

**М. П. КОСТЮЧЕНКО** (канд. пед. наук, доц.)  
Донецький національний технічний університет

## **НИЗХІДНЕ ДИДАКТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПАРАЛЕЛЬНИХ МОДУЛЬНИХ СТРУКТУР НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З ОХОРОНИ ПРАЦІ**

*Аналізується методика низхідного дидактичного проектування динамічних паралельних модульних структур змісту навчання з охорони праці на рівні навчального матеріалу. Отримання інтегрованого дидактичного модуля в паперовому або в електронному вигляді дозволяє раціонально інтегрувати та структурувати навчальний матеріал, виділяючи інваріантні та варіативні модульні елементи, мобільно поповнювати зміст навчання новою релевантною інформацією, видаляти швидко старіючу фактологічну інформацію. Експериментально підтверджена ефективність тривірневих модульних елементів при навчанні студентів за різними напрямками підготовки, які відповідають соціально-економічним, інформаційно-кібернетичним і технічним галузям знань.*

**Ключові слова:** дидактичне проектування, предметна галузь, динамічна дидактична структура, інтегрований дидактичний модуль, наукове знання, навчальне знання, гомоморфізм, модульний елемент, паралельна модульна структура навчального матеріалу.

**Постановка проблеми.** Відповідно до Наказу Міністерства освіти і науки України [7], у зв'язку з реформуванням вищої освіти вимоги до викладання нормативних навчальних дисциплін “Основи охорони праці” (ООП), “Охорона праці в галузі”(ОПГ) істотно підвищуються. Це вимагає, насамперед, вагомих змін у змісті та процесі навчання, гармонійного поєднання аудиторної та самостійної роботи студентів. Інваріантною основою змісту навчальних дисциплін ООП і ОПГ є система “людина – виробниче середовище”, а також висвітлення засобів і заходів щодо створення та підтримання здорових і безпечних умов виробничої діяльності. Об'єктом вивчення ООП є безпека працівника на виробництві та в рамках виробничих відносин (правових, економічних, моральних, психологічних). Зміст ОПГ базується на змісті ООП, конкретизуючи та деталізуючи положення безпечної діяльності працівників у конкретній галузі (сфері виробництва чи послуг). Вказані дисципліни мають комплексний характер та базуються на теоретичних положеннях фундаментально-природничих (фізика, хімія, біологія, математика та ін), суспільних (економіка, психологія, соціологія, право та ін.) і суміжних наук (безпека життєдіяльності, ергономіка, фізіологія та психологія праці, технічна естетика та ін.). Інваріантною характеристикою ООП і ОПГ є предмет вивчення – *моделі безпеки*, які розглядаються у виробничому середовищі та розробляються на основі аналізу шкідливих і небезпечних чинників природного та виробничого походження [3].

За обсягом змісту та діапазоном інформаційної насиченості охорона праці належить до складної навчальної дисципліни. Протепідготовка майбутніх фахівців соціально-економічних галузей знань з математики, фізики, хімії, загальнотехнічних дисциплін не достатня для глибокого розкриття сутності питань охорони праці. Ця суперечність визначила *проблему дослідження* – розробка, теоретичне обґрунтування й експериментальна перевірка методики структурування змісту охорони праці у технічному вузі.

**Завдання даного дослідження** – наукові підходи до проектування інтегрованого змісту навчального матеріалу з охорони праці на основі інноваційної концепції динамічних дидактичних структур.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Теоретичні основи теорії змісту навчання висвітлені в працях С.Гончаренко, О.Коваленко, В. Краєвського, М.Лазарева, І.Лернера, В.Лозової та ін., теорії модульного навчання – А.Алексюка, В.Белової, І.Богданова, А.Михайличенко, О.Смолюк, П.Сікорського, А.Фурмана та ін., рівневого підходу до засвоєння навчального матеріалу – В.Беспалько, В.Звоннікова, Н.Єфремова, В.Кім, А. Майорова, Ю.Олійника, В.Петренко, Н. Самилкіна, М.Челишкова та ін.

