

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

V.P. Zinchenko, M.I. Khodakovskiy,
S.V. Zinchenko, T.I. Tatulashvili

THE ONTOLOGICAL APPROUCH FOR DESIGNING, MODELING THE AUTOMATED LEARNING SYSTEMS

The stages of design and automation of learning systems based on modeling of specific training discipline are considered.

Рассмотрены этапы проектирования и автоматизации обучающих систем путем моделирования конкретной учебной дисциплины.

Rozгляnutі питання проектування автоматизованих навчаючих систем шляхом моделювання конкретної учбової дисципліни.

© В.П. Зінченко,
М.І. Ходаковський,
С.В. Зінченко, Т.І. Татулашвілі,
2009

УДК 681.327

В.П. ЗІНЧЕНКО, М.І. ХОДАКОВСЬКИЙ, С.В. ЗІНЧЕНКО,
Т.І. ТАТУЛАШВІЛІ

ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ НАВЧАЮЧИХ СИСТЕМ

Вступ. Традиційний підхід до навчання в наш час суттєво потіснили альтернативні методи навчання, які базуються на інформаційних технологіях. Сучасні автоматизовані навчаючі системи (АНС) є засобом представлення інформації, засвоєння знань і умінь, проміжної і підсумкової перевірки, допомоги як за програмою навчання, так і за предметом. Системи адаптуються до студента (рівня знань, швидкості і послідовності вивчення тем, інше), збирають і обробляють статистичну інформацію про кожного студента, групу і потік, накопичують інформацію про помилки як системи, так і студентів [1–5].

Постановка задачі. Дослідити етапи розробки АНС через побудову моделі навчання конкретної дисципліни, яка б забезпечувала вивчення курсу та дозволяла виконувати поточний і підсумковий контроль успішності студентів. Розроблена АНС має бути адаптована до рівня можливостей студента, а саме, узгоджувати подачу учбового матеріалу згідно рівня знань конкретного студента шляхом вибору швидкості та послідовності вивчення тем.

Підхід до розробки АНС через побудову моделі навчання конкретної дисципліни та онтологічний підхід. Аналіз алгоритмів і принципів побудови відомих АНС, вивчення їх ефективності [6], дозволили побудувати модель навчання відповідно програми конкретної навчальної дисципліни. Етапи розробки АНС використовують елементи моделі навчання (виконання завдання, допомоги, навчання, інше), які відповідають навчальній

програмі з використанням онтологічного підходу, при якому база знань системи сформована таким чином, що містить інформацію, необхідну для вирішення задач у вигляді фактів та правил, зв'язаних для роботи в необхідних ієрархічних підсистемах [3–5].

Інтерфейс моделі АНС має основні області (завдання, допомога, керування), діалог відповідає сценарію навчання, а взаємодія студента визначається командами дій [7].

Основні методи розробки моделі АНС такі: копії екранів (скришити), де модель – це копія екрана реальної програми; об'єктні, де модель – це код програми, об'єкти інтерфейсу, програма – імітатор; комбіновані, де модель об'єктів – це синтез копії екранів і програм. Комбінований метод має найбільшу функціональну наближеність моделі АНС до реальної системи. Застосування того чи іншого методу залежить від функцій АНС, термінів розробки, кваліфікації розробників, апаратно-програмних засобів, наявності вихідних текстів, інше. Зазначимо, що методи створення АНС відрізняються між собою тільки моделлю системи.

Розглянемо ці моделі та їх особливості. Програмна модель АНС передбачає розробку програми, яка повторює функції АНС у повному обсязі. При цьому частина функцій діалогу відтворює сценарій АНС. Така модель не є сама АНС, а є програмою-імітатором дій реальної АНС при виконанні таких базових операцій системи як контроль правильності дії, відміна дії, установка системи в стан відповідно до команд користувача. Цей метод передбачає обов'язкову участь програмістів у розробці АНС, і включає тривалі операції (розробка, тестування програм і сценарію). Така модель досить точно імітує роботу АНС, що є безсумнівною перевагою такого підходу. Сучасні методи розробки моделі АНС використовують інструментальні засоби, які дозволяють отримати програмні моделі АНС, наприклад, середовище Borland Delphi [8].

