

УДК 004:681.5

І.С. Ясенова

Національний авіаційний університет, Київ

## МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗМІСТОВНО-ЛОГІЧНОЇ ВЗАЄМОЗАЛЕЖНОСТІ МОДУЛІВ ДИСЦИПЛІН В СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНИХ СХЕМАХ ПІДГОТОВКИ

В статті піднімається питання необхідності розробки підходу до формування плану навчання студентів в рамках нормативних обмежень з урахуванням логічної послідовності дисциплін. Представлено метод визначення величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін в структурно-логічних схемах підготовки, що дозволяє розрахувати інформаційну взаємозалежність модулів – вплив одного модуля на інший – таким чином, щоб зв'язки між ними були встановлені обґрунтовано. Приведені етапи методу визначення величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін в структурно-логічних схемах підготовки. Представлені формули, за якими здійснюється розрахунок, та форми анкет, які необхідно заповнити експертам.

**Ключові слова:** управління навчальним процесом, структурно-логічна схема.

### Вступ

На сучасному етапі науково-технічного прогресу значна увага приділяється інтелектуалізації процесів навчання – створюються нові інформаційні технології для автоматизованих систем управління навчальним процесом, які відкривають широкі можливості безперервного навчання, виводячи освітні технології на якісно новий рівень розвитку.

Автоматизація управління навчальним процесом обумовлена необхідністю забезпечення індивідуалізації навчання, особливо у вищих навчальних закладах та центрах післядипломної освіти. Це пов'язано зі зменшенням обсягу аудиторних занять та збільшенням часу для самостійної роботи студентів. Тому удосконалення методів та моделей освітніх інформаційних технологій повинно сприяти удосконаленню навчального процесу та якісній підготовці спеціалістів. Головна мета створення освітніх інформаційних технологій направлена на підвищення ефективності набуття знань, формування пізнавальної активності у студента та розвиток його творчої особистості. На теперішній час накопичено певний досвід створення та дослідження інформаційних технологій управління навчальним навантаженням студента. Проте ще не в достатній мірі обґрунтовані методи та моделі управління навчальним навантаженням студентів у вищому навчальному закладі.

**Метою даної статті** є висвітлення методу визначення величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін у структурно-логічних схемах підготовки, який дозволяє на підставі висновків експертів обґрунтовано встановлювати зв'язки між модулями.

Практичне значення методу визначення величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін у структурно-логічних схемах підготовки полягає у тому, що його реалізація в рамках інформаційних технологій навчального процесу і автоматизованих навчаючих систем дозволить створити новий клас автоматизованих систем планування на-

вчання студента, котрі суттєво підвищать ефективність планування навчального процесу.

### Основний матеріал

**Задача планування навчання студента.** Задача планування навчання студента полягає у розміщенні навчальних модулів в часі (по семестрах або чвертях) з урахуванням логіки викладання дисциплін та визначеного нормативним обмеженнями навчального навантаження.

Часто множина зв'язків у структурно-логічній схемі не дозволяє сформувати навчальний план таким чином, щоб навантаження студента було рівномірним. Це важливо тому, що в умовах переходу до кредитно-модульної системи збільшується доля самостійного навантаження студента, яку необхідно враховувати. Навантаження студента має бути рівномірним протягом всього терміну його навчання. Задача планування навчання студента полягає в тому, щоб розробити план навчання студентів в рамках нормативних обмежень, як по термінам навчального плану, так і по навантаженню [1]. Навантаження студента не повинне перевищувати допустимі норми і бути рівномірним. Також важливо врахувати і логічну послідовність дисциплін. Тому необхідно розробити метод, який дозволить розрахувати інформаційну взаємозалежність модулів [2, 3] – вплив одного модуля на інший – таким чином, щоб зв'язки між ними були встановлені обґрунтовано.

**Особливості методу визначення величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін в структурно-логічних схемах підготовки.** Метод визначення величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін в структурно-логічних схемах підготовки дозволить визначати найбільш суттєві, з точки зору експертів у визначеній сфері знань, зв'язки між модулями, що відображають логічну взаємозалежність модулів дисципліни, а також визначати числові залежності між об'єктами/рішеннями по організації навчального процесу [4].