**Виклад основного матеріалу.** Розв'язання вище вказаної суперечності можливо в рамках Європейської кредитно-трансферної системи (ECTS) організації навчального процесу. Ця система в структурі залікового кредиту навчальної дисципліни розглядає змістовні модулі. Наприклад, робоча програма ООП складається з трьох змістовних модулів: 1) правові та організаційні питання охорони праці; 2) основи виробничої санітарії, фізіології та гігієни праці; 3) основи виробничої безпеки.

Нами розроблена концепція модульного навчання, зміст якого проектується на засадах

динамічних дидактичних структур [1]. Показано, що головною метою модульного навчання у вищій технічній школі є створення *гнучких освітніх структур* за змістом і в організації навчання, що гарантують виконання державного замовлення на підготовку компетентних фахівців для промисловості та сфери послуг, а також задовольняють наявні освітні потреби студентів.

Навчальні знання, які застосовуються в охороні праці, переважно є поліаспектні та полісистемні, тому їх проектування пов'язано з інтеграцією та їм притаманна дисциплінарно-модульна система навчання (ДМСН). Спрямованість дослідження як на інтеграцію змісту навчання, так і на його цілісність викликає необхідність в інтегративно-модульному підході.

Методика низхідного дидактичного проектування базується на структурному підході, в основі якого покладені принципи ієрархічності та декомпозиції. Низхідне проектування структур змісту навчального матеріалу передбачає реалізацію об'єкта дидактичного проектування у вигляді ієрархічної моделі, на основі якої формуються різноманітні варіанти можливих рішень [1].

Узагальнений прототип низхідного проектування складається з таких рекурсивно вкладених множин (рис. 1): загальної мети дидактичного проектування  $Z_0$ ; можливих моделей зображення навчальних знань ( $Z_i, i = \overline{1, e}$ ); вимог до структури моделей ( $Y_{ej}, j = \overline{1, t}$ ); можливих структур змісту навчального матеріалу ( $S_{ejk}, k = \overline{1, n}$ ).

Нами показано, що роль динамічної структури фахової підготовки виконує структура модульного блоку (МБ), яка гомоморфно відображає структури предметних галузей, які вивчаються. Запропоновано універсальну, ієрархічну, рекурсивно вкладену (“матрьошечну”), динамічну структуру МБ, яка аналогічна мережі фреймів. Компонентами МБ є змістовні модулі, які вирізняються динамічною структурою й інтегрованим змістом та мають назву “*інтегровані дидактичні модулі*” [2]. Зміст інтегрованого дидактичного модуля (ІДМ) визначається ієрархією дидактичних цілей, властивостями конкретної предметної галузі (ПГ) та завданнями, які там розв'язуються. Нами виявлені ознаки ІДМ, які визначають гнучкість змісту навчання, його адаптивність до індивідуальних потреб студентів [4].

Кожний ІДМ складається з декількох модульних одиниць, які моделюють відповідні підсистеми ПГ. І, нарешті, кожна модульна одиниця (МО) підлягає декомпозиції на модульні елементи (МЕ), зміст яких описує та пояснює теоретичні об'єкти ПГ (терміни, поняття, закони, принципи, правила, норми, теорії тощо), а також практичні об'єкти ПГ (виробничі об'єкти, предмети та засоби праці, явища природи, трудовий і технологічний процеси, шкідливі та небезпечні чинники, виробничі ситуації, обставини поведінки працівників тощо).

