

Т.Л. Мазурок

## **ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ**

*Анотація. Досліджено особливості інформаційної моделі, що складає основу інформаційного забезпечення системи автоматизованого управління адаптивним навчанням на основі врахування ступеня інтеграції між навчальними дисциплінами, як засобом індивідуалізації.*

*Ключові слова: інформаційна модель, інформаційне забезпечення, автоматизована система управління навчанням, коефіцієнт інтеграції, інтелектуальні засоби управління.*

### **Вступ**

Інформатизація суспільства разом з поглибленням глобалізації, зростанням конкуренції на ринку праці, оновленням затребуваних компетенцій фахівців, зростанням обсягів та темпів оновлення професійних знань обумовлюють необхідність створення умов для реформування освіти. Вказані проблеми знаходять своє вирішення в створенні умов для академічної мобільності, впровадженні новітніх організаційних форм та методів навчання, підвищенні адаптивних властивостей електронних засобів підтримки навчання.

Втім, основні переваги впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в освітній процес, різних форм електронного навчання можуть привести до створення власне адаптивних систем управління навчанням, що дозволять повною мірою індивідуалізувати процес навчання, тільки за умов автоматизації саме системи управління освітнім процесом, що має бути системо-утворюючим елементом наскрізної освітньої системи. Саме, автоматизація функцій управління освітнім процесом, є визначальним джерелом підвищення ефективності навчання та надання йому адаптивних властивостей.

### **Постановка проблеми**

Необхідною складовою системи управління складним об'єктом є інформація, що характеризує об'єкт управління. Тому ефективність функціонування автоматизованої системи управління освітнім проце-

сом (АСУ-ОП) значною мірою визначається наявністю адекватного інформаційного забезпечення (ІЗ).

Реалізація структурно-функціональної схеми АСУ-ОП на інформаційному рівні пов'язана зі забезпеченням перетворень, більшість з яких є інтелектуальними. Це обумовлює протиріччя між потребою у спеціалізованій інформаційній підтримці процесу АСУ-ОП, що спрямована на підготовку, використання, передачу різномірних даних і знань щодо управління навчанням, та відсутністю методології створення таких компонент.

### **Аналіз останніх досліджень**

Вдосконалення засобів управління в автоматизованих системах навчання пов'язано з розробкою теоретичних основ впровадження сучасних ІТ в управління навчанням, як цілеспрямованим процесом. Значний вклад у вирішення проблеми пошуку більш прогресивних методів аналізу та проектування освітніх середовищ внесли дослідження Згуровського М.З., Гриценка В.І., Манако А.Ф., Атанова Г.О., Тимченка А.А. та їх численних учнів. Втім, практика створення засобів комп'ютерної підтримки різних форм навчання свідчить про те, що найбільш поширеним підходом до створення таких засобів є суто інформаційний підхід, що пов'язаний зі створенням умов для формування та доставки навчального контенту. Результатом розвитку такого підходу є створення спеціалізованих систем (Learning Content Management System, LCMS) [1]. Втім, зосередженість на інформаційно-технологічних задачах не дозволяє реалізувати замкнений, спрямований, автоматизований варіант управління. Це стримує повноцінне впровадження індивідуалізованого адаптивного навчання, актуальність якого є дидактично обумовленою, особливо в умовах поширення різних форм електронного навчання [2].

Аналіз розвитку систем автоматизованого навчання показав, що подальше зростання адаптивних властивостей навчаючого впливу визначається ступенем розвитку системи управління на основі впровадження кібернетичного підходу (Тализіна Н.Ф., Вінер Н., Растригін Л.О., Верлань А.Ф., Шаронова Н.В., Тодорцев Ю.К. та ін.) та подальшого його розвитку у вигляді синергетичної моделі (Князева О.М., Колесніков О.О., Курдюмов С.П., Пугачьова О.Г., Чалий А.В., Гайдес М.А., Шабров О.Ф.). Реалізація синергетичної моделі управління системою адаптивного навчання визначається особливо-

стями педагогічної системи, як складної організаційно-технічної системи, управління якою містить поряд із формалізованими та слабо структурованими задачами в умовах неповної інформації, ще й клас задач змішаного типу, які використовують як аналітичні, так і евристичні моделі.

