

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМКУ

Формальні специфікації для проектування системи прав доступу в розподіленій інформаційній системі будуть корисними і для аналізу процесу функціонування системи, внесення змін. Вони виступають складовою частиною системи специфікацій для проектування розподілених інформаційних систем.

1. Козак Н. Сертифікація по ISO 9000 : 2000 года как способ оптимизации управления предприятием // Управление компанией. № 3 март 2001. <http://www.management.com.ua/qm/qm007.html> 2. Міжнародні стандарти якості ISO 9000. <http://www.rmpu.com.ua/index.php?pub=4> 3. Марк С.Паулк. Насколько стандарт ISO 9001 сопоставим с СММ ? <http://www.management.com.ua/qm/qm027.htm> 4. ISO/IEC 15504 – An Emerging Standard on Software Process Assessment. <http://www.sei.cmu.edu/iso-15504/> 5. Буров Є.В. Система формальних специфікацій для проектування розподілених інформаційних систем // Вісн. Держ. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2000. – № 406. – С. 50–59. 6. Elizabeth Clark. The Mechanics of Policy-Based Management. Network Magazine, March 2000. 7. Буров Є.В. Система формальних специфікацій моделювання подій для САІР розподілених інформаційних систем // Вісн. Держ. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2000. – № 413. – С. 47–51.

УДК 51.001.57+371.214

О.М. Верес

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра “Інформаційні системи та мережі”

МЕТОДИ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ СЛАБКОСТРУКТУРОВАНОЇ ЗАДАЧІ УКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ

© Верес О.М., 2003

Methods and algorithms of allocation of basic resources of semistructured task of forming of curriculum of lessons are resulted. In the article the process of forming of semester curricula and algorithm of organization of primary informative base is described.

Наведено методи та алгоритми розподілу основних ресурсів слабкоструктурованої задачі формування розкладу навчальних занять. У статті описано процес формування семестрових навчальних планів та алгоритм упорядкування первинної інформаційної бази.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ

На початку нового тисячоліття швидкий розвиток і поширення сучасних інформаційних технологій в усі види суспільної діяльності робить перехід до автоматизації адміністративного життя вищого навчального закладу нагальною потребою. Метою створення автоматизованої системи керування вищим навчальним закладом є своєчасне отримання достовірної та повної інформації про контингент навчального закладу та

навчальний процес, а також зниження трудомісткості введення та аналізу облікової інформації, підвищення оперативності, узгодженості та достовірності даних [1, 2]. У цій статті розглядається застосування сучасних інформаційних технологій в плануванні навчального процесу, а саме для розв'язання слабкоструктурованих задач формування розкладів та розподілу ресурсів. Використання моделювання дає можливість застосувати методи системного аналізу для всебічного врахування суттєвих і різномірностей функціонування та розвитку складних систем. Тому у цій статті розглядається інформаційне моделювання процесів розподілу основних ресурсів задачі укладання розкладу навчальних занять.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Для удосконалення процесу підготовки спеціалістів для народного господарства та ефективного використання творчого потенціалу співробітників, раціонального споживання ресурсів та підвищення якості підготовки спеціалістів створюються інформаційні системи вищих навчальних закладів. Актуальною є проблема створення у вищих навчальних закладах (ВНЗ) системи збирання та опрацювання навчальної інформації [1]. При ґрунтовному аналізі існуючих інформаційних систем ВНЗ, слід зазначити, що більшість з них вирішують не задачі планування навчального процесу, а лише його інформаційного забезпечення. Розв'язання задачі укладання розкладу досліджується протягом багатьох років як в Україні, так і в зарубіжних країнах [3–10]. Розробляються алгоритми і досліджуються області їх застосування. Основна увага приділяється алгоритмам покрокового формування розкладу навчальних занять. Задачі розподілу ресурсів процесу укладання розкладу та упорядкування множини замовлень на проведення занять досліджені недостатньо [7–10].

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Розглянуто задачі підсистеми “планування”, а саме задачі, пов'язані з розподілом навантаження між викладачами та розподілу ресурсів у ВНЗ. Наведені розробки скеровані на створення і удосконалення методів та засобів розв'язання слабкоструктурованих задач розподілу ресурсів, впровадження процедур прийняття рішень на різних рівнях формування розкладу.

1. МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ РОЗПОДІЛУ ОСНОВНИХ РЕСУРСІВ

Однією з основних задач при укладанні розкладу навчальних занять є розподіл основних ресурсів, тобто призначення викладача і аудиторії для проведення планового заняття та формування семестрових навчальних планів як вихідних даних алгоритмів укладання розкладу навчальних занять. Джерелами слабкоструктурованості розподілу ресурсів є множина неформальних вимог викладачів щодо часового та ресурсного аспектів оптимізації, а також врахування ефективності завантаження навчальної групи, викладача та аудиторного фонду.

1.1. Опис процедури призначення викладача

У більшості, якщо не у всіх, відомих алгоритмах розподілу призначення викладача (викладачів) для проведення заняття відбувається стандартним методом [3, 8, 9, 11].

Проблемою, що розглядається, є оптимальний розподіл предметів між викладачами кафедри з урахуванням певних обмежень (для викладачів встановлена максимально припустима кількість аудиторних годин; є “основні” предмети, що читаються кожним викладачем та “неосновні” – які можуть читатися в разі потреби; впорядкування предметів

– заданий предмет не може читатися раніше від певного іншого предмета та інші). Розглянемо приклад того, як опрацьовуються нечіткі правила виведення в експертній системі навантаження викладачів кафедри. Задача розподілу навантаження – підтримувати оптимальний розподіл предметів між викладачами, зменшуючи його, коли занадто великий, і збільшуючи, коли занадто малий. Нехай, змінюючи кількість предметів, що може читати викладач, ми можемо змінювати навантаження викладачів, тоді алгоритм розподілу навантаження може бути заданий такими правилами:

- якщо навантаження у викладача велике, то він читає багато предметів або предмети, що мають багато годин;
- якщо навантаження у викладача середнє, то він читає не дуже багато предметів;
- якщо навантаження у викладача мале, то він читає мало предметів.

Концептуальна та деталізована моделі інтелектуальної системи розподілу навантаження викладачів зображені на рис. 1 та 2 відповідно.

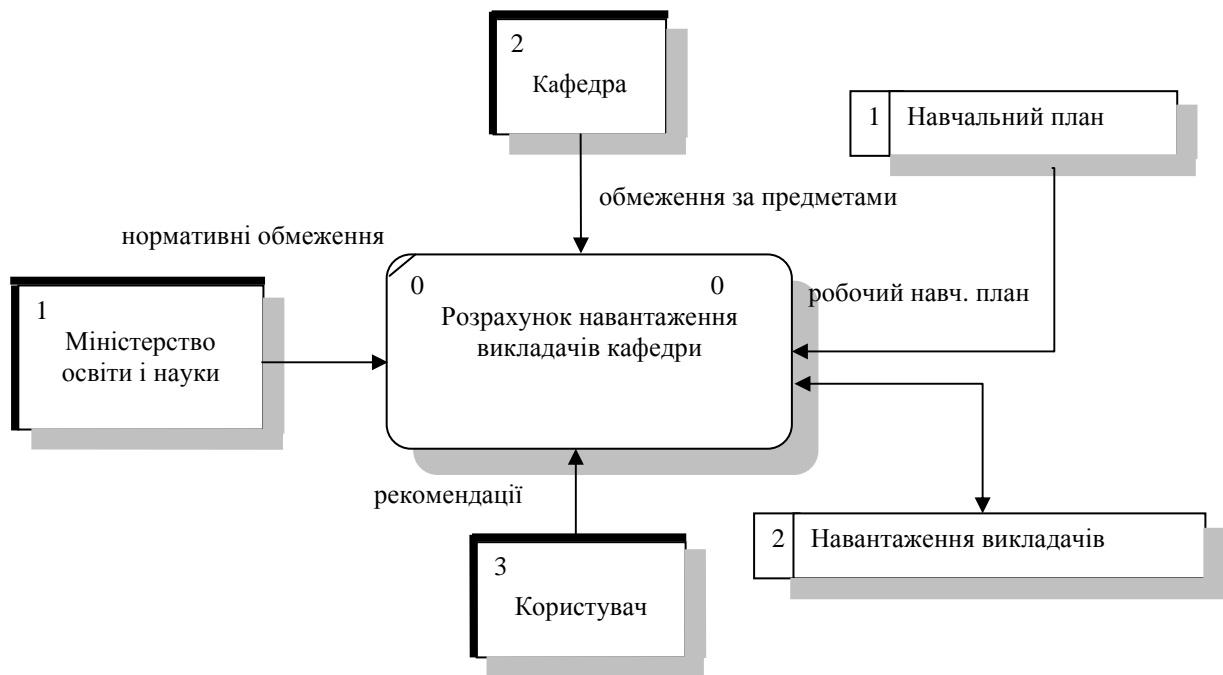


Рис. 1. Контекстна діаграма

Один з алгоритмів призначення викладача для проведення заняття може виглядати так:

Крок 1. Розрахунок фонду завантаження з урахуванням контингенту студентів, і на його основі штату (необхідної кількості викладачів для виконання планового завантаження).

Крок 2. На основі “РОЗПОДІЛУ ГОДИН” проводиться призначення викладача (викладачів) для проведення кожного заняття. Разом з тим вказується перелік побажань викладача на проведення заняття.

Отже, замовлення на проведення заняття для групи вже містить ідентифікатор викладача до початку покрокового формування розкладу навчальних занять.

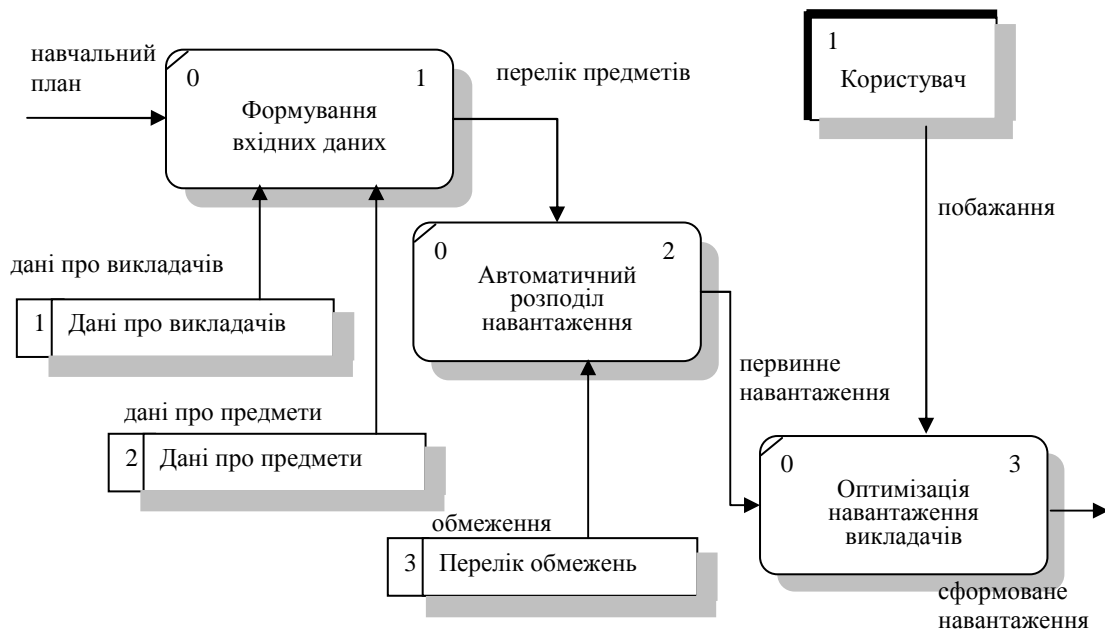


Рис. 2. Деталізована модель

1.2. Розподіл аудиторного фонду ВНЗ

Аудиторія обирається залежно від виду заняття і кількості навчальних груп (тобто місткості). Розрізняють такі замовлення на аудиторію:

- задана аудиторія – заняття необхідно проводити тільки у вказаній аудиторії і лише у ній;
- бажана аудиторія – заняття бажано проводити в цій аудиторії; у випадку, якщо вона зайнята, то заняття проводиться в аудиторії, обраній за загальним принципом;
- вибір аудиторії залежно від предмета і виду заняття;
- вибір аудиторії для групи;
- вибір аудиторії в заданому навчальному корпусі;
- вибір аудиторії за загальним принципом, тобто за видом заняття і кількістю навчальних груп на занятті.