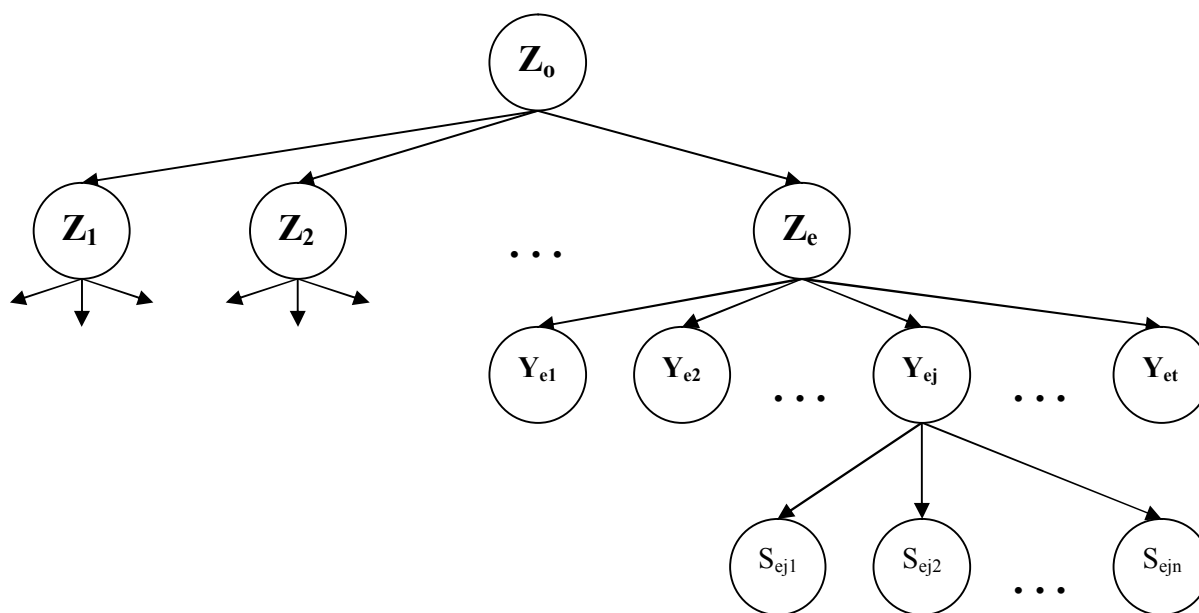


Рис. 1. Орієнтований граф (“дерево”) низхідного проектування

Зазначимо, що в традиційній дисциплінарній системі навчання (ДСН) модульному елементу відповідає тема (наприклад, “Блокіровки безпеки”), модульній одиниці – розділ (наприклад, “Заходи безпеки при нормальному режимі роботи електроустановок”), а інтегративному модулю – сукупність розділів, що відображають ПГ (наприклад, “Технічні заходи та засоби електробезпеки”).

Структура МБ є універсальною, ієрархічною та рекурсивно вкладеною. Особливість структури МБв тому, що вона моделює структуру поля професійної діяльності кваліфікованих працівників на виробництві чи у сфері послуг. Вказана структура має очевидні переваги над іншими динамічними структурами та формалізується знаками теорії множин так:

$$\begin{aligned} \text{ІДМ}_1 \cup \text{ІДМ}_2 \cup \dots \cup \text{ІДМ}_n &\subseteq \text{МБ} \\ \text{МО}_{i1} \cup \text{МО}_{i2} \cup \dots \cup \text{МО}_{im} &\subseteq \text{ІДМ}_i \\ \text{МЕ}_{ij1} \cup \text{МЕ}_{ij2} \cup \dots \cup \text{МЕ}_{ijk} &\subseteq \text{МО}_{ij} \end{aligned} \quad (1)$$

ІДМ, як модель конкретної ПГ, гомоморфно відображає в навчальних знаннях й алгоритмах реальні структуровані об'єкти (предмети, явища, процеси, виробничі ситуації і т.д.) поля професійної діяльності працівників. Ці об'єкти описуються модульними елементами, які відіграють роль інформаційних одиниць (зміст поняття “інформаційна одиниця” відрізняється від змісту поняття “модульна одиниця”).

Звичайна інтегрованість опису об'єктів ПГ виходить із їх “близькості”, “подібності” або “відмінності” (процедура *кластеризації*), що дозволяє розглянути формалізовану модель ПГ у вигляді орієнтованого графу  $\Gamma$ , в якому вузли є інформаційні одиниці  $e_{ij}$ , а дуги  $d_{ijkl}$  – відповідні зв'язки між ними:

$$\Gamma = \langle E, D \rangle. \quad (2)$$

Сукупність вузлів і дуг можна задати квадратними матрицями:

$$E = \| e_{ij} \|_{n \times n}, \quad D = \| d_{ijkl} \|_{m \times m} \quad (3)$$

де  $n$  і  $m$  – порядки відповідних матриць.