Модель АНС на основі копій екранів є універсальною і простою у реалізації. Однак ця модель не дозволяє реалізувати всі функції інтерфейсу, наприклад, мигання курсору в полі редагування та інше, не має засобів автоматизації створення сценарію, що є причиною тривалої її розробки, ефективна для АНС, які працюють у текстовому режимі.

Модельовання на рівні сценарію системи має свої переваги (методи переносу об'єктів інтерфейсу, де функціональні об'єкти АНС вже моделюються на рівні сценарію системи). Наприклад, середовище Borland Delphi дозволяє не тільки переносити екранні форми до складу АНС, але й автоматизувати цей процес. "Генератори т'юторів" використовують як об'єктну модель, так і модель копій екранів, де процес є автоматизованим і не вимагає програмування. Такий підхід універсальний і дозволяє в короткі терміни розробляти АНС [9, 10].

Етапи проектування АНС.

1. Підготовка технічного завдання на розробку методичної, дидактичної, ергономічної, технічної компоненти та формування вимог до документації.
2. Побудова моделі об'єкта навчання: визначення інфраструктури курсу

та типу навчальної програми; підготовка навчального матеріалу (контрольні завдання/питання різних рівнів складності); визначення способу аналізу відповіді студента і оцінки його знань; підготовка матеріалу для довідників, словників, інше; надання методичної допомоги; математичні моделі для розрахунків.

3. Розробка сценарію, що включає: побудову алгоритмів кожного блоку АНС; розробку графічної моделі кожного навчального завдання; визначення змісту і розміщення інформації на екрані для кожного кадру, в тому числі: відбір завдання/питання для перевірки знань за кожною темою; визначення еталонів відповідей на питання; підготовка повідомлення/репліки на відповідь студента; розміщення текстів, рисунків і графіків інформаційних і контрольних кадрів на екрані; складання докладного алгоритму АНС шляхом об'єднання окремих блоків.

4. Комп'ютерна реалізація (3-й і 4-й етапи практично виконуються разом тому, що доводиться корегувати сценарій).

5. Підготовка методичних посібників і документації, що необхідно для тиражування АНС і використання її у навчальному процесі.

6. Апробація, корегування АНС у зв'язку з виявленими недоліками та проведення експериментальної експлуатації АНС за результатами якої складається відповідний акт.

7. Задача АНС у фонд алгоритмів і навчальних програм учбового закладу.

Перший етап: розробка технічного завдання. Визначається мета розробки, конкретні вихідні дані для проведення робіт. Формуються вимоги до АНС: методичні, дидактичні, ергономічні, технічні, вимоги до документації. Методичні вимоги визначають рекомендації по застосуванню АНС у навчальному процесі, де визначається: дисципліна/розділ дисципліни; місце АНС у системі занять; час роботи з АНС; спосіб, подання тем; навчальний матеріал, який може бути надрукованим за запитом студента/викладача.

Дидактичні вимоги до АНС формуються на основі мети і змісту навчання, початкового і необхідного рівнів знань та способу індивідуального навчання. Наприклад, виявлення індивідуальних особливостей, рівня початкових знань і засвоєння поняття на основі психологічного і предметного тестування.

Ергономічні вимоги включають соціальні, психологічні, фізіологічні, антропометричні та гігієнічні вимоги. Це можуть бути вимоги до робочого місця студента, наприклад, до засобів візуалізації і звукового супроводу.

Технічні вимоги визначають вимоги до апаратно-програмних засобів АНС та до інструментальних засобів її розробки.

Вимоги до документації визначають перелік документів, які мають бути підготовлені для АНС, у тому числі: опис логічної структури АНС; інструкція для викладача та студента.