Традиційні підходи до моделювання інформаційної взаємодії в прикладних областях, які базуються на

визначенні умовних ймовірностей залежності об'єктів взаємодії не підходять до вирішення поставленої задачі, бо в реальних умовах навчального процесу дуже складно накопичити достатні статистики цих залежностей. Тому пропонується адаптувати ці методи до умов, коли рішення по залежностям між результатами формування навчальних планів, об'єктами і рішеннями по удосконаленню навчального процесу базувались на експертних оцінках. Даний метод ґрунтується на використанні математичної моделі інформаційної взаємодії в прикладних областях діяльності людини для визначення числових значень залежностей між вхідними і вихідними інформаційними об'єктами.

Введемо поняття які використовуються для описання методу.

В роботі вхідними та вихідними інформаційними об'єктами було прийнято:

- для визначення змістовно-логічної взаємозалежності, що проявляється в наявності або відсутності зв'язку: вхідний об'єкт ( $a_j^{\text{вхід}}$ ) – модуль-попередник, вихідний об'єкт ( $a_i^{\text{вихід}}$ ) – модуль-послідовник;
- для визначення додаткових дій над модулями: вхідний об'єкт ( $a_j^{\text{вхід}}$ ) – модуль, вихідний об'єкт ( $a_i^{\text{вихід}}$ ) – дія над об'єктом (змістити в часі вперед, змістити в часі назад, залишити без змін).

Модуль-нащадок – це модуль, навчальний матеріал якого базується на навчальному матеріалі іншого модуля. Модуль-предок – це модуль, навчальний матеріал якого використовується в інших модулях.

Послідовне розміщення модулів – це розміщення в часі модуля-нащадка після завершення всіх модулів-предків.

Паралельне розміщення модулів – це розміщення, за якого час початку вивчення модуля-нащадка і модуля-предка однаковий.

**Етапи методу визначення величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін в структурно-логічних схемах підготовки.** Метод визначення величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін в структурно-логічних схемах підготовки фахівця складається з двох етапів.

Перший етап полягає в тому, щоб отримати з анкет інформацію від експертів. Експертами виступає колектив викладачів, які викладають дисципліни. Вони висловлюють свою думку відносно того, чи варто робити зв'язок між модулями. По сукупності цих даних визначається ймовірність існування зв'язку між модулями. Наступним кроком є визначення ймовірності існування впливу сукупності модулів на поточний модуль. Після цього визначається кількість інформації, з яким модулі-предки впливають на поточний модуль. Враховуючи максимальні зв'язки формується логічно структурована послідовність модулів дисциплін.

Сформована послідовність модулів передається для оцінки експертам. Згідно другого етапу методу визначення величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін в структурно-логічних схемах підготовки розраховується вплив дій, які, на думку експертів, необхідно здійснити над модулями – лиши-

ти модуль для викладання в семестрі (чверті), визначеному під час розрахунку, або перемістити на часову одиницю (семестр, чверть) вперед або назад.

Метод визначення величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін в структурно-логічних схемах підготовки містить наступні кроки.

**Етап 1.** Визначення величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін на основі думок експертів, що дозволяє обґрунтовано встановлювати зв'язки між модулями.

Крок 1. Кожен з викладачів дисципліни заповнює анкету для визначення наявності або відсутності зв'язку між модулями дисциплін:

- викладач ставить 1 на перетині стовпця та рядку таблиці, якщо вважає, що модуль, назва якого записана в стовпчику таблиці, базується на навчальному матеріалі модуля, назва якого записана в рядку таблиці;
- викладач ставить 0 в протилежному випадку.

Крок 2. Приймається, що модуль-предок є вхідним інформаційним об'єктом, а модуль-нащадок вихідним інформаційним об'єктом.

Крок 3. Для кожної пари модуль-нащадок – модуль-предок, визначеної думкою викладача, розраховується ймовірність існування зв'язку ( $p(a_i^{\text{вихід}}/a_j^{\text{вхід}})$ ). Компетентність всіх викладачів вважається однаковою. Ймовірність існування зв'язку визначає вплив модуля-предка на модуль-нащадок.

Крок 4. Якщо модуль-нащадок має кількох модулів-предків, то розраховується ймовірність їх спільного впливу ( $p(a_i^{\text{вихід}})$ ) як сума відхилень значень ( $p(a_i^{\text{вихід}}/a_j^{\text{вхід}})$ ) від деякої «середньої думки» експертів. Відхилення  $p(a_i^{\text{вихід}}/a_j^{\text{вхід}})$  від  $p(a_i^{\text{вихід}})$  свідчить про існування інформаційного впливу модулів-предків на модуль-нащадок.

