

УДК 378

DOI 10.31494/2412-9208-2020-1-3-405-418

**DEVELOPMENT OF A MODEL OF THE CONTENT OF TEACHING
COMPUTER ARCHITECTURE TO STUDENTS OF ENGINEERING AND
PEDAGOGICAL PROFILE**

**РОЗРОБКА МОДЕЛІ ЗМІСТУ НАВЧАННЯ АРХІТЕКТУРИ ЕОМ
СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНОГО ПРОФІЛЮ**

Vitaliy Khomenko,

Doctor of Pedagogical Sciences,
Professor

v_g_xomenko@ukr.net

<http://orcid.org/0000-0002-7361-2169>

Mariia SKURSKA,

Candidate of pedagogical sciences,
Senior Lecturer

mm_skurska@bdpu.org.ua

<http://orcid.org/0000-0003-4572-6019>

Katerina STAROSTENKO,

assistant

starostenko.km.bdpu@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0001-7853-0675>

*Berdiansk State Pedagogical
University*

✉ 4 Schmidta Sr.,

*Berdiansk, Zaporozhye region,
71100*

Віталій ХОМЕНКО,

доктор педагогічних наук,
професор

Марія СКУРСЬКА,

кандидат педагогічних наук,
старший викладач

Катерина СТАРОСТЕНКО,

асистент

*Бердянський державний
педагогічний університет*

✉ вул. Шмідта, 4 м. Бердянськ,

Запорізька обл., 71100

Original manuscript received: October 12, 2020

Revised manuscript accepted: December 09, 2020

ABSTRACT

The article deals with the existing methodical systems of learning computer architecture by students of engineering and pedagogical specialty with the use of information and computer technologies and means of simulation modeling. The analysis of these methods revealed the advantages and disadvantages of each methodological system. The identified problem of perception and understanding of physical processes by applicants for higher education which are taking place in the electronic elements of microprocessor systems and their parallelism and transience determined the development of a model of the content of learning the architecture of microprocessors with use of simulation computer modeling.

The authors of the article develop and study the system of skills in the architecture of microprocessor mechanisms and the system of knowledge of the course "Architecture of Microprocessors" according to the current State Standard of Higher Education of Ukraine. A detailed analysis of methodological systems of learning computer architecture by students of engineering and pedagogical specialty

allowed developing a general model of the content of learning architecture of microprocessor mechanisms that corresponds to the goals set by State Standard of Higher Education. The presented general model of the content of learning architecture of microprocessor mechanisms consists of 6 modules: module 1 – History of computer mechanisms development; module 2 – Calculation systems; module 3 – Logical foundations of computers; module 4 – Computer structure; module 5 – Microprocessors; module 6 – Assembler programming language. These modules provide solutions to an independent group of problems and are integral units of information and logically complete parts of the real process of learning the architecture of microprocessors. Thus, to increase the activity of learning, it is advisable to select and use a variety of learning methods adequate to each educational topic.

Key words: *computer architecture, information and computer technologies, electronic elements of microprocessor systems, methodological systems, system of skills, system of knowledge, general model of the content of learning.*

Сучасний стан реформування освіти характеризується глобальною інформатизацією освітнього процесу на всіх її рівнях. Комп'ютерні технології знайшли своє застосування як засіб у процесі підготовки майбутніх інженерів-педагогів(або просто фахівців) при моделюванні фізичних об'єктів та процесів. У процесі вивчення таких технічних дисциплін, як технічна механіка, матеріалознавство майбутні фахівці набувають знань про перетворення матерії, а при вивченні дисциплін – теплотехніка, електротехніка, радіотехніка, архітектура ЕОМ, програмні обчислювальні системи, основи автоматизованого програмування складних об'єктів і систем, електроніка, автоматика та метрологія – фізичні процеси, що відбуваються в електронних системах.

Постановка проблеми. При вивченні архітектури МП здобувачами вищої освіти сприйняття та розуміння фізичних процесів, що відбуваються в електронних елементах мікропроцесорних систем, їх паралельність та швидкоплинність протікання, ускладнюється неможливістю візуального спостереження процесів та сигналів в електронних елементах, покрокового виконання команд та контролю показників у реальному часі (значень на шині адресу, шині даних, арифметико-логічному пристрої та регістрі загального призначення тощо). У сучасних методиках навчання архітектури МП приділяється недостатньо уваги вирішенню цієї проблеми. Таким чином, розробка методики навчання архітектури МП студентів інженерно-педагогічного профілю з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та засобів імітаційного моделювання є актуальною проблемою сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні розроблена велика кількість методичних систем, які присвячені саме Архітектурі МП такі, як Р. Токхайм, К. Самофалов, О. Вікторов, Б. Соучек, Є. Дроздов, В. Прохоров, А. П'ятибратов, Ю. Якименко, Т. Терещенко, Є. Сокол, В. Жуйков, Ю. Петергеря, Дж. Брукшир, В. Бойко, Є. Балашов, Д. Пузанков, В. Єремєєв, С. Мурай, М. Соловйова, А. Чураков та інші. Однак ці навчальні посібники та публікації мають ряд недоліків: матеріал подається неструктуровано, місцями не узгоджено та не узагальнено; застосовуються переважно

репродуктивні методи навчання, усе це не забезпечує якісного засвоєння значних обсягів навчального матеріалу з архітектури ЕОМ.