Другий етап. Побудова моделі об'єкта вивчення або визначення інфраструктури АНС для реалізації дидактичних цілей і відбору навчального матеріалу. Об'єктом вивчення може бути, наприклад, конкретна тема певної навчальної дисципліни. Розробка моделі об'єкта вивчення починається з визначення призначення АНС. На різних етапах занять АНС має різне призначення у

вигляді таких груп: 1) навчання, формування умінь; 2) закріплення отриманих знань і умінь; 3) застосування отриманих знань і умінь; 4) перевірка рівня отриманих знань і умінь. Необхідно відмітити, що зазначені чотири групи формуються з використанням онтологічного підходу, що може бути проілюстровано далі у вигляді мети кожної з груп [11].

Мета першої групи досягається за допомогою завдань при виконанні яких студенти усвідомлюють сутність різних об'єктів і явищ, зв'язки і відносини між ними, ознак певних класів об'єктів/явищ, способи рішення завдань, постановки спостережень і експериментів.

Мета другої групи реалізується за допомогою вправ студентів за розумінням понять, законів і закономірностей, умінням спостерігати, експериментувати, висувати завдання та інше.

Мета третьої групи досягається шляхом застосування студентами отриманих знань і умінь за допомогою завдань, які вимагають від них самостійно використовувати знання для спостереження та експерименту, рішення якісних і кількісних завдань, опису об'єкта спостереження, явища чи закономірностей.

Мета четвертої групи досягається за допомогою виконання студентами контрольних робіт, за результатами яких визначається рівень і якість отриманих ними знань і умінь.

Сукупність знань і умінь, які мають опанувати студенти (мета навчання), визначає рівень знань предмета. Класифікація рівня знань така: 1) знання – знайомства – засвоєння довідкової інформації, порівняння отриманих знань з еталоном; 2) знання – копії – відтворення інформації, застосування її у типових ситуаціях; 3) знання – здатність застосувати знання на практиці у нетипових ситуаціях, створення суб'єктивно нових знань; 4) знання – трансформації – здатність творчо використати знання і уміння для створення об'єктивно нових знань [3, 12]. Як правило, спочатку учень отримує знання на 1-му рівні, потім вивчає частину елементів на 2-му рівні, але найважливіша частина матеріалу вивчається на 3-му рівні [11].

Упорядковують навчальний матеріал відповідно до мети навчання, де визначають поняття і пояснення, класифікують поняття за змістом об'єктів і явищ, встановлюють логічні зв'язки між поняттями. Залежно від заданого рівня знань різним буде і зміст навчальних програм і АНС, тобто при формуванні змісту навчального матеріалу для АНС необхідно враховувати початковий і необхідний рівень знань студентів. Ефективна АНС має адаптуватися до індивідуальних особливостей студентів за темпом роботи, за рівнем складності навчального матеріалу, за способом подачі інформації і перевірки знань. Адаптація АНС може здійснюватися у процесі всього навчання, може починатися на етапі попереднього тестування, що дозволяє подальше навчання проводити з урахуванням результатів тестування.

Якщо контингент студентів різномірний, необхідно враховувати психологічні характеристики студентів і їх рівень знань, то інфраструктура АНС має дозволити провести попереднє тестування, за результатами якого студентів поділяють на кілька однорідних груп. У цьому випадку блок "навчання" АНС буде мати

багаторівневий алгоритм, а діалог може починатися з питання, наприклад: "чи добре знаєте матеріал?". У випадку «так» навчання починається з 1-го рівня (алгоритм "зверху вниз"), у випадку «ні» навчання починається з 3-го рівня (алгоритм "знизу вгору"). У першому випадку пропонуються більш складні завдання, а в другому буде запропонована підказка до завдання, а самі завдання – більш прості, що відповідають рівню знань студента [3].

В алгоритмі "зверху вниз" у випадку неправильної відповіді на завдання, учню пропонується більше просте завдання. В алгоритмі "знизу вгору" правильна відповідь на певному рівні означає перехід до вищого рівня.

