

## ЕКОНОМІЧНА ОСВІТА В ПОСТІНДУСТРІАЛЬНОМУ СУСПІЛЬСТВІ

УДК 330.46:004.9:378

### ФОРМАЛЬНА МОДЕЛЬ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ КОНТИНГЕНТУ СТУДЕНТІВ УНІВЕРСИТЕТУ

Денищук П.М.

*E-mail: deni.ecybernetics@gmail.com*

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

Описана теоретико-множинна модель організаційної структури складу академічних і навчальних потоків, підпотоків і груп. Модель дає повний опис контингенту студентів, як одного з головних чинників при розрахунку трудомісткості навчальної роботи, що в свою чергу забезпечує виділення професорсько-викладацького штату окремим кафедрам ВНЗ. Побудована модель забезпечує можливість формалізувати процес розрахунку навчального навантаження університету і окремих кафедр, а також об'єму навантаження, яке забезпечується параметрами конкретного навчального плану чи наявним або прогнозним контингентом студентів всіх чи окремих спеціальностей університету. Формальна математична модель забезпечує точність і однозначність опису організаційної структури контингенту студентів, а також можливість синтезу універсальної структури бази даних при створенні системи підтримки-прийняття рішень для вибору економічно обґрунтованих параметрів організації навчального процесу.

**Ключові слова:** університет, математична модель, контингент студентів, навчальне навантаження

UDC 330.46:004.9:378

### FORMAL MODEL OF THE ORGANIZATIONAL STRUCTURE FOR THE BULK OF UNIVERSITY STUDENTS

Denyshchuk P.M.

*E-mail: deni.ecybernetics@gmail.com*

*Kharkiv National University of Radio Electronics*

We describe a set-theoretic model of the organizational structure of academic composition and educational streams, substreams and groups. The model provides a complete description of the number of students as one of the main factors in calculating the complexity of academic work, which in turn ensures the allocation of teaching individual state departments of universities. The model provides an opportunity to formalize the process of calculation of workload and individual university departments and the amount of load that is provided by the parameters of a particular curriculum or actual or predicted number of students of all specializations or university. Formal mathematical model ensures accuracy and simplicity of the description of the organizational structure of the contingent of students, as well as the possibility of synthesis of the universal database structure when creating a support system for decision-choice economically sound options to learn.

*Key words:* university, mathematical model, contingent of students, educational loading

**Актуальність проблеми.** Розв'язання багатьох задач роботи вищого навчального закладу вимагає інформації щодо організаційної структури контингенту студентів [1, 2], яка здавалось би є очевидною, і тільки управлінці (навчальний відділ, деканати, випускові кафедри) знають і розуміють всі тонкощі прийнятих рішень щодо складу груп і потоків при вивченні конкретних дисциплін. Кількість академічних і навчальних груп (підгруп), потоків (підпотоків) суттєво впливає на кількість ставок викладачів. В умовах жорстких бюджетних обмежень і тенденції до збільшення фактичної кількості малих академічних груп (особливо при підготовці магістрів) визначення економічно обґрунтованих параметрів організації навчального процесу є надзвичайно актуальною проблемою. Якісне виконання такої роботи вимагає оперативної обробки великих об'ємів інформації, що не можливо без використання сучасних комп'ютерних технологій.

Аналіз організації баз даних та процедур їх оброблення в інформаційних системах ВНЗ [3] показує, що вони ґрунтуються на відображенні вербального опису структурних компонент і процесів, запозичених з внутрівузівських методик розрахунку навчального навантаження. Що не завжди забезпечує можливість врахування великого різноманіття структурних особливостей організації контингенту студентів, які зустрічаються в різних ВНЗ. Спроби емпіричного нарощування можливостей ІС, як відомо, також є не кращим виходом із ситуації. Використання комп'ютерних технологій для обробки даних вимагає однозначності складу атрибутивних характеристик об'єктів. Найбільш надійний шлях досягнення цього є використання математично формалізованих визначень. Однозначність, точність і універсальність можна забезпечити лише шляхом використання математичних моделей.

**Аналіз останніх наукових досліджень.** Економіко-математичне моделювання контингенту студентів ВНЗ досліджувалось вітчизняними вченими Бакуліною М. Г., Босаком О. В., Верхоглядovou Н. І., Кочарян І.С., Красовською О.Ю., Мурсалімовою Н.Р., Огаренком Т.Ю., Пасінович І.І., Прус Л.Р., Салогубовою В. М., Ткач В.М.