Тому актуальною і невирішеною є проблема розробки інформаційного забезпечення системи автоматизованого управління навчанням. Для вирішення цієї проблеми необхідно проаналізувати особливості функціонування АСУ-ОП на інформаційному рівні, визначити основні складові елементи її інформаційного забезпечення (ІЗ), методи їх формування, скласти інформаційну модель управління системою адаптивного навчання.

### **Ціль статті**

Ціллю даного дослідження є аналіз особливостей функціонування АСУ-ОП на інформаційному рівні, визначення основних елементів ІЗ, методів їх формування, розробка інформаційної моделі підтримки системи адаптивного навчання.

### **Особливості інформаційного забезпечення АСУ-ОП**

З відомих трактувань ІЗ до тематики, що розглядається, найбільш підходящою є пропозиція розглядати ІЗ в якості функції управління, діяльності, що організується в рамках управління, яка спрямована на проектування, функціонування та вдосконалення інформаційних систем, що забезпечують ефективне виконання задач управління [3]. У зв'язку з відсутністю однозначного визначення поняття інформаційного забезпечення, під інформаційним забезпеченням системи управління навчанням (ІЗ АСУ-ОП) розуміємо систему програмно-технічних засобів підтримки інформаційних процесів, що є необхідними для функціонування АСУ-ОП.

Розглянемо основні інформаційні процеси та їх характеристики (особливості), які необхідні для функціонування АСУ-ОП. Серед інформаційних процесів можна виділити внутрішні, зовнішні. До зовнішніх відносяться крім зв'язків із АСУ-ОП, зв'язки з користувачем, із зовнішнім середовищем. До внутрішніх інформаційних процесів відносяться процеси обробки даних перед передачею до АСУ-ОП (обробка даних – логічне виведення або обчислення, пошук, передача). Можна визначити деякі важливі особливості зовнішньої первинної (вхідної) інформації: різномірність джерел інформації,

засобів її надання; неповнота, нечіткість, неметризуємість, погана вербалізація деяких даних; розмите поняття предметної галузі. Внутрішні інформаційні процеси значною мірою пов'язані з забезпеченням інформацією інтелектуальних перетворювачів АСУ-ОП, що потребує організації баз знань.

Відкритість АСУ-ОП, синергетичний принцип її функціонування визначають необхідність підтримки інформаційної взаємодії з зовнішнім середовищем, як джерела отримання додаткової інформації для встановлення інформаційної рівноваги.

Аналіз визначених особливостей дозволяє сформулювати основні невирішені задачі в межах проблеми розробки ІЗ АСУ-ОП:

а) розробка інформаційної моделі процесу управління навчанням;

б) створення інформаційної моделі навчального об'єкту, що відображає контент електронного навчального матеріалу та процедуру агрегування міжпредметних навчальних об'єктів;

в) розробка моделі формування знань для системи управління навчанням;

г) дослідження доцільних методів здобуття та структуризації знань предметної області на основі експертного оцінювання;

д) розробка моделі інформаційного супроводження експертного опитування;

е) розвинення еволюційного підходу до використання накопичених статистичних даних в формуванні нечітких БЗ для АСУ-ОП.

Визначальною задачею, що обумовлює успішність наступних, є саме розробка інформаційної моделі системи адаптивного управління навчанням.

### **Розробка інформаційної моделі АСУ-ОП**

Метою створення інформаційної моделі АСУ-ОП є визначення основних інформаційних об'єктів та інформаційних процесів, що забезпечують АСУ-ОП необхідною інформацією, їх структури, взаємозв'язків. Основними складовими елементами інформаційної моделі (ІМ) АСУ-ОП є наступні: ІМ системи компетенцій; ІМ навчальної дисципліни; ІМ навчального елемента; ІМ міжпредметних зв'язків; ІМ особи, що навчається; ІМ стратегії навчання. Розглянемо структуру цих елементів.