Подібно фреймовій моделі зображення знань, ІДМ проектується в результаті дослідження об'єктів ПГ і реалізує властивість цілісності знань – *модульність*. З іншого боку, цілісність є головною ознакою ІДМ, як і будь-якої системи. *Цілісність ІДМ* – упорядкована сукупність навчальних знань, правил й алгоритмів, що моделюють конкретну ПГ.

У структуру ІДМ входять як *базові*, а саме інваріантні (незмінні з часом), так і *варіативні* (змінні з часом) модульні елементи.

Перший тип елементів складається із усталених у науці фактів, понять, правил, методів, законів тощо, а другий – із відносно швидко старіючої фактологічної інформації конструктивно-технологічного, економічного, соціального і т. п. характеру. Якщо базові елементи відображають фундаментальне наукове та технічне знання, то варіативні – прикладне наукове та виробниче знання.

Вказані елементи об'єднують у відповідно незмінні, змінні та комбіновані модульні одиниці. Останні поєднують базові та варіативні модульні елементи. Зміст модульних елементів є результатом відображення, відбору та методичної обробки системи науково-технічних та виробничих знань, необхідних для досягнення навчальної мети заняття з охорони праці.

Динамічність змісту інтегративних модулів забезпечується варіативними модульними елементами. Для комп'ютерно-орієнтованих ІДМ додатково використовують *слоти* – пусті комірки, які є не тільки атрибутом комп'ютерної програми, а й служать методичним засобом модульного навчання: частина слотів з часом може заповнюватися новою навчальною інформацією і створювати інваріантні або варіативні модульні елементи, а також можуть мати значення посилань на інші ІДМ (МО, МЕ) або на відомі поняття, які заносяться у дану ПГ із інших наук. Роль міток або позначок модульних елементів відіграють заповнені слоти. Очевидно, в комп'ютерно-орієнтованих ІДМ слоти виконують функції нагромадження нової навчальної інформації, реалізують можливість переходу по гіперпосиланням, встановлюють зв'язки між модульними елементами та забезпечують структурну та змістовну гнучкість дидактичного модуля.

Багатозв'язаність і відкритість знань дозволяє розглядати ІДМ як відкриту абстрактну систему, яка має три основні частини: вхід у систему, ядро системи і вихід системи, тобто як інформаційну on-line систему, в якій зв'язок між входом і виходом може бути детермінованим (функціональним) або стохастичним, що дозволяє реалізувати моновалентні та полівалентні сполучення між модулями і одержувати сукупність взаємопов'язаних модулів – МБ (рис.2).