По закінченню навчання може бути проведений підсумковий контроль, який розрахований на необхідний рівень знань для всіх студентів, незалежно від їх початкових знань. На етапі аналізу виконаного завдання для визначення оцінки "3" варто перевірити виконання 2-х умов: правильність виконання завдання; кінцевий рівень виконання завдань за темою. Якщо завдання виконане правильно, але оцінка 3, то дається спроба покращити оцінку.

Типи АНС. Вибір типу АНС здійснюється на основі призначення і типу курсу (таблиця), де: навчальні – контролюючі/тренажні, які спрямовані на повторення матеріалу і закріплення навичок роботи; контролюючі/тестуючі – для проміжного контролю знань при підготовці до практичних і лабораторних робіт, при допуску до занять, інше; інформаційно-довідкові, які забезпечують пояснення/консультації по: техніці безпеки, виконанні лабораторних робіт, роботі з приладами, темі, підготовці звіту по роботі, роботі з АНС.

ТАБЛИЦЯ. Призначення і типи АНС

Тип АНС	Призначення АНС
Навчально-контролюючі, тренажні	Подолання різних видів відставання в навчанні шляхом ліквідації прогалин в знаннях студентів Повторення або самостійне вивчення будь-якої теми Закріплення пасивних знань Тренування в розв'язку типових задач Відпрацювання швидких навичок Навчання самостійному конструюванню гіпотез розв'язку задач шляхом застосування імітаційних моделей
Контролюючі, тестові	Контроль і оцінка рівня засвоєння знань (проміжний контроль) Попередній контроль (тест-перевірка початкового рівня знань) Діагностика стану студента (визначення типу нервової системи, функціонального стану, інше)
Інформаційно-довідкові	Ознайомлення студентів з знаннями пасивного характеру, які вимагають запам'ятовування Отримання консультації/допомоги в роботі (словники, таблиці, довідники, поняття, бібліографічні списки) Інструктаж Перегляд прикладів

Передача АНС функції екзаменатора при підсумковому контролі знань (іспит/залік) є недоцільним, тому що інтелектуальний рівень АНС недостатній для визначення об'єктивних оцінок.

Зазначимо, що робота АНС в режимі демонстрації і моделювання не ставить за мету показати рівень індивідуалізації. Тренажери на основі ПК мають більш розвинутий зворотний зв'язок. Порядок вивчення тем визначається досягнутим рівнем, і як тільки цей рівень відповідає нормативу, система переходить до наступного рівня. Як правило, тренажер використовується для формування початкових знань і умінь.

Відбір змісту предмета дозволяє визначити елементи моделі АНС. Залежно від дидактичних цілей частина цих блоків може бути відсутньою, і кожний з блоків має свій алгоритм.

Блок керування реалізує алгоритм керування АНС, тобто виконує функції керування процесом видачі навчального матеріалу.

Блок моделювання (програмного моделювання) виконує побудову моделей явищ і процесів.

Блок генерації завдань автоматично «генерує» навчальні завдання. «Генератори» є чотирьох типів: послідовна вибірка завдань із баз даних (БД); вибірка завдань із БД за обраним критерієм (випадкова; рівень знань; індивідуальні особливості); формування одного/декількох параметрів завдань і рішень до них; формування завдань і рішень до них безпосередньо з матеріалу навчального курсу. Для генераторів 1-го і 2-го типів необхідно заздалегідь підготувати завдання, еталони відповідей і розмістити їх в БД системи. Генератори 1-го типу ті самі завдання подають різним студентам, а 2-го типу – дозволяють студентам отримувати індивідуальні завдання. Випадкова вибірка завдань із БД передбачає значно більшу кількість варіантів завдань, як у 1-го типу, що зменшує ймовірність передачі відповідей між студентами. Ці генератори мають такі недоліки: складність розробки завдань і еталонів відповідей; обмежену кількість варіантів завдань; періодичне відновлення завдань; можливість розголосу правильних відповідей при багаторазовому використанні завдань. Генератори 3-го типу звільняють викладача від тиражування завдань і відповідей до них, але мають істотні обмеження на тип і форму завдань. Генератори 4-го типу можна вважати найкращими, тому що вони дозволяють в зрозумілих термінах отримувати різноманітні завдання.