Крок 5. Розраховується кількість інформації, яка характеризує інформаційний вплив модуля-предка на модуль-нащадок.

Крок 6. Між модулями структурно-логічної схеми встановлюються зв'язки, за яких інформаційний вплив модуля-предка на модуль-нащадок є максимальним.

Крок 7. Розраховується сумарний інформаційний вплив модулів-предків на модуль-нащадок. Сумарний інформаційний вплив модулів-предків на модуль-нащадок служить пріоритетом модуля при застосуванні методу розрахунку структурно-логічної схеми.

Крок 8. Після розрахунку структурно-логічної схеми з метою визначення раціональних часових інтервалів для розміщення модулів дисципліни викладачам вдруге пропонують заповнити анкету.

**Етап 2.** Експерти приймають рішення щодо остаточного варіанту структурно-логічної схеми, визначивши необхідність здійснення додаткових дій над модулями: зміщення модуля дисципліни на чверть/семестр вперед, назад, або залишити його на місці, визначеному в ході розрахунку.

Крок 1. Кожен з викладачів дисципліни заповнює анкету для визначення наявності або відсутності зв'язку між модулями дисциплін та діями над ними.

- викладач ставить 1 на перетині стовпця та рядку таблиці, якщо вважає, що над модулем, назва якого записана в стовпчику таблиці, необхідно виконати дію, назва якої записана в рядку таблиці;
- викладач ставить 0 в протилежному випадку.

Крок 2. Приймається, що модуль є вихідним інформаційним об'єктом, а дія над модулем - вхідним інформаційним об'єктом.

Крок 3. Для кожної пари модуль – дія над модулем, розраховується ймовірність існування зв'язку ( $p(a_i^{вихід}/a_j^{вхід})$ ).

Крок 4. Якщо за думкою викладачів над модулем необхідно виконати кілька типів дій, то розраховується ймовірність їх спільного інформаційного впливу ( $p(a_i^{вихід})$ ) на модуль як сума відхилень значень ( $p(a_i^{вихід}/a_j^{вхід})$ ) від деякої «середньої думки» експертів.

Крок 5. Розраховується кількість інформації, яка характеризує інформаційний вплив дії, що необхідно виконати над модулем, на цей модуль.

Крок 6. Над модулем структурно-логічної схеми виконується та дія, яка має більший інформаційний вплив за даними всіх експертів.

**Розрахунок величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін в структурно-логічних схемах підготовки.** Для застосування методу розроблено форми анкет експертизи. В анкеті, що показана в табл. 1, експертами оцінюється залежність вхідного об'єкту модуля-попередника ( $a_j^{вхід}$ ) від вихідного об'єкту модуля-послідовника ( $a_i^{вихід}$ ). Таким чином експерти визначають величину змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін в структурно-логічних схемах підготовки.

Таблиця 1

Форма анкети для визначення наявності або відсутності зв'язку між модулями дисциплін

Експерт	Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3	.....	Модуль z
Модуль 1	-	1/0	1/0	.....	1/0
Модуль 2	1/0	-	1/0	.....	1/0
Модуль 3	1/0	1/0	-	.....	1/0
.....	.....	.....	.....	-	.....
Модуль z	1/0	1/0	1/0	.....	-

Після розрахунку структурно-логічної схеми експертам вдруге пропонують заповнити анкету (табл. 2).

Таблиця 2

Форма анкети для визначення додаткових дій над модулями

Експерт	Дії над модулями		
	Змістити в часі вперед	Змістити в часі назад	Залишити без змін
Модуль 1	1/0	1/0	1/0
Модуль 2	1/0	1/0	1/0
Модуль 3	1/0	1/0	1/0
.....	.....	.....	.....
Модуль z	1/0	1/0	1/0

Числова міра залежності між об'єктами наведених категорій задається числом в межах  $0 < p < 1$  і визначає міру залежності між об'єктами цих категорій. Для цього в анкетах кожен з експертів на перетині стовпчиків і строчок проставляє 1, якщо вважає що така залежність існує, і 0, якщо на його думку залежність відсутня.