Мета статті. Аналіз наявних методик навчання здобувачів вищої освіти спеціальності 015 Професійна освіта (Комп'ютерні технології) архітектури мікропроцесорної техніки з метою розробки моделі змісту навчання архітектури МП із застосуванням імітаційного комп'ютерного моделювання.

Теоретичні основи дослідження. Стандарт вищої освіти містить компетентності, що визначають специфіку підготовки бакалаврів зі спеціальності 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)», та результати навчання, які визначають нормативний зміст підготовки. [1] Закон «Про вищу освіту» дає визначення результату навчання як знання, уміння, навички, способи мислення, погляди, цінності, інші особисті якості, які можна ідентифікувати, спланувати, оцінити і виміряти та які особа здатна продемонструвати після завершення освітньої програми (програмні результати навчання) або окремих освітніх компонентів [2].

Визначені ДСВО компетентності та результати навчання майбутніх бакалаврів з професійної освіти (за спеціалізацією Комп'ютерні технології) реалізуються на основі освітньо-професійних програм. Освітня програма – єдиний комплекс освітніх компонентів (навчальних дисциплін, індивідуальних завдань, практик, контрольних заходів тощо), спрямованих на досягнення передбачених такою програмою результатів навчання, що дає право на отримання визначеної освітньої або освітньої та професійної (професійних) кваліфікації (кваліфікацій). Освітня програма може визначати єдину в її межах спеціалізацію або не передбачати її [1].

При реалізації освітньої-професійної програми підготовки бакалавра з професійної освіти (спеціалізація Комп'ютерні технології) заклад вищої освіти самостійно визначає перелік дисциплін, практик та інших видів навчальної діяльності, необхідний для набуття означених стандартом компетентностей.

Розглянемо детальніше цілі та зміст для визначення критеріїв відповідності Державному стандарту чинних методичних систем навчання Архітектури МП.

Традиційно цілями навчання є формування знань, умінь та навичок. Наукова психологія визначає, що «засвоїти знання можна тільки в процесі їх застосування, користування та оперування ними», тобто через діяльність.

Згідно з чинним ДСВО для дисципліни «Архітектура МП» можна визначити систему цілей навчання. Цілі навчання цієї дисципліни складаються з складних (комплексних) умінь: уміти працювати з системами числення, здійснювати перетворення із однієї системи числення до іншої різними методами та виконувати арифметичні операції; уміти позначати логічні елементи за допомогою логічних символів, булевих функцій та складати їх комбінації; складати таблиці істинності елементів цифрової техніки; уміти здійснювати

програмування мовою Асемблер, використовуючи різні типи та формати команд мікропроцесора (рис. 1).



Рис.1 Система умінь з архітектури мікропроцесорної техніки

У свою чергу уміння визначаються системою комплексних знань, таких, як знати історію розвитку обчислювальної техніки, структуру обчислювальної системи, принципи подання та кодування інформації в ЕОМ; знати логічні основи обчислювальної техніки, системи логічних елементів, призначення та принципи роботи найпростіших логічних елементів; знати особливості будови й основних характеристик мікропроцесорів, системи команд мікропроцесора, формати мікрокоманд та види адресації пам'яті (рис.2).

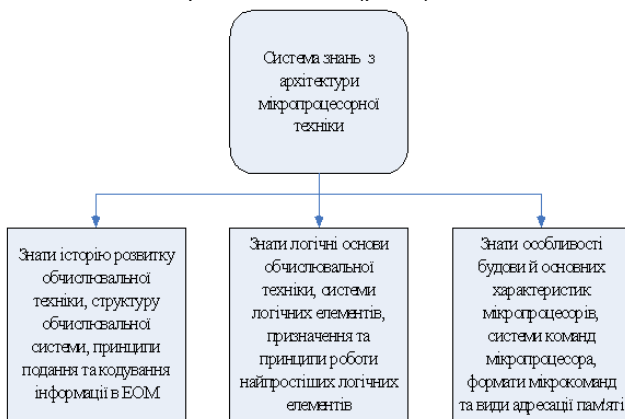


Рис. 2 Система знань дисципліни «Архітектура МП»

Проведений аналіз предметної галузі Архітектури МП показав, що загальна кількість об'єктів навчання складає близько півтисячі. Такий значний обсяг інформації неможливо ефективно і якісно засвоїти без використання універсального структурування та дидактичного узагальнення. Таким чином, при аналізі змісту методичних систем необхідно перевірити його як на універсальність структурування, так і на наявність дидактичного узагальнення навчального матеріалу.