Формалізація та побудова моделей контингенту студентів ВНЗ розглядається дослідниками, у першу чергу, в розрізі прогнозування

набору (випуску) студентів. Можна виділити кілька основних напрямків цих досліджень українськими вченими: прогнозування ринку освітніх послуг [4-6]; проблеми конкурентоспроможності ВНЗ [7-9]; вплив якості надання освітніх послуг на прогнозування контингенту студентів [10, 11]; маркетингові механізми впливу на прогноз контингенту студентів [12, 13]; стратегія ВНЗ [14]; методи прогнозування контингенту студентів на рівні конкретного вузу [15].

Проведений аналіз основних моделей контингенту студентів, розроблених вітчизняними науковцями, показав, що на даний час відсутня формальна модель, яка б повністю розкривала структуру контингенту з точки зору організації навчального процесу.

**Метою роботи** є побудова математичної моделі організаційної структури контингенту студентів, що дозволяє уникнути неоднозначностей і виявити та формалізувати знання управлінців необхідні для автоматизації обробки даних.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Базовим у визначенні контингенту студентів є поняття ПОТІК – це сукупність студентів однієї спеціальності відповідної форми навчання, які вступили до ВНЗ в один і той же рік. Здавалось би все ясно і зрозуміло, але в цьому словесному (вербальному) визначенні можна знайти неоднозначності і різні люди можуть по різному трактувати це поняття.

Формально це можна представити як множину атрибутів, які однозначно визначають поняття ПОТІК:

$$П = \{С, Ф, Т\} \quad (1)$$

де **С** - спеціальність студентів, які навчаються на одному й тому ж потоці; **Ф** - форма навчання; **Т** – рік набору (вступу).

В реальних умовах параметр **С** може мати уточнення:

$$с \subset \{C^{осн}, C^{спц}, C^{виб}\} \quad (2)$$

де  $C^{осн}$  - основна спеціальність;  $C^{спц}$  - спеціалізація (різновид основної спеціальності);  $C^{виб}$  - при навчанні за кредитно-модульною системою використовується для ідентифікації підпотоків "За вибором студента", що вказує на індивідуальний вибір частини дисциплін навчального плану, за яким навчається даний потік. Тобто параметр **С** - підмножина і може характеризуватися одним чи декількома атрибутами із множини  $\{C^{осн}, C^{спц}, C^{виб}\}$ .

Форми навчання:

$$\Phi \in \{ \Phi_{\text{ден}}, \Phi^{3\Phi}, \Phi_{\text{веч}}, \Phi_{\text{дист}} \} \quad (3)$$

де  $\Phi_{\text{ден}}$ ,  $\Phi^{3\Phi}$ ,  $\Phi_{\text{веч}}$ ,  $\Phi_{\text{дист}}$ , - денна(стаціонар), заочна, вечірня чи дистанційна форми навчання, відповідно.

Важливою деталлю є те, що студенти одного набору (один і той же рік вступу  $T$ ) послідовно переходять з курсу на курс, залишаються одним і тим же потоком, але в іншій якості. Цю особливість руху потоку в часі можна представити наступним чином:

$$\Pi = \langle \Pi^I, \Pi^{II}, \Pi^{III}, \Pi^{IV}, \Pi^V, \Pi^{VI} \rangle \quad (4)$$

де  $\Pi^I, \Pi^{II}, \Pi^{III}, \Pi^{IV}, \Pi^V, \Pi^{VI}$  - це потоки студентів, які навчаються на різних курсах (I- перший курс, II – другий і т.д.).

У більш загальному вигляді сукупність (4) можна представити наступним чином:

$$\Pi = \langle \Pi^t \rangle \quad (5)$$

де  $t = I, II, III, IV, V, VI$  - це індекс курсу.

Для всіх студентів одного й того ж потоку  $\Pi^t$  параметри  $C$  і  $\Phi$  є ідентичними, а параметр  $T$  (рік вступу, а точніше – рік формування потоку) в реальних умовах відноситься тільки до потоку в цілому, тому що на потоках старших курсів можуть навчатися і студенти, які з різних причин були включені в цей потік пізніше. Окремі студенти одного й того ж потоку могли мати раніше:

- іншу спеціальність, за якою вони були зараховані до ВНЗ (перевід з іншого потоку);
- іншу форму навчання (перехід зі стаціонару на заочну форму навчання);
- інший ВНЗ (перевід з іншого ВНЗ) та інші індивідуальні відмінності.

