, що за конструйованих відповідей ймовірність засвоєння дорівнює ймовірності правильної відповіді, а в разі вибіркової відповіді – ймовірності правильної відповіді вища за ймовірність засвоєння. Для опису цього підвищення використовується поняття ймовірності вгадування.

У моделі розглядаються як індивідуальні ймовірності, що характеризують процес навчання одного учня, так і колективні, що стосуються деякої групи (контингенту) учнів.

Запропонована модель дала змогу математично описати найважливіші формальні характеристики навчаючих програм, інакше кажучи, описати прийоми програмування. Так, схема навчаючої програми задається графом (або матрицями переходів) автомата Мура. Розмір кроку визначається у запропонованій моделі як середня трудність порції для певного контингенту учнів. Своєю чергою, формалізація поняття трудності порції навчаючої програми здійснюється в моделі на основі таких міркувань. Чим трудніша порція для учня, тим менша ймовірність її засвоєння (при умові, що на це витрачається певний час) і тим більший, при фіксованій ймовірності засвоєння, час, що витрачається на вивчення порції, включаючи виконання завдання, яке вона містить.

Виходячи з цього, трудність завдання можна уявити як безперервну функцію двох змінних: монотонно спадаючу функцію ймовірності засвоєння і монотонно зростаючу функцію

математичного сподівання часу, потрібного для виконання даного завдання. Допомога, котра надається учневі, який допустив помилку, може бути оцінена кількісно за підвищенням ймовірності засвоєння даної порції програми або, більш точно, за зниженням трудності цієї порції.

Розроблена модель дала змогу встановити кількісні співвідношення, що зв'язують такі характеристики навчаючих програм, як схема програми, тип відповіді, міра допомоги, що її містить роз'яснення, і т. д., з такими показниками процесу навчання, як середній час проходження програми, середня кількість помилок.

Модель дає можливість розв'язати, наприклад, таку задачу. Хай з допомогою розгалуженої програми, складеної за певною схемою, треба навчити протягом даного часу деякий контингент учнів. Цей контингент задається середньою ймовірністю засвоєння. Треба знайти таку міру допомоги, при якій середній час навчання буде не більшим від заданого. Аналогічну задачу можна розв'язати також для заданої кількості помилок і т. п.

Аналіз кількісних співвідношень, одержуваних у рамках ймовірнісної моделі, дав змогу запропонувати деякі рекомендації стосовно складання навчаючих програм, а саме:

1. При малих (менших від 0,5) ймовірностях засвоєння, характерних для програм з великим кроком, введення роз'яснень однозначно потрібне.

2. Якщо ймовірності засвоєння досить значні (скажімо, більші від 0,5), то величина міри допомоги не справляє істотного впливу на час проходження програми і кількість помилок.

3. Якщо якість засвоєння мало залежить від надання допомоги (це, зокрема, у тих випадках, коли учень повинен засвоїти деякі фактичні дані, причому розумові дії, котрі забезпечують засвоєння, вже сформовані), то при ймовірностях засвоєння, більших від 0,5, досить ефективні такі програми, у яких міра допомоги близька до нуля. Тут замість розгалужених програм з роз'ясненнями помилок учнів можна використати програму з простішою схемою, за якою учня, котрий допустив помилку при виконанні певного завдання, повертають знову до цього самого завдання [4].

Останній висновок справедливий для програми з конструйованою відповіддю. Якщо ж використовується вибіркова форма відповіді, то розгалужені програми навіть з малою величиною міри допомоги кращі, ніж програми,

в яких учневі повідомляється тільки про самий факт помилки. Це пов'язано з тим, що роз'яснення сприяють більш активній роботі над навчальним матеріалом.

Зрозуміло, що здобуті з допомогою даної моделі результати мають попередній характер, потребують перевірки й уточнення на основі експериментальних досліджень. Проте варто підкреслити, що модель дає змогу чітко сформулювати завдання таких досліджень та гіпотези, що підлягають перевірці. Зокрема, вона уможливує підхід до дослідження розумового розвитку на основі розгляду динаміки співвідношень між складністю навчальних завдань та їх трудністю для учнів.