Розглянемо чинні методики навчання архітектури мікропроцесорної техніки на відповідність вимогам ДСВО цілей, змісту, методів, форм та засобів.

Методика навчання «Архітектурі мікропроцесорної техніки», запропонована Р. Токхаймом [3], складається з 9 розділів, присвячені основним аспектам мікропроцесорної тематики. Праця якісно відрізняється глибиною методичного опрацювання та композицією матеріалу з усіх питань, що подані в методиці. Кожен пункт розділу містить вправи для закріплення пройденого матеріалу та відповіді на них, що забезпечує самоперевірку та самоконтроль, необхідні для якіснішого сприйняття теоретичних відомостей.

Методика Р. Токхайма починається з короткого вступу, що охоплює загальні питання зі структури, архітектури та роботи стандартної електронно-обчислювальної машини (ЕОМ).

У другому розділі розповідається про системи числення, операції над двійковими числами та кодування інформації. Матеріал викладений дуже якісно та розгорнуто, словесні пояснення супроводжуються графічними ілюстраціями.

У третьому розділі описані основні елементи цифрової техніки: логічні елементи та їх комбінації, тригери, засувки, шифратори, дешифратори, мультиплексори тощо. Опис елементів є досить лаконічним, містить головні відомості та супроводжується графічним поданням інформації.

Четвертий розділ має назву «Основи мікропроцесорної техніки» та містить питання, що стосуються архітектури простої мікро-ЕОМ, структури найпростішої пам'яті, складу основних команд, структуру елементарного мікропроцесора та основи функціонування мікро-ЕОМ. Цей розділ містить базові поняття мікропроцесорної техніки на основі типового спрощеного мікропроцесора, властивостями якого будуть наділені всі подальші розробки в цій галузі.

Наступні розділи є досить специфічними, тому що матеріал викладається на базі мікропроцесорів Intel 8080/8085, тому не є актуальним. Лише розділ 6 «Програмування мікропроцесора», у якому розповідається про основи програмування мовою Асемблер, після невеликої адаптації стане якісно підходящим для більш сучасних елементів мікропроцесорної техніки, а саме мікроконтролерів AVR.

Методика Р. Токхайма не в повному обсязі розкриває структуру цілей і зміст тем та не дозволяє сформувати знання та уміння на

понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях засвоєння навчального матеріалу.

Методична система К. Самофалова та О. Вікторова «Микропроцессоры» [4] складається з трьох розділів. У першому розділі автори розглядають основні поняття з теорії великих інтегральних схем (ВІС), а саме: програмовані ВІС, логічні матриці, мікропроцесори та однокристалні ЕОМ, а також архітектуру програмованих ВІС. Матеріал викладений дуже стисло, носить переважно ознайомчий характер та не має додаткових пояснень у вигляді прикладів чи рисунків. Може бути корисний при початковому знайомстві з ВІС.

У наступних двох розділах описуються на конкретних прикладах організація та принцип роботи мікропроцесорних великих інтегральних схем різних серій (КР580 та К1810), що може бути корисним при вивченні еволюційного поступу в розвитку мікропроцесорних систем, але не є достатнім для знайомства з більш сучасною технікою, а саме мікроконтролерами AVR.

Загалом матеріал викладений неповно та фрагментарно. Зміст цілей не дозволяє формуванню професійних компетентностей, тому що не містить практичної компоненти, а отже, та не дозволяє сформуванню знання та уміння на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях засвоєння навчального матеріалу.

Методика, запропонована Соучеком Б. [5] у праці «Микропроцессоры и микро-ЭВМ» поділяється на три розділи. У першому розділі автор розглядає питання програмування мікропроцесорів і техніки інтерфейсу. У цьому розділі дається детальне пояснення систем числення, цифрових кодів, логічних операцій, цифрових елементів та мікросхем, також розглядаються логічна побудова систем, структура та основні команди мікропроцесора, програмування мікропроцесорів та спряження мікропроцесорів з іншими пристроями. Програмування на Асемблері розглядається дуже стисло. Особлива увага приділяється програмуванню на Фортрані, що не є актуальним на сучасному етапі розвитку мікропроцесорної техніки.

Друга та третя частини присвячені опису сучасних і нових мікропроцесорів та їх можливостей на час видання праці, тому ця інформація може розглядатися лише при вивченні питань розвитку мікропроцесорних систем.