Але незважаючи на всі ці деталі – з моменту зарахування студента на даний потік він буде характеризуватися параметрами  $C$  і  $\Phi$ , які є спільними для всіх студентів цього потоку.

Враховуючи вище сказане, всіх студентів університету (контингент) у поточному навчальному році можна представити як сукупність потоків всіх форм навчання, спеціальностей і курсів - наступним чином:

$$K = \{ K_p \}, \quad (6)$$

де  $p = 1, 2, 3, \dots$  – загальноуніверситетський індекс потоку (використовується у дискретній моделі для можливості застосування комп'ютерних технологій обробки даних).

Оскільки для нас індекс  $p$  буде не просто числом (порядковим номером), то зупинимося на цьому питанні більш детально, застосувавши деякі елементи теорії алгебри висловлювань :

- перше твердження: «Кожний навчальний потік університету має свій унікальний індекс  $p$ »;

- друге твердження: «Кожному навчальному потокові  $K_p$  відповідає унікальна комбінація ідентифікаційних даних: спеціальність, форма навчання і рік вступу (курс)».

На основі (2) - (4) ідентифікаційні дані потоку  $p$  можна представити наступним чином:

$$C_p \subset C^{осн}, C^{стц}, C^{виб} \quad (7)$$

$$\Phi_p \in \Phi^{ден}, \Phi^{3\Phi}, \Phi^{веч}, \Phi^{дист} \quad (8)$$

$$T_p \in \{t\} \quad (9)$$

Тобто можна стверджувати, що: «Кожному з унікальних індексів  $p$  відповідає конкретна сукупність ідентифікаційних параметрів  $\{C_p, \Phi_p, T_p\}$ ».

Це означає, що між індексом потоку  $p$  і множиною його ідентифікаційних параметрів  $\{C_p, \Phi_p, T_p\}$  існує однозначне відношення. В термінах алгебри висловлювань [16] це твердження формально можна представити наступним чином:

$$p \rightarrow \{C_p, \Phi_p, T_p\} \quad (10)$$

Крім вище розглянутих  $C$ ,  $T$  і  $\Phi$ , кожний навчальний потік характеризується рядом додаткових параметрів. Для забезпечення можливості розрахунків та моделювання процесів: формування навчального навантаження, визначення кількості ставок викладачів, оцінки фінансового забезпечення підготовки фахівців та багатьох інших аспектів, кожний навчальний потік будемо описувати з урахуванням наступних параметрів:

$$K_p = \langle C_p, T_p, n_p^{лиц}, n_p^{ст}, n_p^{доз/бюдж}, n_p^{факт/бюдж}, n_p^{пл/плат}, n_p^{факт/плат}, \\ \Psi_p, n_p^{гр}, n_p^{ДР}, n_p^{ДЕК}, \Phi_p, НП_p, F_p^{тип} \rangle \quad (11)$$

де  $C_p = \{C^{осн}, C^{спц}, C^{виб}\}$  - сукупність ідентифікаційних параметрів потоку  $p$  щодо основної ( $C^{осн}$ ), за наявності спеціалізації ( $C^{спц}$ ) і при навчанні за кредитно-модульною системою ( $C^{виб}$ ) – назва розділу НП "За вибором студента" використовується для ідентифікації підпотоків;

$T_p$  - календарний рік, у якому студенти потоку  $p$  вступили до університету. У поточному навчальному році параметр  $T_p$  при необхідності може бути трансформований у порядковий номер курсу ( $t = I, II, III, IV, V, VI$ ) і в номери семестрів:

$$S_p = \langle S_p^{осн}, S_p^{вес} \rangle, \quad (12)$$

що відповідають поточному навчальному року потоку  $p$ . Конкретні значення  $S_p^{осн}$  і  $S_p^{вес}$  визначаються традиційною нумерацією семестрів  $s=1,2,3,\dots,12$ , прийнятою у навчальних планах ВНЗ, попарно для кожного курсу навчання: {1 і 2} - для першого курсу, відповідно осінній ( $S_p^{осн}$ ) і весняний ( $S_p^{вес}$ ) семестри; {2 і 3} - для другого курсу і т.д.;