Блок аналізу відповідей виконує порівняння відповіді студента із еталонами і формує результат порівняння.

Блок методичної допомоги може включати допомогу щодо роботи з АНС при неправильних/непередбачуваних відповідях студента, а також документи, навчальні посібники (більш докладна інформація, складні схеми, рисунки), які можна отримати в твердих копіях за запитом.

Блок дидактичної допомоги може бути тематичним і формальним. Тематичні підказки використовують аналогії, асоціації і протиставлення. Наприклад, "подібно тому, як Земля рухається навколо Сонця, електрони рухаються навколо ядра атома" (аналогія). Ці підказки особливо ефективні на початку вивчення

програми. Формальні підказки використовують часткове написання слів (наприклад, «прилад, за допомогою якого можна бачити на великій відстані, називається т...с...»), протиставлення (наприклад, "при нагріванні метали розширюються, а при охолодженні..."). За мірою вивчення програми підказки мають поступово зникати для того, щоб учень привчався до самостійного і творчого засвоєння знань. У випадку правильної відповіді/розв'язку задачі студента необхідно заохотити. Репліки можуть бути простими (наприклад: добре, молодець), або бути докладними із роз'ясненням (наприклад, відповідь правильна, дійсно значення числа $\pi = 3.14$).

Після завершення вивчення теми або розв'язку важкої задачі доцільно в АНС включати "кадри психологічного розвантаження". Такі «кадри» можуть бути рекламою АНС, жартівливим зауваженням/побажанням, рядком з вірша, рисунком, питанням або психологічним тестом, інше.

Блок оцінки результатів навчання формує оцінку з урахуванням: кількості правильно виконаних завдань; кількості допущених помилок; ваги помилково виконаних тестів; ваги типу допущеної помилки; витраченого часу.

Весь зібраний матеріал для АНС необхідно аналізувати відповідно до змісту предмета для того, щоб уникнути розповсюдженої помилки, яка полягає в спробі навчити занадто багато за найкоротший час. Після відбору матеріалу, виконується детальний його розподіл на теми і їх зв'язування. При цьому необхідно дотримуватися таких правил: іти від простого до складного; переходити від відомого до невідомого; переходити від конкретного до абстрактного; переходити від спостереження до міркування; іти від загального міркування до детального аналізу.

Розробка сценарію діалогу АНС. Сценарій діалогу виконується на основі відібраного навчального матеріалу, еталонних відповідей, реакцій системи на відповіді, команди і відповіді студента. Основною складовою сценарію є алгоритм подачі навчального матеріалу або логічна структура АНС. Використовуються такі способи подання матеріалу: змістовна/текстова; графічна (блок-схема); на мовах програмування.

Структура алгоритмів АНС є двох типів: однорівневі (один шлях навчання); багаторівневі (кілька шляхів, які розраховані на різний рівень початкової підготовки). Шлях – це послідовність подачі навчальної інформації студенту. Алгоритми навчання можуть мати один/декілька основних і багато допоміжних шляхів вивчення предмета. Однорівнева структура алгоритму може бути лінійною, розгалуженою, циклічною і комбінованою [12].

Лінійний алгоритм АНС – це такий алгоритм, у якому навчальний матеріал розташований у порядку його вивчення, незалежно від рівня підготовки та індивідуальних характеристик студентів. Тобто, навчальний матеріал розбитий на теми і подається в послідовності, яка гарантує його засвоєння. У такому алгоритмі попередня тема щодо наступної простіша, і вона є підготовкою до вивчення наступної, більш складної теми. Заключні теми можуть мати досить високий рівень складності. Зазначимо, що такі алгоритми орієнтовані на середній рівень знань студентів.