Методична система Соучека Б. не в повному обсязі відповідає ДСВО, бо формує знання лише на ознайомчо-орієнтовному та репродуктивному рівнях засвоєння навчального матеріалу.

Методика, описана Є. Дроздовим, В. Прохоровим та А. П'ятибратовим в праці «Основы вычислительной техники» [6], базується на основних поняттях теорії обчислювальної техніки. Вона складається з восьми розділів. У першому розділі дуже детально та доступно розповідаються основи арифметики та логіки електронних цифрових обчислювальних машин, а саме: розглядаються системи числення, арифметика двійкових чисел, переведення чисел з однієї

системи в іншу, операції над числами в цифрових машинах. Особлива увага приділяється елементам математичної логіки. У другому розділі корисним є параграф про представлення двійкових чисел у цифрових машинах.

Інформація, що подається в подальших розділах методики є досить специфічною, з одного боку вона розкриває основи цифрових обчислювальних машин, а з другого – місцями досить застарілою, бо автор оперує поняттями та описує прилади, що вже не використовуються в наш час, наприклад, перфокарти та перфоленти.

Методична система Є. Дроздова, В. Прохорова та А. П'ятибратова недостатньо розкриває питання будови та програмування мікропроцесорної техніки, а також не містить практичної компоненти. Методика не в повному обсязі відповідає ДСВО та не дозволяє сформувати знання та уміння на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях засвоєння навчального матеріалу.

Методика, викладена в підручнику «Мікропроцесорна техніка» Ю. Якименко, Т. Терещенко, Є. Сокол, В. Жуйков, Ю. Петергеря [7], складається з 10 розділів.

У першому розділі розглянуті системи числення й кодування інформації. Особливу увагу приділено формам подання чисел у мікропроцесорах. Матеріал викладений дуже детально, теоретичні відомості супроводжуються графічними ілюстраціями та прикладами з поясненнями. У кінці кожного підрозділу надаються контрольні запитання та завдання для самоперевірки.

У другому розділі подано основні поняття та визначення мікропроцесорної техніки, класифікацію мікропроцесорів, принципи побудови мікропроцесорних систем, основи програмування мовою Асемблер (наведені приклади потенційних задач у текстовій формі та у вигляді блок-схем, поетапний розв'язок та можливості їх спрощення та удосконалення).

У третьому та четвертому розділах розглянуто архітектуру та функціональні можливості 8-, 16-, 32- та 64-розрядних мікропроцесорів (МП) на базі МП серій i8080, i8086/i8088, i80186/i80188, i80286, i386, i486, Pentium, Pentium Pro, Pentium II; а п'ятий та шостий розділи розкривають питання проектування системи пам'яті мікропроцесорних систем, принципи дії та структурні схеми основних типів кеш-пам'яті, стекову організацію пам'яті, побудову інтерфейсів пристроїв введення-виведення на базі МП серій KP580, KP160, KP1810, KM160 та K573, що не відповідає темі нашого дослідження, але є базовим матеріалом для вивчення мікроконтролерів AVR.

У сьомому розділі розглянуто архітектуру та функціональні можливості однокристальних мікроконтролерів з CISC- архітектурою.

Восьмий розділ безпосередньо відповідає меті нашого дослідження та розглядає питання архітектури та функціональних можливостей одно кристальних мікроконтролерів з RISC-архітектурою

на базі AVR-мікроконтролерів. Матеріал викладений дуже стисло, розглянуті основні поняття та базові можливості мікроконтролерів AVR.

Дев'ятий та десятий розділи присвячені сигнальним процесорам обробки даних та нейронним обчислювачам, що не відповідає темі нашого дослідження.

У методичній системі Ю. Якименко, Т. Терещенко, Є. Сокол, В. Жуйков, Ю. Петергеря; за ред. Т. Терещенко недостатньо приділено увагу питанню програмування мікропроцесорів та мікроконтролерів. Зміст цілей не відповідає професійним компетентностям, бо дозволяє сформуванню знання лише на ознайомчо-орієнтовному та репродуктивному рівнях засвоєння навчального матеріалу.

Методика пізнання комп'ютерних наук, викладена автором Дж. Гленн Брукшир [8] у праці «Введение в компьютерные науки. Общий обзор», складається з дванадцяти розділів, з яких темі нашого дослідження відповідають перші три (0-2).

У нульовій главі необхідними для знайомства з історією розвитку науки є два пункти, що стосуються походження обчислювальних машин та еволюції комп'ютерних наук.