$n_p^{ліц}$  - загальна ліцензійна кількість студентів потоку  $p$ , яку мав (має) право набрати університет на дану спеціальність за наданою йому МОН ліцензією, що діяла на момент прийому студентів даного потоку або була уточнена пізніше щодо цього потоку в установленому законодавством порядку;

$n_p^{ст}$  - загальна фактична кількість студентів на потоці  $p$  (При підготовці до наступного навчального року (весною) кількість студентів майбутнього першого курсу визначається, виходячи з прогнозу нового набору і ліцензійних обмежень, а перед початком нового навчального року (в кінці літа) ці дані уточнюються по фактичних даних щодо кількості прийнятих на навчання першокурсників, а також уточнюється фактична кількість старшокурсників, які продовжать навчання на кожному з потоків університету.);

$n_p^{доз/бюдж}$  - кількість бюджетних місць на потоці  $p$ , дозволена університету МОН, а, відповідно, і фінансується з державного бюджету;

$n_p^{факт/бюдж}$  - фактична кількість студентів - бюджетників, які будуть навчатися на потоці  $p$  у даному навчальному році ;



$n_p^{\text{пл/плат}}$  - планова кількість студентів на потоці  $p$ , навчання яких оплачується із позабюджетних коштів (кошти батьків, спонсорів, тощо);

$n_p^{\text{факт/плат}}$  - фактична кількість студентів на потоці  $p$ , навчання яких оплачується із позабюджетних коштів (кошти батьків, спонсорів, тощо);

$C_p$  - вартість (ціна) оплати за навчання на відповідній спеціальності і курсі у даному навчальному році (може уточнюватися за домовленістю сторін);

$n_p^{\text{гр}}$  - кількість навчальних груп, сформованих на потоці  $p$  з урахуванням деяких особливостей, які будуть розглянуті пізніше;

$n_p^{\text{ДР}}$  - кількість студентів, які будуть виконувати і захищати випускні кваліфікаційні роботи (бакалаврську, дипломну чи магістерську) на потоці  $p$  (Необхідність такого параметру викликана тим, що по багатьох спеціальностях тільки "сильні" студенти виконують випускні кваліфікаційні роботи, а всім іншим вона замінюється додатковим державним іспитом. Очевидно, що цей параметр задається тільки для студентів відповідних старших курсів.);

$n_p^{\text{ДЕК}}$  - кількість членів ДЕК по прийому державних іспитів та захисту випускних кваліфікаційних робіт на потоці  $p$  (щорічно визначається на рівні випускових кафедр і погоджується з деканатами та навчальним відділом університету);

$\Phi_p \in \{ \Phi^{\text{ден}}, \Phi^{3\Phi}, \Phi^{\text{веч}}, \Phi^{\text{дист}} \}$  - форма навчання (денна, 3Ф, ...), за якою навчаються студенти потоку  $p$ ;

$F_p^{\text{тип}}$  - ознака типу потоку (звичайний, паралельний, підпотік, об'єднаний);

$НП_p$  - загальноуніверситетський індекс навчального плану (НП), за яким навчається потік  $p$ . Прив'язка потоку до НП - це один із прикладів неформалізованих знань щодо організації навчального процесу. Рішення щодо визначення НП для кожного з потоків приймається адміністративним шляхом перед прийомом студентів даного потоку на навчання до університету чи переході на інший рівень підготовки: спеціаліст чи магістр. Формально визначений НП повинен залишатися незмінним до завершення навчання студентами даного потоку, навіть якщо у процесі їхнього навчання університетом буде розроблено і затверджено новий НП для підготовки фахівців аналогічної кваліфікації.

В реальних умовах організації навчального процесу існує три різновидності потоків:

$$K = \{K^a, K^{п/п}, K^{об}\} \quad (13)$$

де  $K^a$  - звичайні (академічні) потоки;  $K^{п/п}$  - підпотоки;  $K^{об}$  - об'єднані потоки.

Більшість потоків є звичайними:

$$K = \{K_p^a\} \quad (14)$$

Звичайним або академічним ( $K_p^a$ ) будемо вважати потік, всі студенти якого навчаються у даному навчальному році за одним і тим же НП.

Для вивчення окремих дисциплін НП кожен з потоків може поділятися на підпотоки. Підпотік – це частина звичайного потоку:

$$K^{п/п} = \{K_p^1, K_p^2, \dots\} \quad (15)$$

Тут верхній індекс визначає номер підпотіку, який є складовою потоку  $p$ . Поділ потоку на підпотоки може здійснюватися з різних причин. Підпотоки можуть формуватися за окремим списком студентів, тобто не бути сукупністю звичайних академічних груп.