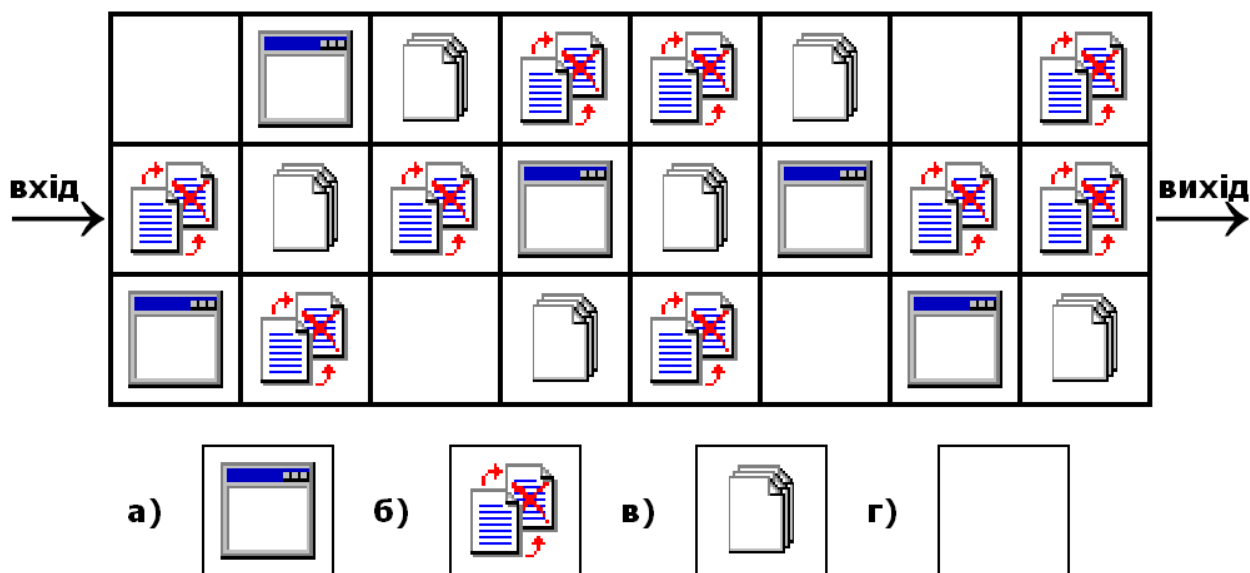


Рис. 2. Схематичне зображення комп'ютеризованого ІДМ, де:  
 а) незмінні (інваріантні) модульні одиниці;  
 б) змінні (варіативні) модульні одиниці;  
 в) комбіновані модульні одиниці;  
 г) слоти.

Припускаємо, що між об'єктом  $a_i$  предметної галузі, який входить до множини  $I$ , та між його образом  $x_i$  існує взаємно-однозначна відповідність – ізоморфізм. Проте опис даного об'єкта (предмета, явища, процесу, ситуації тощо) мовою науки не може бути настільки повним, точним і правильним, щоб відповідати складності об'єкта. Дійсно, адекватність наукової моделі  $M$  означає, що "...вимоги повноти, точності та правильності моделі виконуються не взагалі, а лише в тій мірі, яка достатня для досягнення мети" [6, с. 432]. Звідси випливає, що поняття *ізоморфізм*, яке означає взаємно однозначну відповідність й еквівалентність моделі й об'єкта повинно поступитися місцем узагальнюючому поняттю *гомоморфізм*, що означає одно направлену відповідність, приблизне або модифіковане відображення в моделі оригіналу. Як результат, структура об'єкта ПГ і структура моделі не є ідентичні (тотожні). Ця обставина має принципове значення для моделювання об'єктів ПГ і, зокрема, процесів переходу від наукових  $\omega$  до навчальних знань  $\varpi$  (рис. 3). Вказане гомоморфне відображення формалізується за допомогою операторів  $f$  і  $\varphi$ , а також знаком імплікації так:

$$f: O \rightarrow \omega; \quad \varphi: \omega \rightarrow \varpi \quad (4)$$

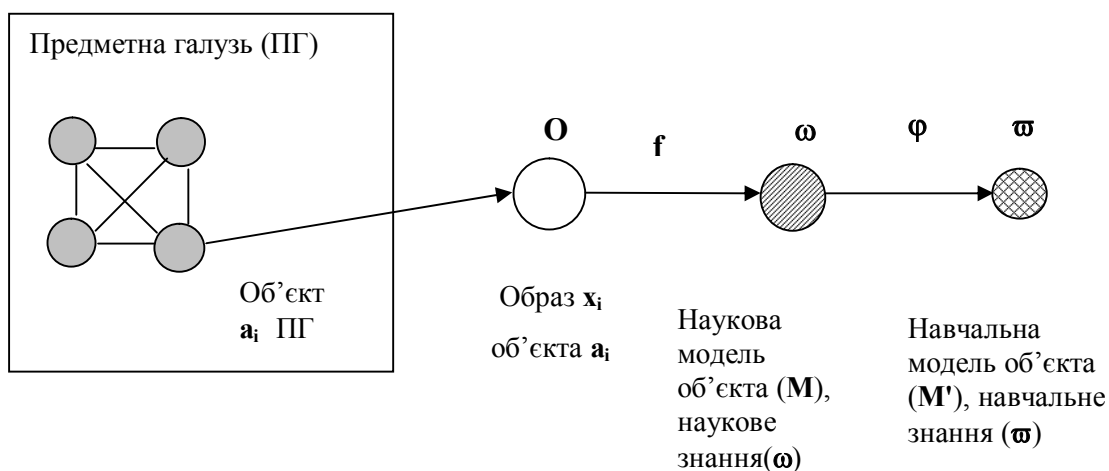


Рис. 3. Експлікація взаємодії матеріального об'єкта  $a_i$ , його ідеального образу  $x_i$  та моделей репрезентації об'єкта ( $\omega, \varpi$ ), де: модель  $M$  – наукове знання  $\omega$  про об'єкт ПГ, а модель  $M'$  – навчальне знання  $\varpi$  про об'єкт ПГ;  $M$  і  $M'$  пов'язані між собою гомоморфізмом відображення  $\varphi: M \rightarrow M'$ .