У першому розділі розглядаються питання зберігання даних: зберігання бітів (тригери), основної та масової пам'яті. Також особлива увага приділяється представленню інформації у вигляді комбінацій двійкових розрядів, а саме: представлення тексту, представлення числових значень, представлення зображень. Розглядається двійкова система числення та представлення цілих і дробових чисел. Цей матеріал є переважно ознайомчим та не має глибокого розкриття. Кожен пункт розділу містить питання для контролю. Недоліком є те, що контрольні питання не мають відповідей для самоперевірки.

Другий розділ методики висвітлює питання обробки даних у обчислювальних машинах. Вона починається з загального знайомства з поняттям центрального процесора, послідовно переходячи до представлення машинних команд у вигляді бітових комбінацій та машинної мови, що висвітлено на загальних прикладах та не має прив'язки до конкретної мови програмування, що не дає можливості розглянути дані питання на конкретних прикладах. Далі розглядаються арифметичні та логічні команди, а також питання, що безпосередньо є вагомим у нашому дослідженні: CISC- та RISC- архітектура комп'ютерів. Матеріал цієї глави також носить ознайомчий характер, не є ґрунтовним для вивчення основних питань мікропроцесорної техніки, але являється базою для нарощення знань з теми.

Методична система Дж. Гленн Брукшир недостатньо та частково формує професійні компетентності майбутніх інженерів—педагогів. Матеріал викладений неповно та фрагментарно. Методика не в повному обсязі відповідає сучасним вимогам, бо не дозволяє сформуванню знання та уміння на понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях засвоєння навчального матеріалу.

Методика вивчення теорії мікропроцесорів та мікроконтролерів,

викладена В. Бойкоу праці «Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры» [9] складається з дев'яти розділів, кожен з яких висвітлює окремі питання з цієї теми.

У першому розділі розглядаються загальні поняття та визначення з теорії мікропроцесорних систем. Цей матеріал відзначається високим рівнем формалізації знань та структуризації викладеного матеріалу. Також описуються загальні поняття мови програмування Асемблер, що супроводжуються детальними прикладами реалізації поставлених у теоретичній частині методики завдань.

У другому розділі методики В. Бойко розглядаються однокристальні 8- та 16-розрядні мікропроцесори та їх особливості. Матеріал цього розділу також містить багато практичних прикладів, а саме: опис реалізації операцій над даними у цих мікропроцесорах.

Третій розділ містить детальний опис однокристальних універсальних мікропроцесорів другого покоління. Ця інформація є досить актуальною в наш час, але не відповідає темі нашого дослідження і може бути запропонована як матеріал для поглиблення знань у якості самостійної роботи.

Розділи 4 – 6 присвячені побудові модулів пам'яті мікропроцесорних систем, інтерфейсу пристроїв введення-виведення та однокристальним мікроконтролерам з CISC- архітектурою, що безсумнівно є дуже корисною інформацією, але не є якісно підходящим матеріалом для нашого дослідження, бо приклади організації даних систем базуються переважно на мікропроцесорах першого та другого покоління сімейства IBM PC.

Розділ 7 безпосередньо відноситься до нашого дослідження, бо в ній автор В. Бойко описує однокристальні мікроконтролери з RISC- архітектурою. У цьому розділі розглядається архітектура та периферійні пристрої AVR-мікроконтролерів, система команд для їх програмування. Особлива увага приділяється характеристикам усіх типів AVR-мікроконтролерів та опису галузей їх застосування.

В останніх розділах (8-9) методики висвітлюються загальні характеристики та особливості сигнальних мікропроцесорів та нейронних обчислювачів, що не відповідає темі нашого дослідження.

Методична система В. Бойко теж потребує доопрацювання, бо не містить опорно-практичної компоненти та дозволяє сформуванню знання лише на ознайомчо-орієнтовному та репродуктивному рівнях засвоєння навчального матеріалу.

Методика вивчення мікропроцесорів та мікропроцесорних систем, запропонована Є. Балашовим та Д. Пузанковим у посібнику «Микропроцессоры и микропроцессорные системы» [10], складається з 14 розділів та є комплексом питань, пов'язаних з теорією, проектуванням, технічною реалізацією та використанням мікропроцесорів і мікропроцесорних систем.

У першому розділі розглядаються загальні відомості та

історичний поступ мікропроцесорних систем.

Друга глава присвячена основним поняттям архітектури мікропроцесорів. Розглядаються принципи організації та керування процесом обробки інформації. Наведена загальна схема мікропроцесора та головні архітектурні особливості основних типів мікропроцесорів. Недоліком є те, що організація 8- та 16-розрядних мікропроцесорів описується на прикладах мікропроцесорів лише сімейства IBM PC.

У третьому розділі розглядаються загальні засади класифікації команд мікропроцесорів, види адресації, також детально описується структура і формат команд. Досить стисло описуються мови програмування. Особлива увага приділяється арифметичній обробці даних у мікропроцесорах. Пояснення цього матеріалу ведеться з використанням практичних прикладів та блок-схем алгоритмів виконання операцій.