Підпотоки можуть утворювати і звичайні академічні групи. Як правило, такі підпотоки формуються тоді, коли на звичайному потоці, який навчається за єдиним планом, є дві або більше спеціалізації (або неосновні спеціальності). У таких випадках для кожної спеціалізації або другої (не основної) спеціальності відведена частина дисциплін у єдиному НП.

Особливим різновидом підпотіків є так звані "паралельні потоки", які формують у тих випадках, коли є дуже велика кількість студентів на курсі або відсутні лекційні аудиторії з необхідною кількістю місць. Такі потоки хоча і навчаються за єдиним НП, але поділяються на підпотоки для лекційних занять. Лекції з однієї і тієї ж дисципліни на таких потоках можуть читати різні викладачі і навіть з різних кафедр.

Об'єднані потоки утворюються як об'єднання звичайних потоків:

$$K^{об} = K_{p_1}^a \cup K_{p_2}^a \cup \dots \cup K_{p_n}^a, \quad (16)$$

де  $K_{p_1}^a, K_{p_2}^a, \dots, K_{p_n}^a$  - звичайні академічні потоки, які мають свої НП, але об'єднуються в один потік для вивчення окремих дисциплін, що є у кожному з цих НП.



Крім об'єднаних потоків характерною особливістю деяких спеціальностей (особливо під час підготовки магістрів) є наявність дуже малих академічних груп - від 5 до 12 студентів. У більшості випадків одна така група є звичайним академічним потоком  $K_p^a$ . Для вивчення багатьох дисциплін, які є у НП кожної з таких груп (потоків), їх об'єднують в одну академічну об'єднану групу. У свою чергу такі об'єднані групи включаються в один об'єднаний потік. Зустрічаються ситуації, коли звичайний потік  $K_p^a$  складається з однієї чи декількох нормальних за кількістю студентів груп і однієї невеликої. Така структура потоку зберігається при вивченні унікальних дисциплін НП цього потоку. При включенні таких потоків в об'єднаний потік їх малі групи можуть зводитися в одну об'єднану групу.

Структуру звичайного потоку можна представити як сукупність академічних груп:

$$K_p^a = \{ k_p^m \} = \{ k_p^1, k_p^2, \dots, k_p^{n_p^{gp}} \}, \quad (17)$$

де  $k_p^m$  - група  $m$  потоку  $p$ ;  $m = 1, 2, \dots, n_p^{gp}$  - порядковий номер групи в потоці  $p$ ; Слід відмітити, що  $n_p^{gp}$  не завжди є кількість груп у потоці  $p$ , тобто потужність множини  $K_p^a$ , тому що деякі групи могли бути розформовані, а перенумерацію груп із якихось міркувань зроблено не було.

Структуру об'єднаної групи, що сформована тільки з малих потоків, кожний з яких складається тільки з однієї групи, можна представити наступним чином:

$$k^{об/гр} = K_{p_1}^a \cup K_{p_2}^a \cup \dots \cup K_{p_n}^a = k_{p_1}^1 \cup k_{p_2}^1 \cup \dots \cup k_{p_n}^1 \quad (18)$$

де  $k_{p_1}^1$  - група, яка фактично є потоком  $K_{p_1}^a$  (аналогічно групи  $k_{p_2}^1, k_{p_n}^1$  є потоками  $K_{p_2}^a, \dots, K_{p_n}^a$ , відповідно).

Якщо об'єднаний потік формується з двох чи більше звичайних потоків, кожний з яких має декілька своїх академічних груп

$$K_{p_1}^a = \{ k_{p_1}^1, k_{p_1}^2, \dots, k_{p_1}^{n_{p_1}^{gp}} \}, \quad K_{p_2}^a = \{ k_{p_2}^1, k_{p_2}^2, \dots, k_{p_2}^{n_{p_2}^{gp}} \} \quad (19)$$

то адміністративним шляхом будь-які з цих груп можуть бути об'єднані в одну тимчасову об'єднану групу.