Про формалізацію поняття трудності вже йшлося. Що ж до складності завдання, то це поняття ще не визначене досить чітко. Певна річ, можна виділити деякі показники складності завдання, а саме: кількість об'єктів, що можуть бути використані при виконанні завдання; кількість об'єктів, без використання яких неможливе розв'язання; кількість зв'язків між даними об'єктами; характер цих зв'язків; кількість змістових і логічних операцій, які реалізують ці зв'язки. Врахування цих показників дає змогу в найпростіших випадках визначати порівняльну складність різних навчальних завдань.

При оцінці складності завдань виявляється корисним складання графів їх розв'язання (А.М. Сохор [36], Л. М. Фрідман [40]). Зауважимо, що у вирішенні проблеми складності зроблено лише перші кроки і розробка математичного апарату для опису складності є досить актуальним завданням.

Результати експериментальних досліджень дають змогу уточнити і розвинути ймовірнісну модель програмованого навчання з тим, щоб вона більш адекватно відображала досліджуваний процес. Так, проведене в Інституті психології УРСР експериментальне дослідження порівняльної ефективності конструйованих та вибіркового типу відповідей дало можливість уточнити співвідношення між типом відповіді та часом, що витрачається на проходження програми.

У процесі початкового теоретичного аналізу моделі було одержано висновок, що при вибіркового типу відповідях на проходження програми потрібно менше часу, ніж при конструйованих. Цей висновок узгоджується з результатами багатьох експериментальних досліджень. Справді, пред'явлення учневі наборів можливих

відповідей полегшує знаходження правильної, і тому на вивчення програми витрачається менше часу. Але таке прискорення досягається нерідко за рахунок зниження якості освоєння навчального матеріалу.

Забезпечити потрібну якість засвоєння можна шляхом введення у навчальну програму ефективної системи контрольних завдань. Відповідно до цього експериментальна навчальна програма була складена так, що учні, які не справилися з контрольним завданням, мали повторно опрацювати дану ділянку програми. При цьому якість засвоєння у групі з вибірково відповіями (першій групі) виявилася практично такою ж високою, як і в другій, де відповіді були конструйовані. Однак у першій групі учні проходили в середньому значно більше пунктів навчальної програми, ніж у другій. Тому, хоч час на проходження одного пункту програми у першій групі був меншим, аніж у другій, усе ж часу на проходження всієї програми учням першої групи потрібно було більше, ніж учням другої [26].

Проведене експериментальне дослідження дало змогу висунути деякі рекомендації щодо схеми навчальної програми, частоти контролю і т. п. Їх реалізація, на нашу думку, уможливить зменшення негативних наслідків використання вибірково відповідей.

Таким чином, дослідження прийомів програмування йшло за певним циклом: створення моделі – її перевірка – уточнення моделі – її перевірка і т. д. Кожен крок такого циклу наближає до більш повного пізнання явищ, що вивчаються.

* * *

Як вказувалося вище, одним із факторів, що визначають ефективність програмованого навчання, є *характеристики навчальних пристроїв*. Під такими пристроями розуміємо технічні засоби, призначені для реалізації навчальних програм. До навчальних пристроїв у широкому розумінні слова відносяться і програмовані посібники (підручники); їх, як уже зазначалося, інколи називають “паперовими навчальними машинами”.

Питання, що стосуються контролюючих пристроїв, ми не будемо тут розглядати, оскільки, при всій важливості розробки таких пристроїв, вони є засобами стандартизованого контролю, а не самого програмованого навчання.

Можна виділити два напрямки досліджень у галузі технічних засобів програмованого навчання. Один з них має на меті з’ясування психолого-педагогічних вимог до навчальних пристроїв, а другий – вирішення науково-технічних питань, пов’язаних з розробкою таких пристроїв.

Актуальність досліджень першого напрямку зростає через те, що при створенні навчальних машин досить часто ігнорують педагогічні вимоги, і тому навіть вдалі технічні знахідки не забезпечують належного ефекту. Нерідко має місце невинуватене ускладнення навчальних машин, яке призводить до зайвих витрат, до зниження надійності і в той же час практично не забезпечує підвищення ефективності навчання.

Тим часом технічне ускладнення навчальної машини доцільне в тому разі, якщо воно слугує певній дидактичній або дослідницькій меті. Тут слід враховувати:

- 1) додаткові дидактичні можливості, які можуть бути забезпечені таким ускладненням;
- 2) психолого-педагогічні фактори, котрі визначають доцільність використання цих можливостей;
- 3) техніко-економічні обмеження.