Основу подальших розділів (4-14) складають загальні питання організації і проектування мікропроцесорних систем, певна увага приділяється особливостям певних типів мікропроцесорів та мікро-ЕОМ, без знання котрих не можливе якісне вивчення мікропроцесорних систем. Аналізуються типові мікропроцесорні комплекти, які отримали найбільше поширення на той час.

Перевагами методики Є. Балашова та Д. Пузанкова є, по-перше, те, що кожен пункт містить як теоретичні питання, так і практичні завдання для закріплення матеріалу; по-друге, те, що виклад основного матеріалу щодо теорії мікропроцесорів і мікропроцесорних систем не стосується конкретного сімейства мікропроцесорів, описуються загальні засади, що відповідають будь-якому поколінню мікропроцесорної техніки.

Але загалом методична система Є. Балашова та Д. Пузанкова не в повному обсязі відповідає ДСВО, бо дозволяє сформувати знання лише на ознайомчо-орієнтовному та репродуктивному рівнях.

Аналіз чинних методичних систем із Архітектури МП показав, що ці методичні системи не реалізують у необхідному обсязі вимоги державного стандарту, освітньо-професійної програми та виявив такі недоліки:

1. Компоненти методичної системи частково відповідають цілям навчання дисципліни «Архітектура МП».
2. Зміст навчання структурований фрагментарно або за різними основами, без дидактичного узагальнення.
3. Найчастіше використовуються пояснювально-ілюстративні (репродуктивні) методи навчання, які не забезпечують формування понятійно-аналітичного і продуктивно-синтетичного рівнів засвоєння навчального матеріалу.
4. Засоби навчання реалізуються за допомогою структурно-логічних моделей, але вони використовуються несистемно і мають різну структуру.
5. В основному використовується фронтальна й індивідуальна

форми навчання, фрагментарно використовуються парна та колективна.

Усі ці недоліки ускладнюють процес навчання Архітектурі МП, не забезпечують повного, якісного й ефективного засвоєння навчального матеріалу з Архітектури МП.

Таким чином, виходячи з розглянутих проблем і завдань, можна зробити висновок про те, що засвоїти значну кількість інформації з Архітектури МП можливо за умови розробки ефективної методичної системи, яка будуватиметься на єдиній універсальній моделі структуривання й узагальнення змісту навчання.

На основі проаналізованих методик навчання побудуємо загальну модель змісту навчання архітектури МП. У методиках [3], [4] вивчення архітектури МП розпочинається з загальних відомостей архітектури та основних блоків ЕОМ, загальних принципів побудови сучасних ЕОМ, а в методиці [5] розпочинають вивчення архітектури МП з принципів побудови ЕОМ, історії розвитку обчислюваної техніки. Таким чином, доцільно об'єднати ці теми в змістовий модуль 1 «Історія розвитку комп'ютерної техніки» та розпочинати навчання архітектури МП з цього модуля.

У методиках [3], [5], [6] другим змістовим елементом розглядаються теми чинних систем числення, способи їх опрацювання. Оскільки ці теми необхідні для подальшого навчання архітектури МП, їх можна виділити в змістовий модуль 2 «Системи числення», який є логічним продовженням першого.

Логічні основи ЕОМ у розглянутих методиках вивчаються на різних етапах процесу навчання архітектури МП. Проте доцільно вивчати логічні елементи та пристрої наступним модулем, оскільки логічні елементи використовують способи опрацювання систем числення. Таким чином, ми можемо виділити змістовий модуль 3 «Логічні основи ЕОМ».

Автори методик Р. Токхайм, К. Самофалов, О. Вікторов, Б. Соучек, Є. Дроздов, В. Прохоров, А. П'ятибратов, Ю. Якименко, Т. Терещенко, Є. Сокол, В. Жуйков, Ю. Петергеря розглядають роботу вузлів ЕОМ, яка базується на способах опрацювання інформації логічними елементами, що дає змогу виділити змістовим модулем 4 «Будова ЕОМ».

У проаналізованих методиках даються визначення мікропроцесора як пристрою, який об'єднує в собі управління та арифметико-логічний пристрій, що відповідає за обробку ними цифрової інформації, виконання арифметичних і логічних команд. Отже, наступним змістовим модулем 5 можна виділити «Мікропроцесори».

Автори методик [3], [4] та [5] у своїх роботах стверджують, що доцільно вивчати основи мов програмування низького рівня та основ мови програмування Асемблер. Таким чином, ми можемо виділити останній змістовий модуль 6 «Мова програмування Асемблер», який є основою вивчення циклу дисциплін з програмування.