Як витікає з (16), об'єднані потоки  $K^{об}$  є сукупністю декількох звичайних потоків  $K_p$ , тобто кількість студентів такого потоку є сумою студентів:

$$n^{ст/об} = \sum_{v=1}^{n^p} n_{pv}^{ст}, \quad (20)$$

де  $n^{ст/об}$  - загальна кількість студентів в об'єднаному потоці;

$v = 1, 2, \dots$  - порядковий номер звичайного потоку в об'єднаному;

$n^p$  - кількість звичайних потоків, об'єднаних в один;

$n_{pv}^{ст}$  - кількість студентів у звичайному потоці  $p$ , який входить до об'єданого під номером  $v$ .

Сумарна кількість груп  $n_p^{гр/об}$  в об'єднаному потоці не завжди є простою сумою кількості груп у складових потоках:

$$n_p^{гр/об} = \sum_{v=1}^{n^p} n_{pv}^{гр}, \quad (21)$$

де  $n_{pv}^{гр}$  - кількість груп у звичайному потоці  $p$ , який входить до об'єданого під номером  $v$ .

Виключенням є ситуації, коли в об'єднаному потоці формуються об'єдані групи. Кількість навчальних груп в таких об'єднаних потоках можна визначати виходячи тільки з адміністративних міркувань.

Вище відмічалось, що прив'язка потоку до конкретного НП є неформалізованими знаннями. Ще більш неформалізованими є знання про те, які дисципліни необхідно читати на конкретних підпотоках, тому що для цього необхідно пов'язувати зміст дисциплін із суттю знань і вмінь майбутніх фахівців різних спеціалізацій. Цією інформацією, як правило, володіють тільки завідувачі випускових кафедр. Оскільки поділ на підпотоки в даному випадку приводить до збільшення навантаження, то рішення кафедр контролюється навчальним відділом університету.

Якщо підпотік формується для вивчення дисциплін з розділу «За вибором студента», то до прийняття рішень про склад таких підпотоків повинні підключатися куратори курсів за кредитно-модульною системою, які зобов'язані забезпечувати цілісність знань студентів при формуванні пакету вибірових дисциплін для кожного студента.

Неформалізованими є також знання про рішення, які дисципліни повинні (можуть) читатися об'єднаним потоком. Якщо об'єднані потоки формуються із студентів різних спеціалізацій однієї спеціальності, то рішення про вибір дисциплін, які можуть читатися такому об'єднаному потоку приймає випускова кафедра. Якщо об'єднані потоки формуються зі студентів різних спеціальностей, то рішення про формування таких потоків і визначення дисциплін для них приймається на загальноуніверситетському рівні і частково заступниками деканів відповідних факультетів.

Як видно із вищесказаного, прив'язка підпотоків і об'єднаних потоків здійснюється не просто до навчального плану, а до конкретних дисциплін НП.

Підпотоки  $K^{п/п}$  є частиною основних потоків  $K_p$ , тому для них також окремо необхідно вказувати кількість студентів і кількість груп. При цьому потрібно передбачати можливість формування списків студентів спеціальних (неакадемічних) груп для вивчення дисциплін розділу "За вибором студента". Для розрахунків навчального навантаження достатньо знати кількість студентів у кожній з таких спецгруп.

Враховуючи відмічені особливості об'єднаних потоків  $K^{об}$  і підпотоків  $K^{п/п}$  доцільно включати їх у загальний перелік потоків  $K_p$ , як показано в (13 і 15). З метою ідентифікації типу потоку в список параметрів (11) було включено параметр признаку типу потоку  $F_p^{тип}$ .

Очевидно, що деякі з параметрів, включених в (11), не мають сенсу для об'єднаних потоків  $K^{об}$ . Враховуючи це, список параметрів для об'єднаних потоків можна представити наступним чином:

$$K_p = \langle \dots, n_p^{ст}, \dots, n_p^{гр}, \Phi_p, K_p^{тип} \rangle \quad (22)$$

Аналогічним чином можна відкоригувати список параметрів для підпотоків:

$$K_p = \langle C_p, \dots, n_p^{ст}, \dots, n_p^{гр}, \Phi_p, K_p^{тип} \rangle \quad (23)$$

Тобто обов'язковими для всіх типів потоків є:  $n_p^{ст}$  - кількість студентів на потоці  $p$  (де  $p$  - наскрізний індекс для всіх типів потоків);  $n_p^{гр}$  - кількість груп на потоці  $p$ ;  $\Phi_p$  - форма навчання (необхідна для вибору деяких коефіцієнтів при розрахунку навчального навантаження). Для ідентифікації підпотоків необхідна також група параметрів  $C_p = \{C_p^{осн}, C_p^{стц}, C_p^{віб}\}$  для уточнення спеціалізації чи напряму підготовки «За вибором студента».