До згаданих у п. 1 можливостей належать: підвищення гнучкості керування діяльністю учнів, пристосовуваності до їхніх індивідуальних особливостей; використання різних фізичних модальностей обміну інформацією між навчальною програмою та учнями; забезпечення чіткого дотримання учнями порядку роботи, передбаченого навчальною програмою; можливість безперервного контролю з боку викладача за ходом роботи кожного учня; докладна реєстрація процесу навчання; автоматичне обчислення показників, що його характеризують.

Що ж до психолого-педагогічних факторів, про які згадано у п. 2, то тут основне місце займають фактори, пов’язані із змістом та методом навчання. Так, програмування навчання іноземних мов має передбачати обмін інформацією не тільки у зоровій, а й у слуховій формі. Інший приклад: при програмованому навчанні під час розв’язування задач бажано використовувати навчальні машини, що мають досить складну логіку; це пов’язано з тим, що з однієї і тієї самої вихідної ситуації можна рухатися різними шляхами, з яких одні неправильні, а інші – правильні (але при цьому неоднаковою мірою раціональні), і що учневі треба надавати специфічну допомогу, котра відповідає саме тому шляху, який він обрав [10].

Комплексна розробка методів навчання, прийомів програмування та навчаючих пристроїв потребує спільних зусиль представників педагогічної та технічної думки. З цього погляду заслуговує на увагу досвід кількох ВНЗ (Київський університет, Київський автошляховий інститут, КВІРТУ та ін.) у створенні й використанні в навчальному процесі спеціалізованих навчаючих машин, призначених для вивчення іноземних мов, розв'язання графічних задач, складання радіосхем і т. п.

Друга група факторів, про яку не можна забувати, висуваючи вимоги до навчаючих пристроїв, – це фактори, пов'язані з контингентом учнів. Так, чим молодші учні, чим менш розвинуті у них уміння роботи з книжкою, тим важче їм користуватися програмованими посібниками і тим доцільніше для їх навчання застосовувати машини, що забезпечують строгу регламентацію роботи, надійний контроль за її перебігом. Слушно враховувати також доцільність створення ігрових, змагальних ситуацій для підвищення рівня мотивації учнів, особливо молодшого віку.

Очевидно, що є потреба висунути завдання розробки навчаючих машин, у яких були б враховані вікові особливості учнів молодших і середніх класів. Важливе завдання тут – з'ясування вимог, яким мають задовольняти машини, призначені для навчання аномальних дітей.

Дидактичні можливості різноманітних навчаючих пристроїв, починаючи від найпростіших механічних і кінчаючи комплексами, що працюють на базі ЕЦОМ, розглянуті у працях І.І. Гребеня [13], Т.І. Ростунова [32], Л.В. Шеншева [39] та ін. Треба вказати, що найефективніший засіб зменшення технічної складності і вартості навчаючих машин (при збереженні незмінними істотних характеристик програм, що реалізуються) полягає в передачі учневі деяких функцій машини, іншими словами, у відмові від автоматизації цих функцій (наприклад, функції відшукування чергової порції розгалуженої програми, функції класифікації сконструйованої відповіді, тобто порівняння її з відповідями, передбаченими програмою). Такий підхід дав змогу створити досить прості навчаючі пристрої, що мають великі дидактичні можливості (див. роботи О.Г. Міхнушова [30], І.Я. Соколинського [35] та ін.).

Вочевидь зрозуміло: передача учневі деяких функцій машини допустима (і з техніко-економічних міркувань корисна) лише в тому разі,

якщо його не обтяжують надмірно діями (щодо відшукування, наприклад, сторінок у навчальному посібнику), які не мають безпосереднього відношення до пізнавальної діяльності. З'ясування того, якою мірою виконання цих додаткових дій позначається на ефективності навчання, є актуальним завданням. Розв'язуючи його, треба враховувати дані як педагогічної, так і інженерної психології.