Рис.3. Загальна модель змісту навчання архітектури мікропроцесорної техніки

З вищевикладеного можна представити загальну модель змісту навчання архітектури МП, що дозволяє відобразити реальний освітній процес (Рис. 3).

Результати дослідження. Аналіз методик дозволив розробити та найбільш повно охопити зміст навчання архітектури МП. Таким чином, розроблена модель змісту навчання архітектури МП відповідає зазначеним цілям, що висуває ДСВО. З вище зазначеного видно, що навчальний матеріал розбивається на 6 змістових модулів:

- Змістовий модуль 1 – Історія розвитку комп'ютерної техніки;
- Змістовий модуль 2 – Системи числення;
- Змістовий модуль 3 – Логічні основи ЕОМ;
- Змістовий модуль 4 – Будова ЕОМ;
- Змістовий модуль 5 – Мікропроцесори;
- Змістовий модуль 6 – Мова програмування Асемблер.

За своєю суттю ці розділи забезпечують рішення самостійної групи задач, є цілісними блоками інформації, логічно завершеними частинами реального процесу навчання архітектури МП. Запропонована нами модель змісту навчання архітектури МП має узагальнений вигляд, тому потребує деталізації.

Висновок. Модульне структурування навчального матеріалу утворює комплекс навчально-виховних, організаційно-методичних впливів, що сприяють переходу від репродуктивного до продуктивного типу навчання і охоплюють як усю систему підготовки фахівців, так і її найважливіші елементи, включаючи, насамперед, конкретні види навчальних занять. Підвищення активності навчання залежить не тільки від доцільності добору й використання різноманітних, найбільш адекватних навчальній темі методів навчання, а також від активізації всього освітнього процесу, застосовуючи певні технології навчання [11].

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть присвячені деталізації моделі змісту навчання, розробці методики навчання архітектури МП майбутніх інженерів-педагогів.

Література

1. Стандарт вищої освіти України [Електронний ресурс] // Наказ Міністерства освіти і науки України 21.11.2019 р. No 1460. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna>

[rada-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini/zatverdzeni-standarti-vishoyi-osviti..](#)

2. Закон України про вищу освіту [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст.2004. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>.

3. Токхайм Р. Микропроцессоры: Курс и упражнения / Р. Токхайм., 1988. – 336 с. – (Пер. с англ., под ред. В. Н. Грасевича. М.: Энергоатомиздат).

4. Самофалов К. Г. Микропроцессоры / К. Г. Самофалов, О. В. Викторов., 1989. – 312 с. – (Б-ка инженера. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.).

5. Соучек Б. Микропроцессоры и микро-ЭВМ / Б. Соучек., 1979. – 520 с. – (Пер. с англ. / Под ред. А.И. Петренко. – М.: Сов. Радио, 1979, 520 с. – Пер. изд.: Soucek. Microprocessors and Microcomputers, США, 1976).

6. Дроздов Е. А. Основы вычислительной техники / Е. А. Дроздов, В. И. Прохоров, А. П. П'ятибратов. – Москва: Воениздат, 1964. – 464 с.

7. Микропроцесорна техніка / [Ю. І. Якименко, Т. О. Терещенко, Є. І. Сокол та ін.]. – Харків: Політехнік, 2003. – 440 с. – (Харків НТУ "ХПІ").

8. Брукшир Д. Г. Введение в компьютерные науки. Общий обзор, 6-е издание / Дж Г. Брукшир., 2001. – 688 с.

9. Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры / [В. І. Бойко, А. Н. Гуржий, В. Я. Жуйков та ін.]. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2004. – 464 с.

10. Балашов Є. П. Микропроцессоры и микропроцессорные системы / Є. П. Балашов, Д. В. Пузанков. – Москва: Под ред. В. Б. Смолова. – М.: Радио и связь, 1981. – 328 с. – (Учеб. Пособие для вузов).

11. Хоменко В. Г. Моделювання структури та змісту курсу "Архітектура ЕОМ" для інженерів-педагогів в умовах імітаційного моделювання / В. Г. Хоменко, К. М. Коржова. // Збірник наукових праць (Педагогічні науки) Бердянськ. – 2007. – №2. – С. 158–164.

12. В. Єремеев, С. Мурай, М. Соловйова, А. Чураков («Схемотехніка ЕОМ», Навчальний посібник для студентів спеціальності «Інформатика» Мелітополь–2010, Навчальний посібник.–Мелітополь: ТГТУ, 2010. – 173 с.

References

1. Standart vyshchoi osvity Ukrainy [Elektronnyi resurs] // Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy 21.11.2019 r. No 1460. – 2019. – Rezhym dostupu do resursu: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini/zatverdzeni-standarti-vishoyi-osviti..>

2. Zakon Ukrainy pro vyshchu osvitu [Elektronnyi resurs] // Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR), 2014, # 37-38, st.2004. – 2014. – Rezhym dostupu do resursu: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text.3>.