ПГ можна розглядати як джерело інформації, яке відображає внутрішню структуру взаємодіючих об'єктів. Вважаємо, що це джерело відображає власну прагматичну ( $Y_1$ ) і семантичну або логічну ( $Y_2$ ) структури, які входять у множину  $Y$ , тобто  $Y_1 \cup Y_2 = Y$ . Множину елементів внутрішньої структури джерела інформації позначимо, як  $A = \{a_i\}$ ,  $i \in I$ . Тоді число структур інформації, які отримуються від множини  $A$  об'єктів ПГ можна задати числом компонентів множини  $D$ , яка визначається об'єднанням множин:

$$D = (A \times Y) \cup (A \times A), \quad (5)$$

де перший декартів добуток можна наочно зобразити графом відношень від  $A$  до  $Y$  (біграфом), а другий – графом відношень в множині  $A$ , який визначає число зв'язків між об'єктами ПГ.

Процес навчання охорони праці у технічному вузі – це не тільки повідомлення студентам на лекції певних порцій науково-технічної та виробничої інформації, управління навчально-пізнавальною та навчально-практичною діяльністю студентів, консультативна допомога студентам, оцінювання їх навчальних досягнень, але й адаптація до когнітивних, мнемонічних й розумових здатностей і здібностей студентів. Гуманістичні підходи до навчання передбачають пріоритетність адаптаційної та організаційно-консультативної функцій викладача. Як наслідок, адаптаційну функцію необхідно враховувати та застосовувати на практиці не тільки в процесі навчання, а й в процесі проектування змісту навчання. Останньому сприяє модульна динамічна структура змісту навчання.

Нами на основі положень когнітивної психології, нейрофізіології та семантики обґрунтована доцільність побудови багаторівневих структур навчального матеріалу, репрезентованого різними кодами та певними моделями зображення навчальних знань, з метою формування тривких енгам у довготерміновій пам'яті студента. Експериментально підтверджено ефективність технології низхідного проектування (top-down) змісту фахової підготовки студентів з питань охорони праці, в результаті реалізації якої отримують *паралельні модульні структури навчального матеріалу* трьох рівнів складності та повноти, які реалізовані в тривірневих модульних елементах. Для кожного з рівнів складності змісту навчання (базовий, екстенсивний, інтенсивний), які адекватно відображають рівні компетентності (базовий, поглиблений, творчий), визначено домінуючий тип алгоритмів діяльності студентів і моделей зображення навчальних знань, поданих в декларативній і процедурній формах. Кожному з вказаних трьох рівнів притаманний обмежений контекст, викладений переважно дедуктивним методом, який включає тільки істотні на кожному рівні подробиці [5].

Перехід від 1-го рівня (*поверхові навчальні знання*) до 3-го (*глибинні знання*) передбачає послідовну розширену деталізацію й ускладнення понять та відношень між ними, що означає можливе збільшення кількості понять, відношень між ними, складності навчального матеріалу (перехід від вербально-ілюстративного пояснення до наочно-сислового, модельного, алгоритмізованого та формалізованого), а також зростання трудності та часу вивчення об'єктів ПГ.

Як результат, опанування нормативним змістом навчання з охорони праці здійснюється студентами соціально-економічних напрямів підготовки на 1-му рівні, студентами інформаційно-кібернетичних напрямів підготовки – на 2-му рівні, а студентами електроенергетичних і загально-технічних напрямів підготовки – на 3-му рівні.

**Висновки.** Підсумовуючи вище викладене, зазначимо, що реалізація ECTS вимагає проектування змісту навчання з охорони праці за допомогою сучасних методик, які реалізують модульні динамічні структури фахової підготовки студентів. Як показують експериментальні дослідження, проведені нами, використання паралельних модульних структур навчального матеріалу дозволяє забезпечити підвищення ефективності навчання та зростання рівнів особистих (персональних) знань і вмій студентів з охорони праці.