Усе це, звичайно, аж ніяк не означає, що треба відмовлятися від упровадження в навчальний процес досягнень сучасної техніки. Але їх треба використовувати розумно – там і тоді, коли це виправдано і з педагогічної, і з економічної точок зору. Зокрема, навчаючі комплекси на базі електронних цифрових обчислювальних машин доцільно використовувати у дослідницьких цілях, а також у тих випадках, коли одночасно можна навчати досить велику кількість учнів.

Спинимось тепер на другому напрямку досліджень у галузі навчаючих пристроїв – на розв'язанні науково-технічних проблем. Тут найбільший інтерес становить створення *адаптивних* (таких, що самоприспосовуються) *навчаючих систем*, тобто систем, які на основі обробки послідовності відповідей учня оптимізують його навчання з позиції заданого показника якості. Такі системи відрізняються від використовуваних нині навчаючих машин тим, що вибір чергового пункту навчаючої програми визначається не однією останньою відповіддю учня, а певною історією його навчання.

Адаптивні навчаючі системи забезпечують вищий ступінь індивідуалізації навчання порівняно як з традиційними формами групового навчання, так і з звичайними формами програмованого. Вони дають змогу повніше використати здібності кожного учня і відкривають можливості для скорочення термінів навчання та підвищення його якості (так, за даними Г. Паска [43], використання адаптивних машин при навчанні виготовлення перфокарт дало змогу скоротити термін навчання у два з половиною рази). При цьому завдяки автоматизації низки функцій, звичайно виконуваних викладачем, заощаджується його час, який можна використати більш раціонально.

Адаптивні навчаючі системи можуть служити також засобом дослідження процесу програмованого навчання, наприклад, знаходження оптимального розміру кроку, оптимальної міри допомоги тощо. З'ясування цих та

інших питань буде внеском у розробку теорії програмування навчання і методики складання навчаючих програм. Такі системи можна застосувати для апробації програмованих матеріалів. Вони дають змогу автоматизувати деякі функції, виконувати укладачами навчаючих програм (наприклад, об'єктивну оцінку окремих варіантів програм за заданими критеріями і вибір оптимального варіанта). Це полегшить і прискорить розробку навчаючих програм, що задовольнятимуть задані вимоги до показників процесу навчання кожного учня (скажімо, часу проходження програми, кількості помилок).

У розробці адаптивних навчаючих систем намітилося два основних напрямки. Перший з них пов'язаний з побудовою вузькоспеціалізованих адаптивних машин для формування навичок (наприклад, навичок виготовлення перфокарт, машинопису, швидкого читання і т. п.). Найбільш цікаві результати у цьому напрямку одержано лабораторією Г. Паска в Англії [43; 44].

Другий напрямок ставить своїм завданням побудову адаптивних систем широкого призначення, придатних для навчання з різних дисциплін, для формування найрізноманітніших знань і навичок. У розробці таких систем зроблено лише перші кроки [3; 17; 45]. В основу їх побудови може бути покладена ймовірна модель програмованого навчання. Як зазначалося вище, ця модель дає змогу одержати аналітичні вирази, що пов'язують показники процесу навчання (час навчання, кількість помилок учня та ін.) з характеристиками навчаючих програм. На основі таких виразів можна вибрати критерії керування і побудувати алгоритм роботи адаптивних навчаючих систем. Такі системи можуть бути двох типів:

1) ті, в яких величина показника процесу навчання підтримується постійною (системи стабілізації);

2) ті, в яких ця величина змінюється за заданим законом (системи програмного управління).

На відміну від звичайних (неадаптивних) навчаючих машин, які можна віднести до одноконтурних систем автоматичного керування, адаптивні системи обох згаданих типів мають два контури керування.

Однак доречно зауважити, що з'ясування залежностей між характеристиками навчаючих програм і показниками процесу навчання, а також побудова машин, що забезпечують за-

дані значення цих показників, – це лише початковий етап у розробці ефективних програм і технічних пристроїв. Наступний етап – формалізація показників ефективності навчання і з'ясування їх залежності від показників процесу навчання та характеристик навчаючих програм. Дослідження в цьому напрямку дадуть змогу створити триконтурні адаптивні навчаючі системи, що автоматично встановлюватимуть оптимальні значення показників процесу навчання кожного учня.