Інформаційна модель системи компетенцій (СКМП) складається з наступних елементів:

$$SKMP = \langle \{VF\}, \{ZD\}, \{SH_{ZD}\}, \{ZM_U\}, \{SH_U\} \rangle, \quad (1)$$

де  $VF$  - назва виробничої функції;

$ZD$  - назва типової задачі діяльності;

$SH_{ZD}$  - шифр типової задачі діяльності, який має наступну структуру:

$$SH_{ZD} = \langle \{V_{ZD}, K_{ZD}, NZ_{VF}\} \rangle, \quad (2)$$

де  $V_{ZD}$  - вид типової задачі діяльності;

$K_{ZD}$  - клас типової задачі діяльності;

$NZ_{VF}$  - номер задачі, наскрізний для даної виробничої функції;

$ZM_U$  - зміст уміння;

$SH_U$  - шифр уміння, який має наступну структуру:

$$SH_U = \langle \{SH_{ZD}, V_U, R_U, N_U\} \rangle, \quad (3)$$

де  $V_U$  - вид уміння;

$R_U$  - рівень сформованості уміння;

$N_U$  - номер уміння, наскрізний для даної виробничої функції.

Зазначимо, що  $SKMP$ , в свою чергу, належить до інформаційної моделі так званої професіограми  $PG$ , що визначає відповідність кваліфікацій професії, має наступну структуру:

$$PG = \langle \{Ps\}, \{GE\}, R_{ok}, NP \rangle, \quad (4)$$

де  $\{Ps\}$  - перелік професійних робіт, які фахівець буде здатний виконувати;

$\{GE\}$  - галузі та підгалузі економіки, до роботи в яких фахівець буде підготовлений;

$R_{ok}$  - освітньо-кваліфікаційний рівень;

$NP$  - спеціальність підготовки.

Схематичне представлення інформаційної моделі професіограми представлено на рис.1. Модель компетенції визначається виробничими функціями  $VF$  (1) на основі регламентованих даних, складається з наступних елементів:

$$VF = \langle \{ZD\}, \{SH_{ZD}\} \rangle. \quad (5)$$

Тоді на основі моделі (2) можна визначити інформацію щодо множини вмінь – їх змісту та шифру. Це є входною інформацією моделі навчальної дисципліни.

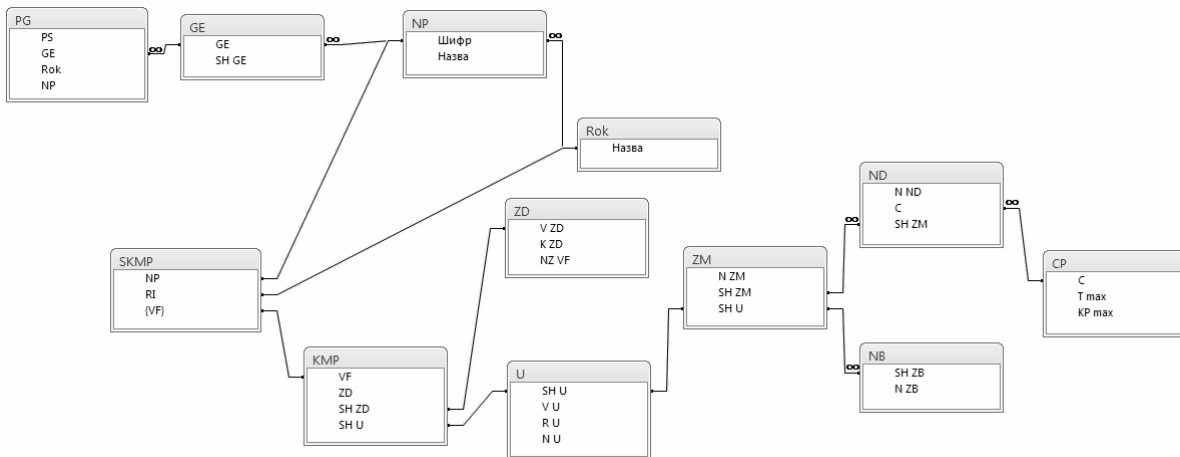


Рисунок 1 - Інформаційна модель професіограми

Модель навчальної дисципліни (НД) визначається переліком необхідних вмінь фахівця та їх шифрами. Модель НД є проміжною між інформацією щодо компетенцій та навчальними елементами. Модель складається з наступних елементів:

$$ND = \langle N_{ND}, C, \{SH_{ZM}\}, T_{\min}, KR_{\min} \rangle, \quad (6)$$

де  $N_{ND}$  - назва навчальної дисципліни (НД);

$C$  - цикл підготовки;

$\{SH_{ZB}\}$  - шифр блоків змістовних модулів, що входять до навчальної дисципліни;

$T_{\min}$  - мінімальна кількість навчальних годин вивчення дисципліни;

$KR_{\min}$  - мінімальна кількість кредитів для вивчення дисципліни.

За шифрами блоків змістовних модулів  $SH_{ZM}$  можна визначити назви змістовних модулів та їх шифри. Для цього необхідна наявність проміжної моделі – моделі блоків змістовних модулів  $ZB$ :

$$ZB = \langle SH_{ZB}, N_{ZB}, \{SH_{ZM}\}, \{N_{ZM}\} \rangle, \quad (7)$$

де  $N_{ZB}$  - назва блоку змістовних модулів;

$\{SH_{ZM}\}$  - шифр змістовних модулів, що входять до даного блоку;

$\{N_{ZM}\}$  - назва змістовних модулів.

Сформовані моделі дозволяють отримати на основі інформації від зовнішнього середовища щодо професійних вмінь осіб, що навча-

ються, переліки змістовних модулів, навчальних дисциплін, які за нормативними документами гарантують оволодіння системою компетенцій, що відповідає певній спеціальності, освітньо-кваліфікаційному рівню. Назви навчальних дисциплін, змістовних модулів передаються у АСУ-ОП через ІЗ, функція якого в даному випадку полягає у функціонуванні БД.

Однією з важливих особливостей послідовності НД, які вивчаються за певною спеціальністю, є їх логічний зв'язок, який фіксується в навчальних програмах. Визначення таких зв'язків спирається на інтуїцію викладачів та їх узагальнені уяви про НД навчального плану. Це обумовлено обмеженими можливостями пам'яті людини. Оскільки для АСУ-ОП важливою є інформація не тільки стосовно переліку НД, а і послідовності їх вивчення, то розглянемо структурно-логічну схему формування СКМП або підготовки фахівця. Структурно-логічна схема має вигляд нечіткого орієнтованого графу, вершини якого – назви НД, а дуги – нечіткі відношення  $\tilde{R}$ . Якщо позначити множину НД через  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , де  $n$  – множина НД, то  $\mu_{\tilde{R}}(x_1, x_2, \dots, x_n)$  показує рівень виконання відношення  $\tilde{R}$  між елементами  $x_i \in X$ ,  $i = \overline{1, n}$  [4].

Між НД можуть бути два види відношень – передування та подібності (схожості). Відношення схожості застосовуються в тих випадках, коли НД можуть вивчатись в одному семестрі і це не здійснить суттєвого впливу на якість вивчення наступних дисциплін.

Нечітке відношення схожості є аналогом звичайного відношення толерантності. Нечіткі відношення схожості задаються за допомогою матриць схожості, які можуть бути отримані в наслідок опитування експертів, які для кожної пари НД вказують ступінь схожості в деякій шкалі порівнянь. Антисиметричне, транзитивне нечітке відношення називають відношенням впорядкування або порядку. Порядки, для яких виконується властивість антирефлексивності є строгими порядками. Нечіткі відношення порядку можуть бути отримані за допомогою шкали порівнянь, якою експерти вимірюють впевненість передування. Аналітично модель структурно-логічної схеми надається сукупністю пар НД і множиною нечітких відношень між ними. Тоді узагальнено процес підготовки фахівця може бути надано в наступному вигляді:

$$SLS = \langle DOM X_i, \|\mu_{Rn}\|, \|\mu_{Kc}\|, T_{mini} \rangle, i = \overline{1, n}, \quad (8)$$

де  $DOM X_i$  - домен, що визначає множину можливих пар НД;

$\mu_{Rn}$  - матриця нечіткого відношення передування НД;

$\mu_{Kc}$  - матриця нечіткого відношення схожості НД.