Розгалужений алгоритм має один шлях вивчення предмета, і до різних розділів даються доповнення, роз'яснення, допоміжний і довідковий матеріал, якщо виникають помилки та утруднення студентів. Після вивчення допоміжного матеріалу студент повертається на елемент основного шляху, з якого попросив допомогу. Наприклад, студенту запропонована тема високого рівня складності. При помилковій відповіді на питання з цієї теми студенту пропонуються допоміжні теми, які по різному пояснюють йому в залежності від характеру неправильної відповіді. Потім, якщо на помилкову відповідь студента даються вичерпні роз'яснення, то здійснюється перехід на наступну тему основного шляху. В цьому випадку використовується розгалужений алгоритм, у якого є кілька шляхів вивчення дисципліни – один основний і багато допоміжних [13].

Підготовка навчальних завдань. Етапи підготовки навчальних завдань виконуються відповідно до таких вимог: завдання мають належати до основних положень теми; складність завдань має бути помірна, щоб не знехтувати інтерес до навчання; завдання мають бути різноманітні як за змістом, так і за формою; можливість пояснень правильної і неправильної відповіді (пояснення правильної відповіді закріплює знання, а до неправильної виявляються причини помилки для закріплення саме правильних відповідей); уникати завдань, відповіді на які можуть бути вгадані; завдання мають бути такі, щоб можна було перевірити усвідомленість відповіді; однозначно формулювати і оформлювати завдання, щоб не виникало неясної форми відповіді на нього; передбачити всі можливі відповіді на поставлене завдання, щоб запобігти ситуацію, коли правильна, але непередбачувана відповідь буде сприйнята як помилкова.

В АНС необхідно використовувати наступні типи завдань: дати аналітичний запис висловлення; прокоментувати аналітичний запис; провести аналогію; встановити істинність висловлення; вивчити, потім повторити поняття; дати приклади на визначення; розв'язати завдання й обчислити значення; знайти й усунути помилки; доповнити текст; відновити пропущені в тексті фрагменти; завершити початий фрагмент; відповісти на поставлене запитання, вибрати відповідь з запропонованих, вибрати невірні відповіді з запропонованих; розташувати фрагменти в правильній послідовності.

Типи навчальних завдань можна класифікувати за такими формами відповіді: завдання з вибором конструкцій відповідей (елементи відповіді є, і необхідно скласти / вибрати з них відповідь на питання); завдання з вільним конструюванням відповідей (елементів відповіді немає, і необхідно сконструювати відповідь на питання).

Сучасні АНС мають потужні аналізатори відповідей, тому їх діалог стає більше природним і усуваються недоліки, які властиві системам з вибором конструкцій відповідей. Але якщо все-таки доводиться використовувати питання з вибором конструкцій відповідей, то варто уникати варіантів відповіді, які містять свідомо помилкові твердження, формули, вирази, інше, тому що, як доводять психологи, існує небезпека запам'ятовування студентами саме неправильної відповіді.

Виходячи зі специфіки АНС, пропонується студентам завдання типу "вирі-

шити завдання..." або "написати програму...". Оскільки існує безліч варіантів рішень таких завдань, то недоцільно розміщувати правильні відповіді заздалегідь у системі. Передбачається, що виконані завдання оцінює викладач.

Психологічні вимоги мають враховувати особливості сприйняття студентом інформації на екрані дисплея. Запропоновано екран розділити на три частини у співвідношенні 1:3:1, де розміщено елементи вибору, основна інформація і команди керування. При виведенні кольорової інформації варто враховувати рекомендації спеціалістів по ергономіці.

Висновок. У роботі використаний підхід до розробки АНС через побудову моделі навчання конкретної дисципліни. На основі аналізу алгоритмів і принципів побудови відомих АНС, вивчення їх ефективності, побудована модель навчання відповідно конкретній навчальній програмі. Етапи розробки АНС використовують елементи моделі навчання (виконання завдання, допомоги, навчання, інше), які відповідають навчальній програмі. Інтерфейс моделі АНС має основні області (завдання, допомога, керування), діалог відповідає сценарію навчання, а взаємодія із студентом визначається командами дій.