Розглянемо найпростіший клас адаптивних навчаючих систем – *системи стабілізації*. У загальному вигляді мету керування пізнавальною діяльністю учнів для таких систем можна сформулювати так: на кожному етапі навчання слід добирати для даного учня такий спосіб викладу навчального матеріалу, щоб певний показник процесу навчання (тобто керована величина x) відрізнявся від його встановленого значення не більше, ніж на задану величину.

При побудові таких систем треба розв'язати три питання:

1) який саме показник процесу навчання слід обрати як величину x ?

2) якими мають бути характеристики навчаючих програм, що їх реалізує адаптивна система, щоб сформульована вище мета керування була досягнута щодо кожного учня?

3) яким повинен бути механізм досягнення мети керування?

Щоб найкраще розв'язати поставлені питання, потрібні спеціальні дослідження, але вже тепер можна запропонувати деякі підходи, які здаються нам перспективними. Наприклад, як показник x можна використати трудність певної ділянки програми для даного учня. При цьому ми виходимо з того, що коли виклад навчального матеріалу виявляється надто легким або, навпаки, надмірно важким для учня, то знижується мотивація навчання і його ефективність.

Що ж до навчаючої програми, що має використовуватися в адаптивних навчаючих системах широкого призначення, то, на наш погляд, вона повинна передбачати декілька варіантів викладу одного і того самого матеріалу, тобто, інакше кажучи, складатися з кількох програм звичайного типу, які мають різні характеристики. Зокрема, якщо за показник x прийняти трудність навчального матеріалу, то варіанти викладу повинні відрізнятися розміром кроку. В будь-якому разі кожен варіант програми має передбачати достатню

кількість пунктів, у яких можливий перехід до інших варіантів.

Спинимось, нарешті, на питанні про механізм досягнення мети керування, тобто механізм знаходження того варіанта викладу, при якому показник x близький до заздалегідь встановленого значення. Тут можна виділити два типи пристроїв керування в адаптивних навчаючих системах.

а) пристрої, що, маючи статистичний матеріал про перебіг навчання за даною програмою, зокрема історію навчання учня, і формули, що зв'язують характеристики варіантів програми з показником x , за один такт роботи системи знаходять варіант програми, за якого ймовірність досягнення мети керування найбільша;

б) пристрої з багатотактовим пошуком оптимального варіанту програми, які виробляють сигнал розходження між встановленим і фактичним значеннями величини x та досягають мети керування методом послідовних наближень.

Пристрої першого типу здебільшого складніші, ніж другого, але зате забезпечують швидше пристосування до індивідуальних особливостей учня.

Пристрій керування другого типу застосовано в експериментальній адаптивній навчаючій машині, створеній у результаті спільного дослідження, проведеного співробітниками Інституту кібернетики АН УРСР та Інституту психології УРСР. В машину закладають навчаючі програми, що передбачають до семи варіантів викладу тієї самої теми. Комбінуючи ці варіанти, машина забезпечує стабілізацію труднощі навчального матеріалу на заздалегідь встановленому рівні. При цьому використовується дискретна апроксимація функції труднощі.

Машина використовується для дослідження прийомів програмування навчання. Зокрема, поставлено завдання з'ясувати, при якому розмірі кроку досягається найкраща якість засвоєння. Сподіваємося, що вирішення цього завдання буде певним внеском у розробку загальнодидактичної проблеми знаходження оптимальної труднощі навчальних завдань, допоможе оцінити, яке саме нарощування труднощі й пов'язане з ним збільшення самостійності учнів найбільшою мірою сприяє розвитку їх мислення та їхнього розумовому розвитку в цілому.

Впровадження адаптивних систем широкого призначення доцільне й економічно вигідне лише у тому разі, якщо ці системи реалізуються у вигляді навчаючих комплексів, що обслуговують одночасно досить велику кількість тих, хто навчається. Пристроями керування таких комплексів можуть бути як універсальні, так і спеціалізовані ЕОМ. І в тих випадках, коли адаптивні навчаючі системи застосовуються з дослідницькою метою, бажано використання подібних навчаючих комплексів, що забезпечують швидке нагромадження й автоматичну обробку статистичних даних про процес навчання.

Поряд із завданням оптимізації процесу навчання кожного учня відповідно до його індивідуальних особливостей навчаючі комплекси, що працюють на базі ЕЦОМ, можуть вирішувати й інші дидактичні завдання.