#### Список використаної літератури

1. Костюченко М.П. Дидактичне проектування в системі навчання охорони праці / М.П. Костюченко, В.Г.Здановський // Проблеми охорони праці в Україні: зб. наук. праць. – 2011. – Вип. 21. – С. 125 – 136.
2. Костюченко М. П. Дидактичне проектування цілей і змісту професійно-теоретичної та професійно-практичної підготовки (на прикладі професій електроенергетичного профілю): навч.-метод. посібник / М. П. Костюченко. – Донецьк: ДІПО ІПП, 2008. – 100 с.
3. Костюченко М.П. Основи охорони праці, охорона праці в галузі. Ч.1. Загальні питання та менеджмент охорони праці: навч.- метод. посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / М.П. Костюченко. – Донецьк: Вид-во ІППІ “Наука і освіта”, 2010. – 160 с.
4. Костюченко М.П. Принципы ситуационно-модульной технологии профессионального

обучения / М.П. Костюченко // Професійна освіта: теорія і практика. – 2000. – № 1–2 (11–12). – С. 48–54.

5. Костюченко М.П. Проектування паралельних структур навчальних знань з охорони праці методом ієрархічної декомпозиції / М.П. Костюченко // Зб. наук. праць інституту гірництва та геології ДонНТУ. – 2011. – № 2 (30). – С. 3 – 10.

6. Лямец В.И. Системный анализ: учеб. пособие [для студ. высш. учеб. завед.] / В.И. Лямец, А.Д. Тевяшев. – Харьков: ХНУРЕ, 2004. – 448 с.

7. Про організацію та вдосконалення навчання з питань охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту у вищих навчальних закладах України: Наказ Міністерства освіти і науки України, Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій, Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 21.10.2010 р., № 969/922/216.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2013

### **М. П. Костюченко. Нисходящее дидактическое проектирование динамических параллельных модульных структур учебного материала по охране труда**

*Анализується методика нисходящего дидактического проектирования динамических параллельных модульных структур содержания обучения по охране труда на уровне учебного материала. Получение интегрированного дидактического модуля в бумажном или в электронном виде позволяет рационально интегрировать и структурировать учебный материал, выделяя инвариантные и вариативные модульные элементы, мобильно пополнять содержание обучения новой релевантной информацией, удаляя быстро стареющую фактологическую информацию. Экспериментально подтверждена эффективность трехуровневых модульных элементов при обучении студентов по разным направлениям подготовки, которые отвечают социально-экономическим, информационно-кибернетическим и техническим отраслям знаний.*

**Ключевые слова:** дидактическое проектирование, предметная область, динамическая дидактическая структура, интегрированный дидактический модуль, научное знание, учебное знание, гомоморфизм, модульный элемент, параллельная модульная структура учебного материала.

### **M. Kostjuchenko. Descending Didactic Design of Dynamic Parallel Modular Constructions on Labour Protection Educational Material**

*The methods of descending didactic design of dynamic parallel modular constructions of educational material on labour protection are analyzed at the educational material level. The structures specified are obtained by the structural planning approach realization. Dynamic structure of higher professional education content is presented by the Integrated Didactic Module (IDM) which homomorphously represents the Subject Domain (SD) structure studied by the students.*

*Every IDM consists of a few modular units which design the subsystems of SD. Every modular unit by-turn is exposed to the partitioning on modular elements which content designs the SD theoretical objects (concepts, laws, theories etc.) and practical objects of SD (labour objects and tools, technological processes, in-process situations etc.). It is shown the IDM integrity is a well-organized aggregate of educational knowledge, rules and algorithms which homomorphously represent specific SD.*

*The methods specified allow to integrate and efficiently arrange educational material, sorting out invariant and variant modular elements, to get the parallel structures of educational knowledge of various complication levels (basic, extensive, intensive) which adequately represent the corresponding levels of competence (basic, deep, creative). Three-level modular elements efficiency is experimentally confirmed in labour protection students teaching in different educational ways which meet the socio-economic, data cybernetic and technical fields of knowledge.*

**Keywords:** didactic design, subject domain, dynamic didactic structure, integrated didactic module, scientific knowledge, educational knowledge, homomorphism, modular element, parallel modular construction of educational material.