Подальше перетворення матриць нечітких відношень виконується на основі об'єднання:

$$\mu_R = \mu_{Rn}(x, x) \vee \mu_{Kc}(x, x) = \max\{\mu_{Rn}(x, x), \mu_{Kc}(x, x)\}. \quad (9)$$

Тоді структурно-логічна схема (8) може бути визначена як:

$$SLS = \langle DOM X_i, \|\mu_R\|, T_{mini} \rangle, i = \overline{1, n} \quad (10)$$

Отримана схема в процесі навчання має бути відображеною в свідомості фахівця. Цей процес може бути визначений гомоморфним відношенням  $\psi : (X, R) \rightarrow M$ , де  $M$  - образ, що буде сформованим в свідомості фахівця [5]. В ідеальному випадку  $(X, R) \equiv M$ . На рис.2 графічно проілюстровано гомоморфність відношень між елементами  $SLS$  та відповідними елементами  $M$ . Але для використання структурно-логічної схеми підготовки фахівця в якості основи для формування траєкторій навчання ще необхідно врахувати інформацію щодо міжпредметних зв'язків між НД, які є відображенням інтеграційних процесів в сучасній науці та практиці, та їх впливів на формування компетенцій.

### Інформаційна модель системи міжпредметних зв'язків

Основою цієї моделі є опис взаємозв'язків між навчальними елементами (НЕ), оскільки саме на цьому рівні ієрархії НД (рис.2) здійснюється конкретизація у вигляді відповідних навчаючих дій. Тому спочатку узагальнимо відомості щодо НЕ, сформуємо модель цього об'єкту, як складової частини стратегії навчання.

На основі узагальнення використання НЕ, як об'єкту діагностично заданої мети навчання, об'єкту внутрішніх взаємозв'язків, об'єкту МПЗ та необхідності встановлення відповідності до блоку змістовного модуля (6), визначимо структуру НЕ, як інформаційного об'єкту, наступним чином:

$$NE = \langle N_{NE}, SH_{NE}, \{C_{NE}\}, \{SH_{NB}\} \rangle, \quad (11)$$

де  $N_{NE}$  - назва НЕ;

$SH_{NE}$  - шифр НЕ;



$\{C_{NE}\}$  - вектор цілі для НЕ [6];

$SH_{NB}$  - шифр НБ, до якого входить даний НЕ.