Одне з актуальних завдань – класифікація вільно конструйованих відповідей учнів. Це завдання пов'язане з відомою проблемою кібернетики – розпізнаванням образів. Так, для випадку, коли заздалегідь відома множина правильних відповідей на запитання, поставлене у порції навчаючої програми, може бути застосований статистичний метод вибору роз'яснень [17]. На основі нагромадженого статистичного матеріалу машина для учня з відомою історією навчання і для кожного з роз'яснень, що стосуються даної порції програми, оцінює ймовірність того, що, діставши це роз'яснення, учень усуне допущену помилку і знайде правильний розв'язок. Машина пред'являє учневі те роз'яснення, для якого ця ймовірність виявляється найбільшою.

При навчанні розв'язування задач великий інтерес становить використання ЕЦОМ для поетапного розв'язування кожної задачі паралельно з учнями. При цьому машина здатна відрізнити помилки, зумовлені неправильним способом розв'язання задачі, від помилок в обчисленнях.

Раціональна побудова й, особливо, ефективне використання навчаючих комплексів вимагає вирішення певної наступності теоретичних питань і проведення відповідних експериментальних досліджень. Зокрема потрібні:

а) уточнення і формалізація показників ефективності навчання;

б) побудова математичних моделей, що пов'язують ці показники з показниками процесу навчання і характеристиками навчаючих програм;

в) з'ясування логічної структури навчального матеріалу з різних курсів і створення формальних мов для опису цієї структури;

г) дослідження структури діяльності тих, хто навчається, залежно від змісту навчального матеріалу, методу навчання, індивідуальних та вікових особливостей;

д) встановлення критеріїв оптимального керування в адаптивних навчаючих системах;

е) створення алгоритмічної мови, що дасть змогу моделювати процеси навчання на універсальних ЕОМ;

є) дослідження проблеми розпізнавання джерела помилки в ситуації, коли не можна завчасно передбачити всі правильні відповіді;

ж) встановлення вимог до пристроїв введення і виведення інформації навчаючих комплексів з позицій інженерної психології;

з) оцінка економічної доцільності ускладнення навчаючих машин (зауважимо, що обґрунтоване вирішення цієї проблеми зводиться до оцінки економічного ефекту підвищення якості навчання).

Програмоване навчання є, як відзначалося вище, лише одним із шляхів оптимізації процесу підготовки кадрів. Його ефективність (див.: А.О. Смирнов [34] та ін.), залежить від того, як воно поєднується з іншими видами та формами навчання (уроки, лекції, семінари, практичні заняття, колективне обговорення дискусійних питань та ін.) з різних предметів та з урахуванням специфіки їх змісту й етапів навчання. Тут виникають особливі психолого-педагогічні проблеми, які стосуються поєднання різних видів і форм навчання, нових вимог, що постають перед учителями та викладачами ВНЗ і технікумів у зв'язку з впровадженням програмованого навчання. Ці проблеми, звісно, потребують спеціального розгляду.

1. Алексеев Н.Г. Проблема управления мыслительной деятельностью при решении алгебраических задач и их классификация // Вопросы активизации мышления и творческой деятельности учащихся: Тезисы докладов на межвузовской конференции. – М., 1964.

2. Андрієвська В.В. Вплив усвідомлення форми вислову на засвоєння іноземної мови учнями молодших класів // Психологія. – Вип. 2. – К.: Рад. школа, 1966.

3. Балл Г.А., Довгялло А.М. Об использовании вероятностной модели программированного обучения при построении самоприспосабливающейся обучающей машины // XXI Всесоюзная научная сессия, посвященная 70-летию изобретения радио А.С. Поповым: секция кибернетики НТОРнЭ им. Попова. – М., 1965.

4. Балл Г.А., Довгялло А.М., Машбиц Е.И. Теоретический анализ обучающих программ: Сообщения 1; 2 // Новые исследования в педагогических науках. – Вип. 4; 5. – 1965.

5. Богоявленский Д.Н. Формирование приемов умственной работы учащихся как путь развития мышления и активизации учения // Вопросы психологии. – 1962. – №4.

6. Бондаровська В.М. Про формування в учнів уміння перекладати алгоритми на вхідну мову системи автоматичного програмування // Психологія. – Вип. 2. – К.: Рад. школа, 1966.