3. Tokkhaim R. Mykroprotsessoru: Kurs y uprazhneniya / R. Tokkhaim., 1988. – 336 s. – (Per. s anhl., pod red. V. N. Hrasedycha. M.: Enerhoatomyzdat).

4. Samofalov K. H. Mykroprotsessory / K. H. Samofalov, O. V. Viktorov., 1989. – 312 s. – (B-ka ynzhenera. – 2-e yzd., pererab. y dop. – K.).

5. Soucek B. Mykroprotsessoru y mykro-ЭВМ / B. Soucek., 1979. – 520 s. – (Per. s anhl. / Pod. red. A.Y. Petrenko. – M.: Sov. Radyo, 1979, 520 s. – Per. yzd.: Soucek. Microprocessors and Microcomputers, SShA, 1976).

6. Drozdov E. A. Osnovu vychyslytelnoi tekhniky / E. A. Drozdov, V. I. Prokhorov, A. P. Piatybratov. – Moskva: Voennyatd, 1964. – 464 s.

7. Mikroprotsesorna tekhnika / [Yu. I. Yakymenko, T. O. Tereshchenko, Ye. I. Sokol ta in.]. – Kharkiv: Politekhnik, 2003. – 440 s. – (Kharkiv NTU "KhPI").

8. Brukshtyr D. H. Vvedenye v kompiuternye nauky. Obshchyy obzor, 6-e

yzdanye / Dzh H. Brukshyr., 2001. – 688 s.

9. Skhemitexhnika elektronnykh system. Mykroprotssessoru y mykrokontrolleru / [V. I. Boiko, A. N. Hurzhyi, V. Ya. Zhuikov ta in.]. – Sankt-Peterburh: VKhV-Peterburh, 2004. – 464 s.

10. Balashov Ye. P. Mykroprotssessoru y mykroprotssessornue systemu / Ye. P. Balashov, D. V. Puzankov. – Moskva: Pod. red. V. B. Smolova. – M.: Radyo y sviaz, 1981. – 328 s. – (Ucheb. Posobye dlia vuzov).

11. Khomenko V. H. Modeliuvannia struktury ta zmistu kursu "Arkhitektura EOM" dlia inzheneriv-pedahohiv v umovakh imitatsiinoho modeliuvannia / V. H. Khomenko, K. M. Korzhova. // Zbirnyk naukovykh prats (Pedahohichni nauky) Berdiansk. – 2007. – #2. – S. 158–164.

12. V. Yermieiev, S. Murai, M. Soloviova, A. Churakov («Skhemitexhnika EOM», Navchalnyi posibnyk dlia studentiv spetsialnosti "Informatyka" Melitopol–2010, Navchalnyi posibnyk.–Melitopol: THATU, 2010. – 173 s.

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуті методичні системи навчання архітектури ЕОМ студентів інженерно-педагогічного профілю з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та засобів імітаційного моделювання. Аналіз цих методик встановив переваги та недоліки кожної методичної системи. Виявлена проблема сприйняття та розуміння фізичних процесів здобувачами вищої освіти, що відбуваються в електронних елементах мікропроцесорних систем, їх паралельність та швидкоплинність протікання зумовила розробку моделі змісту навчання архітектури МП із застосуванням імітаційного комп'ютерного моделювання.

Автори статті розробляють та досліджують систему умінь з архітектури мікропроцесорної техніки та систему знань дисципліни «Архітектура МП» згідно з чинним Державним стандартом вищої освіти України. Докладний аналіз методичних систем навчання архітектури ЕОМ студентів інженерно-педагогічного профілю дозволив розробити загальну модель змісту навчання архітектури мікропроцесорної техніки, що відповідає цілям, які висуває ДСВО. Представлена загальна модель змісту навчання архітектури мікропроцесорної техніки складається з 6 змістовних модулів, а саме: модуль 1 – Історія розвитку комп'ютерної техніки; модуль 2 – Системи числення; модуль 3 – Логічні основи ЕОМ; модуль 4 – Будова ЕОМ; модуль 5 – Мікропроцесори; модуль 6 – Мова програмування Асемблер, які за своєю суттю забезпечують рішення самостійної групи задач, є цілісними блоками інформації, логічно завершеними частинами реального процесу навчання архітектури МП. Для підвищення активності навчання доцільно дібрати та використовувати різноманітні адекватні кожній навчальній темі методи навчання.

Ключові слова: *архітектура ЕОМ, інформаційно-комп'ютерні технології, електронні елементи мікропроцесорних систем, методичні системи, система умінь, система знань, загальна модель змісту навчання.*