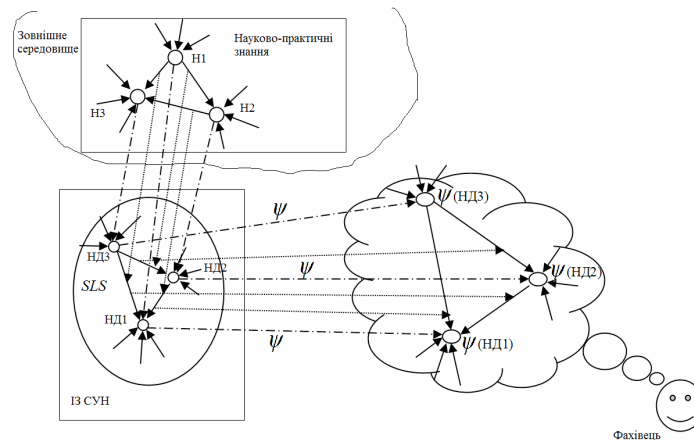


Рисунок 2 - Схема гомоморфних відношень у свідомості фахівця

Зауважимо, що в даний моделі ми не враховуємо наявність декількох вкладених структурних одиниць навчального матеріалу. Тому за моделлю (11) вважаємо, що НЕ підпорядковані безпосередньо змістовним модулям. На практиці між рівнем НЕ і змістовного модуля можуть використовуватись один або декілька проміжних структур, але це суттєво не змінює інформаційну модель. Якщо потрібно додати декілька рівнів, то в інформаційному аспекті це пов'язано з додаванням таблиць однакової структури. Таким чином, в загальному вигляді можна визначити структуру типового навчального блоку (НБ), який може за суттю відповідати темі, розділу, модулю та ін.. Інформаційна модель такого НБ, з врахуванням взаємозв'язків має наступний вигляд:

$$NB_i = \langle N_{NB_i}, SH_{NB_i}, SH_{NB_j}, \{k_{int}\}, \|\mu_{R_{LE}}\|, \{\|\mu_{R1R2}\|\}, \{C_{NB_i}\} \rangle, i = \overline{1, n}, \quad (12)$$

де  $N_{NB_i}$  - назва навчального блоку;

$SH_{NB_i}$  - шифр НБ;

$SH_{NB_j}$  - шифри блоків, до яких входить даний блок, як підлеглий;

$\{k_{int}\}$  - коефіцієнт інтеграції структурних одиниць нижчого рівня ієрархії, що визначається на основі використання нейромережі [7];

$\|\mu_{R_{LE}}\|$  - матриця нечітких відношень між структурними одиницями нижчого рівня ієрархії;

$\{\|\mu_{R1R2}\|\}$  - матриці нечітких бінарних відношень між структурними одиницями, що належать до різних НД (міжпредметних);

$\{C_{NBi}\}$  - вектор цілі навчального блоку.

Інформаційна модель НБ дозволяє уніфіковано виділити об'єкт – НБ, за допомогою якого можливе подальше описування всіх структурних одиниць, крім НЕ, НД. На основі узагальнень дещо змінимо модель НД (6) з метою відображення МПЗ. Для цього достатньо додати вектор коефіцієнтів інтегрування:

$$ND = \langle N_{ND}, C, \{SH_{ZM}\}, T_{\min}, KR_{\min}, \{k_{int}\} \rangle. \quad (13)$$

Таким чином, за рахунок визначення коефіцієнтів інтегрування на кожному рівні здійснюється інформаційний зв'язок, який утворює модель міжпредметних зв'язків без виділення окремого інформаційного об'єкту. Тобто модель міжпредметних зв'язків є розподіленою.

Обчислення коефіцієнтів інтеграції здійснюється за одним з двох схем в залежності від особливостей процесу планування навчання.

Висхідна схема обчислення складається з наступних кроків:

Крок 1. Впорядкувати НЕ в межах одного НБ дисципліни НД1. Теж саме виконати для дисципліни НД2. Впорядковування здійснюється за матрицями суміжності.

Крок 2. Підготувати для заповнення експертам – викладачам форми, в яких стовбці і строки відповідають кількості НЕ відповідних блоків з різних НД.

Крок 3. Заповнити комірки таблиці ступенями впевненості експерту в наявності зв'язку між НЕ відповідних НД.

Крок 4. Обчислити за допомогою нейромережі  $k_{int}$ .

Крок 5. Повторити кроки 1-4 для всіх пар НБ даного рівня.

Крок 6. Повторити крок 5 для кожного рівня ієрархії до тих пір, поки поточним рівнем не опиниться рівень НД.

Крок 7. Стоп.

Висхідну схему доцільно використовувати при постановці нових НД, формуванні робочих програм та навчальних планів для перевірки після 7 кроку розбіжність між отриманими і заданими ступенями інтеграції між НД. При індивідуалізованому навчанні ви-

конання цієї схеми дозволяє при деяких відхиленнях перевіряти можливість досягнення потрібних ступенів перекриття між НД.

Спадна схема обчислення коефіцієнту інтегрування наступна:

Крок 1. На основі визначених бажаних інтеграцій між НД, вектор яких визначає досяжність потрібної СКМП, сформувати таблицю вхідних даних.