7. Видуев Н.Г. Некоторые вопросы программированного обучения в высших технических учебных заведениях // Программированное обучение в техническом вузе. – К.: КГУ, 1965.

8. Гальперин П.Я. Развитие исследований по формированию умственных действий // Психологическая наука в СССР. – Т. 1. – М.: АПН РСФСР, 1959.

9. Гальперин П.Я. Программированное обучение и задачи коренного усовершенствования методов обучения // Программированное обучение. – М.: Высшая школа, 1964.

10. Глушков В.М. О некоторых перспективах развития и применения обучающих машин // Известия высших учебных заведений. Радиотехника. – Т. 6. – 1963. – №4.

11. Глушков В.М., Довгялло А.М., Семик В. П., Ющенко Е.Л. К вопросу о программированном обучении программированию на ЭВМ // Материалы научных семинаров по теоретическим и прикладным вопросам кибернетики. – К.: КДНТП, 1963.

12. Глушков В.М. Гносеологические проблемы математизации науки. – К.: Наукова думка, 1965.

13. Гребень И.И., Довгялло А.М. Автоматические устройства для обучения (обучающие машины). – К.: КГУ, 1965.

14. Гродская Н.В. О развитии мышления учащихся в процессе усвоения системы однородных понятий // Вопросы психологии. – 1962. – №3.

15. Давыдов В.В. Анализ строения счета // Вопросы психологии учебной деятельности младших школьников. – М., 1962.

16. Довгялло А.М. Вероятностная модель программированного обучения // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. – 1965. – №3.

17. Довгялло А.М. Самоприспосабливающиеся обучающие машины. Элементы теории. – Ч. 1 и ч. 2 // Программированное обучение и обучающие машины. – К.: Наукова думка, 1965.

18. Зинченко П.И. Непроизвольное запоминание. – М.: АПН РСФСР, 1961.

19. Ильина Т.А. О педагогических основах программированного обучения // Советская педагогика. – 1963. – №8.

20. Ительсон Л.В., Креймер А.Я. О сравнительной эффективности различных структур изложения материала // Советская педагогика. – 1965. – № 4.

21. Кабанова-Меллер Е.Н. Психология формирования знаний и навыков у школьников. – М.: АПН РСФСР, 1962.

22. Костюк Г.С. О психологических основах построения рациональных методов программированного обучения // Вопросы программированного обучения. – Вип. 2. – К., 1964.

23. Костюк Г.С. Про психологічні основи програмованого навчання // Рад. школа. – 1964. – №5.

24. Ланда Л.Н. Обучение учащихся методам рационального мышления и проблема алгоритма // Вопросы психологии. – 1961. – №1.

25. Машбиц Е.И., Бондаровская В.М. Зарубежные концепции программированного обучения / Под ред. Г.С. Костюка. – К.: КВИРТУ, 1964.

26. Машбиц Ю.І. Дослідження порівняльної ефективності конструйованих і вибіркокових відповідей // Рад. школа. – 1965. – №5.

27. Машбиц Ю.І. Деякі засоби керівництва мисленням учнів при навчанні їх розв'язувати математичні задачі // Психологія. – Вип. 1. – К.: Рад. школа, 1965.

28. Машбиц Е.И. Программирование обучения решению математических задач // Программированное обучение и обучающие машины. – К.: Наукова думка, 1965.
29. Менчинская Н.А. Психология обучения арифметике. – М., 1955.
30. Михнушев А.Г. Опыт разработки и применения технических средств обучения. – К.: КВИРТУ, 1965.
31. Москаева А.С. К анализу способов решения арифметических задач / Тезисы докладов на II съезде Общества психологов. – Вып. 2: Детская и педагогическая психология. – М.: АПН РСФСР, 1963.
32. Ростунов Т.И. Программированное обучение и автоматизация учебного процесса. – К.: КВИРТУ, 1963.
33. Скрипченко А.В. Формирование обобщенных способов решения арифметических задач у младших школьников // Вопросы психологии. – 1963. – №4.
34. Смирнов А.А. Вопросы методики программированного обучения: Доклад на IV Всероссийской конференции по программированному обучению.
35. Соколинский И.Я. Опыт проведения программированных занятий по разветвленной программе с использованием обучающих машин ОМ-9-5 // Вопросы программированного обучения: Вып. 2. – К.: КВИРТУ, 1964.
36. Сохор А.М. Об анализе внутренних связей учебного материала: Сообщения 1 и 2 // Новые исследования в педагогических науках. – Вып. 4. – М.: Просвещение, 1965.
37. Талызина Н.Ф. К проблеме формирования умственных действий // Вопросы психологии. – 1960. – №4.
38. Талызина Н.Ф. Актуальні проблеми програмованого навчання // Радянська школа. – 1963. – №9.
39. Шеншев Л.В. К вопросу о роли и месте обучающих машин в системе программированного обучения / Ма-