Ймовірність існування зв'язку модуля-нащадка ( $a_i^{вихід}$ ) і модуля-предка ( $a_j^{вхід}$ ) за думкою експертів:

$$p(a_i^{вихід} / a_j^{вхід}) = \frac{\sum_{k=1}^{N_{експертів}} d_k(a_i^{вихід} / a_j^{вхід}) + 0,5}{N_{експертів} + 1},$$

де  $p(a_i^{вихід}/a_j^{вхід})$  – ймовірність існування залежності  $a_i^{вихід}$  від  $a_j^{вхід}$ ;  $a_j^{вхід}$  – інформаційний об'єкт – модуль-предок;  $a_j^{вхід} \in A_S^{вхід}$ ;  $A_S^{вхід} \subseteq A^{вхід}$ ;  $A_S^{вхід}$  –

підмножина визначених інформаційних об'єктів;  $A^{вхід}$  – множина визначених інформаційних об'єктів;  $a_i^{вихід}$  – інформаційний об'єкт – модуль-нащадок;  $a_i^{вихід} \in A_d^{вихід}$ ;  $A_d^{вихід} \subseteq A^{вихід}$ ;  $A_d^{вихід}$  – підмножина невизначених інформаційних об'єктів, яка залежить від  $A_S^{вхід}$ ;  $A^{вихід}$  – множина невизначених інформаційних об'єктів, яка залежить від  $A^{вхід}$ ;  $N_{експертів}$  – кількість експертів;  $d_k(a_i^{вихід}/a_j^{вхід})$  – значення, що визначає думку експерта про відношення між об'єктами  $a_i^{вихід}/a_j^{вхід}$ ;  $d_k(a_i^{вихід}/a_j^{вхід}) = 1$ , якщо  $a_i^{вихід}$  залежить від  $a_j^{вхід}$ ;  $d_k(a_i^{вихід}/a_j^{вхід}) = 0$ , якщо  $a_i^{вихід}$  не залежить від  $a_j^{вхід}$ .

При  $a_j^{вхід} > 1$  ймовірність існування зв'язку:

$$a_i^{вихід} \text{ і } a_j^{вхід} \neq \sum p(a_i^{вихід} / a_j^{вхід}).$$

Ймовірність існування зв'язку модуля-нащадка ( $a_i^{вихід}$ ) і сукупності модулів-предків ( $a_j^{вхід}$ ) – сума відхилень значень  $p(a_i^{вихід}/a_j^{вхід})$  від “середньої думки” експертів:

$$p(a_i^{вихід}) = \frac{\sum_{a_j^{вхід}} \left[ \sum_{k=1}^{N_{експертів}} d_k(a_i^{вихід} / a_j^{вхід}) + 0,5 \right] + 0,5}{\sum_{a_i^{вихід}} \left[ \sum_{a_j^{вхід}} \left[ \sum_{k=1}^{N_{експертів}} d_k(a_i^{вихід} / a_j^{вхід}) + 0,5 \right] + 1 \right]},$$

де  $p(a_i^{вихід})$  – ймовірність виникнення інформаційного впливу сукупності  $a_j^{вхід}$  на  $a_i^{вихід}$ .

Відхилення  $p(a_i^{вихід}/a_j^{вхід})$  від  $p(a_i^{вихід})$  свідчить про існування інформаційного впливу модулів-предків на модуль-нащадок:

$$p(a_i^{вихід} / a_j^{вхід}) \neq p(a_i^{вихід}) \Rightarrow a_i^{вихід} = f(A_S^{вхід}, A_{доп}),$$

де  $A_{доп}$  – множина додаткових інформаційних об'єктів, від яких залежить  $a_i^{вихід}$ .

Кількість інформації, яка характеризує інформаційний вплив модуля-предка ( $a_j^{вхід}$ ) на модуль-нащадок ( $a_i^{вихід}$ ):

$$v(a_i^{\text{вихід}} / a_j^{\text{вихід}}) = 0,5 \sqrt{\frac{p(a_i^{\text{вихід}} / a_j^{\text{вихід}}) \cdot (1 - p(a_i^{\text{вихід}}))}{p(a_i^{\text{вихід}}) \cdot (1 - p(a_i^{\text{вихід}} / a_j^{\text{вихід}}))} + \frac{p(a_i^{\text{вихід}}) \cdot (1 - p(a_i^{\text{вихід}} / a_j^{\text{вихід}}))}{p(a_i^{\text{вихід}} / a_j^{\text{вихід}}) \cdot (1 - p(a_i^{\text{вихід}}))} - 2}$$

Сумарний інформаційний вплив модулів-предків ( $a_j^{\text{вихід}}$ ) на модуль-нащадок ( $a_i^{\text{вихід}}$ ):

$$v(a_i^{\text{вихід}} / A_S^{\text{вихід}}) = \sum_{\forall a_j^{\text{вихід}} \in A_S^{\text{вихід}}} v(a_i^{\text{вихід}} / a_j^{\text{вихід}}).$$