На різних етапах занять АНС може виконувати різне призначення у вигляді певних цілей, а саме: навчання та формування умінь, закріплення придбаних знань і умінь, застосування отриманих знань та навичок, перевірку рівня отриманих знань і умінь. Необхідно відмітити, що вказані групи цілей формуються з використанням онтологічного підходу, який може бути виражений у вигляді мети кожної з груп та при функціонуванні ієрархічного тезауруса системи.

Після підготовки технічного завдання на розробку методичної, дидактичної, ергономічної, технічної компоненти та побудови моделі об'єкта навчання виконується розробка сценарію діалогу АНС. Сценарій діалогу виконується на основі відібраного навчального матеріалу, еталонних відповідей, реакцій системи на відповіді, команди і відповіді студента.

Основною складовою сценарію є алгоритм подачі навчального матеріалу або логічна структура АНС. Розробка сценарію включає: побудову алгоритмів кожного блоку АНС; розробку графічної моделі кожного навчального завдання; визначення змісту і розміщення інформації на екрані для кожного кадру, визначення еталонів відповідей на питання; розміщення текстів, рисунків і графіків інформаційних і контрольних кадрів на екрані; складення алгоритмів АНС шляхом об'єднання окремих блоків.

Розроблена АНС забезпечує вивчення курсу та дозволяє виконувати поточний і підсумковий контроль успішності студентів. Розроблена АНС адаптована до рівня можливостей студента, а саме, узгоджує подачу учбового матеріалу згідно рівня знань конкретного студента шляхом вибору швидкості та послідовності вивчення тем.

1. *Беспалько В.П.* Педагогика и прогрессивные технологии обучения. – М.: ИПРО, 1995. – 261 с.
2. *Зинченко В.П., Зинченко Н.П., Броварская Н.И. и др.* Подготовка специалистов в условиях наличия интегрированных пакетов программ // Перспективні засоби обчислювальної

- техніки та інформатики. – К.: НАН України Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова, 1999. – С. 112 – 115.
3. *Ходаковський Н.И.* Исследование информационных нанотехнологий обработки информации для построения систем на основе знаний // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – К.: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2008. – № 7. – С. 23 – 31.
 4. *Zinchenko S.* Ontological informational systems and their use for extraction, acquisition and representation of knowledge // IX International PhD Workshop OWD'2007. – Poland, Wisla: PTETiS, 2007. – P. 52 – 54.
 5. *Зинченко С.В.* Онтологически управляемые информационные системы // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Харьков: Гос. Аэроком. ун-т "ХАИ", 2004. – Вып. 19. – С. 256 – 262.
 6. *Навчальна програма по дисципліні "Цифрові системи передачі даних"* / Уклад. В.П. Зінченко. – К.: НТУ України «КПІ», 2006. – 7 с.
 7. *Тыщенко О.Б.* Диалог компьютера и студента // Высшее образование в России. – 2000. – № 6. – С. 120 – 123.
 8. *Флеонов М.Е.* Библия Delphi. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 880 с.
 9. *Григорьев В.К.* Классифицирующие признаки тьюторных систем. – М.: Научно-техническая конференция МИРЭА, 1999. – С. 326.
 10. *Левинская М.А., Зайцев В.Е.* Метод генерации заданий в интерактивной обучающей системе // Тез. докл. XI междунар. шк.-семинара "Новые информационные технологии". – М.: МГИЭМ, 2003. – Т. 1. – С. 441 – 442.
 11. *Зинченко С.В.* Элементы структурирования знаний: понятия, атрибуты и произвольные отношения // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Харьков: Гос. Аэроком. ун-т "ХАИ", 2004. – Вып. 23. – С. 84 – 89.
 12. *Энциклопедия кибернетики.* – К.: Наук. думка, 1974. – Т. 1 – 608 с.; – Т. 2 – 624 с.
 13. *Сван Т.* Освоение Borland C++4.5. Практический курс. – Киев: Диалектика, 1996. – 455 с.

Отримано 07.05.2009