Математичну модель розподілу аудиторного фонду можна подати у вигляді цілочислової задачі лінійного програмування [11, 12], тобто необхідно визначити максимальне значення функції мети

$$Q(x) = \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j \Rightarrow \text{Max}$$

за умови

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i \quad , \quad i = \overline{1, m} \quad , \quad j = \overline{1, n} \quad , \quad x_j \in \overline{0, k_j} \quad ,$$

де b_i – ресурс, тобто загальний годинний фонд завантаження аудиторії i -го типу; x_j – аудиторія j -ї місткості; a_{ij} – кількість занять (годин) i -го типу в аудиторії j -ї місткості; c_j – ціна (важливість) завантаження аудиторії j -го класу; k_j – наявна кількість аудиторій j -го класу.

Функція мети $Q(x)$ оцінює ефективність завантаження аудиторного фонду.

Для оптимізації вибору аудиторії необхідно врахувати дію таких факторів, як мінімізація “вікон” навчальної групи (призначення навчального заняття), оцінка переходу навчальної групи і викладача до призначеної аудиторії, ефективність використання аудиторії – різницю між необхідною і знайденою місткістю. Також доцільно обирати аудиторію з ряду альтернативних. Але кількість запропонованих аудиторій повинна бути незначною, тому що формування великого масиву пропозицій (більше п’яти) призведе до збільшення загального часу пошуку та призначення аудиторії, а отже, і виконання замовлення на призначення навчального заняття. Найкраще задачу розподілу аудиторного фонду розв’язувати з використанням евристичних алгоритмів.

Отже, можна виокремити дві процедури в процесі розподілу аудиторного фонду як одного з ресурсів:

1) аналіз та формування довідкових та інформаційно-довідкових масивів аудиторного фонду;

2) пошук та призначення аудиторії.

Перша процедура складається з таких функцій:

- підготовка множини паспортів аудиторного фонду;
- аналіз системи обмежень на основі висхідної множини замовлень на заняття, визначення дефіцитних та надлишкових ресурсів;
- формування на основі аналізу ресурсів та паспортів аудиторій довідкової бази даних аудиторного фонду.

Процедура пошуку та призначення аудиторії відбувається за такою алгоритмічною схемою (рис. 3):

Крок 1. Аналіз побажань та визначення типу замовлення на аудиторію. Якщо побажань щодо аудиторії немає, то перехід на крок 7.

Крок 2. Якщо є замовлення на задану аудиторію (аудиторії), категоричне побажання ($IVP=1$), то перевіряється, чи аудиторія вільна в даний такт часу. Проводимо розрахунок показників критеріїв оптимізації для варіанта призначення. Перехід на крок 5.

Крок 3. Якщо в замовленні на заняття аудиторію необхідно призначити з ряду вказаних (категоричне побажання з множини бажаних аудиторій, $IVP=2$), то перевіряються на зайнятість усі аудиторії з переліку бажаних. При наявності альтернативного варіанта вибору перевага надається найкращому стосовно виконання оптимізаційних критеріїв. Перехід на крок 5.

Крок 4. У замовленні на проведення заняття вказано множину аудиторій, щодо однієї з яких бажано призначити заявку (бажана аудиторія, $IVP=3$). Якщо жодна з бажаних аудиторій не вільна, то переходити на крок 7. В іншому випадку проводимо розрахунок показників критеріїв оптимізації для вільних аудиторій та обираємо найкращу. Перехід на крок 5.

Крок 5. Аудиторія з множини побажань визначена та отримано значення показників критеріїв оптимізації. Запам’ятовуємо код аудиторії (аудиторій) у масиві призначення. Перехід на крок 13.

Крок 6. Присвоєння початкового значення ідентифікатору етапу призначення аудиторії.

Крок 7. Якщо в заявці на проведення є категоричне побажання на навчальний корпус ($IVP=4$), то пошук аудиторії проводимо лише на відповідній множині аудиторій

бажаного корпусу. Якщо аудиторію не знайдено, то переходимо на крок 14. Якщо ж аудиторію знайдено – перехід на крок 11.