териалы к IV Всероссийской конференции по программированному обучению и применению технических средств. – М., 1965.

40. Фридман Л.М. Логико-математическая модель распознавания в учебной деятельности // Вопросы теории и практики оптимально управляемого (программированного) обучения. – Душанбе: Тадж. гос. университет им. В.И. Ленина, 1963.

41. Щедровицкий Г.П. Исследование мышления детей на материале решения арифметических задач // Развитие познавательных и волевых процессов у школьников / Под ред. А.В. Запорожца, Я.З. Неверович. – М.: Просвещение, 1965.

42. Эльконин Б.Д. О теории начального обучения // Народное образование. – 1963. – №4.

43. Pask G., Wiseman R. Electronic teaching machine trains keypunch operators // Control Engineering. – 1959. – №11.

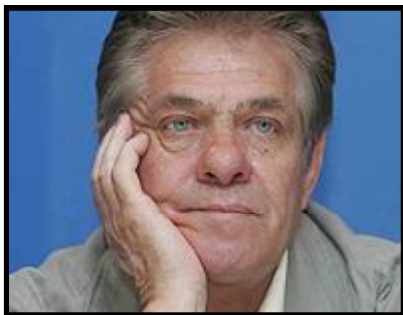
44. Pask G. Teaching as a control engineering process // Control Engineering. – 1965. – №1-4.

45. Smallwood R. A decision structure for computer based teaching machine's // Computers and Automation. – 1962. – V. XI. – №2.

Друкується за виданням:
Глушков В.М., Костюк Г.С., Балл Г.О.,
Довгялло О.М., Машбиць Ю.І., Ющенко К.Л.
Наукові проблеми програмованого навчання та
шляхи їх розробки // Радянська школа. – 1966.
– №6. – С. 17–23; №7. – С. 6–16.

Надійшла до редакції 11.06.2007.

ПАМ'ЯТІ КОЛЕГИ



9 жовтня 2007 року, на 65-му році життя, після тяжкої хвороби помер професор Інституту журналістики, член редакційної ради нашого журналу **Анатолій Григорович Погрібний**. Відомий літературознавець, письменник і публіцист 37 років пропрацював на різних посадах у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка.

З 1981 року Анатолій Григорович викладав журналістам історію літератури. З 1983 по 1992 рік завідував кафедрою Історії літератури та журналістики в університеті імені Шевченка. До останнього часу працював на посаді професора кафедри Історії української журна-

лістики Інституту журналістики цього університету.

Анатолій Погрібний народився 3 січня 1942 року в селі Мочалище Бобровицького р-ну на Чернігівщині. У 1959 році закінчив Харківський хіміко-механічний технікум, у 1966-му – філологічний факультет Київського державного університету імені Тараса Шевченка. З 1970-го – працював у Київському національному університеті імені Шевченка на різних посадах.

З 1992 по 1994 був першим заступником міністра освіти України, далі – на викладацькій і науковій роботі.

Він був автором понад 1000 статей, близько 20 монографій. Мав ступінь доктора філологічних наук, був професором Київського та Українського Вільного університетів (ФРН, м. Мюнхен), академіком Української Академії оригінальних ідей, з 1995 року – головою Всеукраїнського педагогічного товариства імені Ващенко.

Лауреат багатьох премій, зокрема й Національної премії України імені Тараса Шевченка (2006). Лауреат Академічної Нагороди Ярослава Мудрого Академії наук Вищої школи України (2002).

Редакція висловлює співчуття рідним, друзям та колегам Анатолія Григоровича.