Крок 2. Застосувати метод [8] на основі використання мережі Хопфілда.

Крок 3. Отримати ваги, сутність яких полягає в значеннях сили зв'язків між навчальними блоками нижчого рівня.

Крок 4. Занести значення, що отримані у відповідні матриці МПЗ.

Крок 5. Виконати заміну знайдених ваг за наступним правилом:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } w_{ij} \geq \vartheta, \\ 0, & \text{в іншому випадку,} \end{cases} \quad (14)$$

де  $w_{ij} \in W$  - матриця ваг,  $\vartheta$  - поріг встановлення доцільності зв'язку на розсуд експерта.

Крок 6. Повторити кроки 1-5 для наступних рівнів до тих пір, поки поточним рівнем не опиниться рівень НЕ.

Крок 7. Стоп.

Спадну схему доцільно використовувати для отримання інформації при складанні робочих програм, реалізації МПЗ при компетентністному навчанні, якщо експертами визначені ступені інтеграції між НД. Отримані результати щодо кількості НЕ з різних НД в одному НБ є орієнтиром для викладача при поточному плануванні. При здійсненні індивідуалізованого навчання, де ступінь інтеграції між НД визначається гнучко, на основі потреб конкретної особи, ця схема забезпечує перетворення вхідної інформації в інформацію, що є необхідною в синергетичній моделі.

#### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

Отже, розроблено інформаційну модель МПЗ, яка є розподіленою між уніфікованими ІМ НБ, ІМ НЕ, ІМ НД. Функціонування цієї моделі здійснюється за допомогою двох схем обчислення – висхідної та спадної. Зазначено доцільність застосування кожної з них. Отримана інформаційна модель дозволяє управляти

процесом індивідуалізації навчання на основі інтеграційних характеристик.

Інформаційна модель, що отримана, становить основу розробки цілісного інформаційного забезпечення, що є невідомою складовою автоматизованої системи управління системою адаптивного навчання. Особливістю запропонованої моделі є врахування впливу системи міжпредметних зв'язків на систему компетенцій, що формується. Індивідуалізація навчання забезпечується можливістю управління ступенем інтеграції між навчальними дисциплінами.

До перспективних напрямів подальших досліджень проблеми автоматизації управління навчанням є включення до ІЗ АСУ-ОП спеціалізованих процедур визначення параметрів вектору інтелекту, вектору стану особи, що навчається, з врахуванням особливостей синергетичної моделі управління навчанням.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Томашевський В. М. Огляд сучасного стану систем дистанційного навчання / В. М. Томашевський, Ю. Л. Новіков, П. А. Камінська // Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили. Сер.: Комп'ютерні технології. – 2011. – Вип. 148. – С. 146-157.

2. Єремеева В.М. Індивідуалізація як перспективний спосіб створення технологічних систем професійно-педагогічної підготовки майбутнього вчителя// Професійна педагогічна освіта: системні дослідження: монографія/ за ред. О. А. Дубасенюк. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2015. – С. 210-230.

3. Мельников В.П. Информационное обеспечение систем управления / В.П. Мельников. – М.: Академия, 2010. – 336 с.

4. Медведев В.С. Нейронные сети. Matlab6 / В.С. Медведев, В.Г. Потёмкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.

5. Белова Л.А. Логико-математические основы управления учебными процессами высших учебных заведений: Монография. / Л.А. Белова, К.А. Метешкин, О.В. Уваров. – Харьков: Восточно-региональный центр гуманитарно-образовательных инициатив, 2001. – 272 с.

6. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). – М.: МПСИ, 2002. – 352 с.

7. Мазурок Т.Л. Интеллектуальное управление процессом усвоения межпредметных знаний / Т.Л. Мазурок // Управляющие системы и машины. – 2010. - №2. – С. 22-29.

8. Мазурок Т.Л. Нейромережева реалізація інтелектуальної підтримки прийняття рішень в автоматизованому управлінні навчанням / Т.Л. Мазурок, Ю.К. Тодорцев // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2011. - №3. – С.88-101.