Вирішальне правило вибору: залишити міжмодульні зв'язки, при яких інформаційний вплив модуля-предка ( $a_j^{\text{вихід}}$ ) на модуль-нащадок ( $a_i^{\text{вихід}}$ ) є максимальним:

$$\max_{a_i^{\text{вихід}}} \left( v(a_i^{\text{вихід}} / a_j^{\text{вихід}}) \right).$$

### Висновки

Між модулями дисциплін існують зв'язки, що встановлюються залежно від інформаційного наповнення і є заздалегідь відомими, тобто детермінованими, та є зв'язки відносно яких існує множина думок.

Можливість існування таких зв'язків можна визначити звернувшись до думок експертів. Метод визначення величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін в структурно-логічних схемах підготовки дозволяє визначити найважливіший зв'язок і перейти таким чином до детермінованого еквівалентного значення даного аргументу та представити граф певного виду із зв'язками визначеними в процесі розрахунку.

### МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ СОДЕРЖАТЕЛЬНО-ЛОГИЧЕСКОЙ ВЗАИМОЗАВИСИМОСТИ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИН В СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМАХ ПОДГОТОВКИ

И.С. Ясеновая

В статье поднимается вопрос необходимости разработки подхода к формированию плана обучения студента в рамках нормативных ограничений с учетом логической последовательности дисциплин. Показан метод определения величины содержательно-логической взаимозависимости модулей дисциплин в структурно-логических схемах подготовки, который позволяет рассчитать информационную взаимозависимость модулей – влияние одного модуля на другой – таким образом, чтоб связи между ними были установлены обоснованно. Приведены этапы метода определения величины содержательно-логической взаимозависимости модулей дисциплин в структурно-логических схемах подготовки. Представлены формулы, по которым проводится расчет, и формы анкет, которые необходимо заполнить экспертам.

**Ключевые слова:** управление учебным процессом, структурно-логическая схема.

### VALUATION METHOD INTENSIONAL-LOGIC DEPENDENCY OF THE DISCIPLINES MODULES IN STRUCTURED-LOGICAL SCHEME

I.S. Yasenova

In the article the question of necessity of development of hike rises to forming of plan of teaching of student within the framework of normative limitations taking into account the logical sequence of disciplines. The valuation method intensional-logic dependency of the disciplines modules in structured-logical scheme are presented, which allows to expect informative interdependence of the modules is influence of one module on other – thus, that connections were set grounded between them. The stages of valuation method intensional-logic dependency of the disciplines modules in structured-logical scheme are presented. Formulas, on which conducted calculation, and forms of questionnaires which must be filled experts, are presented.

**Keywords:** educational process management, structured-logical scheme.

Додатковим результатом методу є те, що його використання дозволяє не лише вирішити задачу формування плану навчання студентів в рамках нормативних обмежень з урахуванням логічної послідовності дисциплін, а й знайти протиріччя у вхідних даних по структурно-логічним схемам підготовки фахівців та вказати експертам, які дані необхідно переглядати.

Використання методу визначення величини змістовно-логічної взаємозалежності модулів дисциплін в структурно-логічних схемах підготовки дозволяє обґрунтовано формувати міжмодульні зв'язки дисциплін в навчальних планах спеціальностей.

### Список літератури

1. Ясенова І.С. Математична модель технології формування навчального плану відповідно до кредитно-модульної системи організації навчального процесу / І.С. Ясенова // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2007. – Вып. 139. – С. 68-73.
2. Ясенова І.С. Інформаційний ресурс системи управління навчальним процесом у вищому навчальному закладі / І.С. Ясенова // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. – Х.: ХУПС, 2008. – Вып. 2 (69). – С. 171-173.
3. Тесля Ю.М., Ясенова І.С. Технологія формування інформаційного ресурсу систем управління навчальним процесом на базі моделей несилової взаємодії / Ю.М. Тесля, І.С. Ясенова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2008. – № 3/3 (33). – С. 76-78.
4. Тесля Ю.М. Технологія формування інформаційного ресурсу систем управління навчальним процесом на базі моделей несилової взаємодії / Ю.М. Тесля, І.С. Ясенова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2008. – № 3/3 (33). – С. 76-78.

Надійшла до редколегії 24.02.2011

**Рецензент:** д-р. техн. наук, проф. Ю.К. Зіагдінов, Національний авіаційний університет, Київ.