**Висновки.** Наявність формальної моделі структури і складу академічних і навчальних потоків і об'єднаних груп забезпечує можливість формалізувати процес розрахунку навчального навантаження університету і окремих кафедр. Дані про структуру контингенту студентів є важливою інформаційною компонентою для забезпечення повноти і структурної цілісності БД ІС.

Використання математичних моделей забезпечує точність і однозначність опису організаційної структури контингенту студентів, а також можливість синтезу універсальної структури БД при створенні СППР для вибору економічно обґрунтованих параметрів організації навчального процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Рыбников А. М. Возможные подходы к определению численности контингента профессорско-преподавательского состава вуза на примере Таврического национального университета им. В.И. Вернадского [Электронный ресурс] / А. М. Рыбников, М. С. Рыбников. – Режим доступа: [http://www.nbu.gov.ua/Articles/KultNar/knp47/knp47\\_169-174.pdf](http://www.nbu.gov.ua/Articles/KultNar/knp47/knp47_169-174.pdf).
2. Система планирования нагрузки и численности профессорско-преподавательского состава. Тверской государственный технический университет [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://ckto.narod.ru/umo.htm>.
3. Програмне забезпечення для навчальних закладів України «Політек-СОФТ» [Електронний ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://politek-soft.kiev.ua/>.
4. Босак О. В. Формування ринку послуг професійної освіти (регіональний і соціально-економічний аспекти): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. ек. наук : спец. 08.00.07 / Босак О. В. – Львів, 2008. – 20 с.
5. Красовська О. Ю. Розвиток світового ринку вищої освіти: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.00.02 / О. Ю. Красовська; Дніпропетр. ун-т економіки та права. — Д., 2010. — 23 с.
6. Огаренко Т. Ю. Моделювання динаміки попиту на послуги вищих навчальних закладів: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.00.11 / Т. Ю. Огаренко; Класичний приват. ун-т. — Запоріжжя, 2011. — 20 с.
7. Верхоглядова Н. І. Управління конкурентоспроможністю вищої освіти в процесі формування людського капіталу : дис. докт. ек. наук : 08.02.03 / Верхоглядова Н. І. – Дніпропетровськ, 2005. – 32 с.

8. Мурсалімова Н.Р. Механізми корпоративного управління недержавним вищим навчальним закладом: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.00.04 / Н.Р. Мурсалімова; Донец. нац. ун-т. — Донецьк, 2008. — 20 с.
9. Пасінович І. І. Державне регулювання вищої освіти в умовах ринкових відносин: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.00.03/ І.І. Пасінович; Ін-т регіон. дослідж. НАН України. — Л., 2009. — 20 с.
10. Бакуліна М. Г. Розробка й удосконалення методів оцінювання ефективності та конкурентоздатності освітніх послуг вищих навчальних закладів України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.01.02 / Бакуліна М. Г. — Київ, 2010. — 21 с.
11. Ткач В. М. Методи та моделі адаптивного управління якістю освітньої діяльності вищого навчального закладу: автореф. дис. канд. екон. наук : 08.00.11 / В. М.Ткач; Класич. приват. ун-т. — Запоріжжя, 2010. — 20 с.
12. Прус Л. Р. Управління конкурентоспроможністю вищих навчальних закладів на засадах бенчмаркінгу: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.00.04 / Л. Р. Прус; Терноп. нац. екон. ун-т. — Т., 2008. — 20 с.
13. Салогубова В. М. Підвищення конкурентоспроможності вищого навчального закладу на засадах маркетингу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. ек. наук : спец. 08.00.04 / Салогубова В. М. — Луганськ, 2011. — 21 с.
14. Кочарян І.С. Економічна стратегія вищого навчального закладу за умов демографічної кризи: Автореф. дис. канд. екон. наук: 08.02.03 / І.С. Кочарян; Держ. установа «Ін-т економіки та прогнозування НАН України». — К., 2006. — 20 с.
15. Краковский Ю. М. Прогнозирование численности студентов с использованием экспертной информации Текст. / Ю.М. Краковский, В.К. Карнаухова // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — Иркутск: ИрГУПС, 2004. №2. — С. 136–141.
16. Андерсон Д.А. Дискретная математика и комбинаторика. Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 960 с.