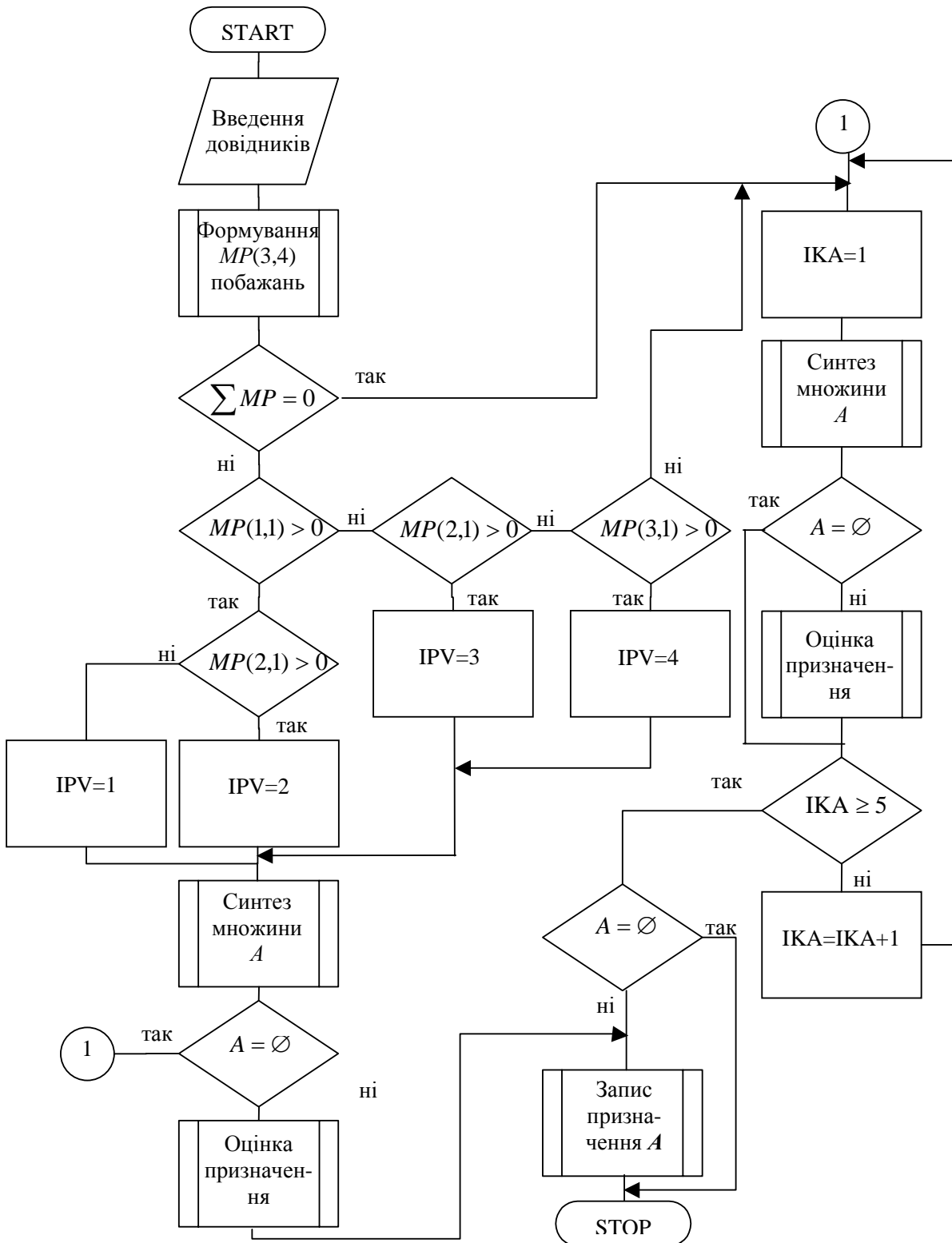


Рис. 3. Блок-схема алгоритму призначення аудиторії

Крок 8. Побажань відносно пошуку аудиторії немає. Визначаємо можливість призначення аудиторії залежно від навчальної дисципліни та виду заняття або навчальної групи. Якщо аудиторію знайдено – перехід на крок 11.

Крок 9. Пошук аудиторії в навчальному корпусі, в якому проводилося попереднє або проводитиметься наступне заняття. Якщо аудиторію знайдено – перехід на крок 11.

Крок 10. Пошук аудиторії серед множини, визначеної етапом призначення. Якщо вільної аудиторії в заданий часовий такт не знайдено, то перехід на крок 12.

Крок 11. Оцінка варіанта вибраної аудиторії відносно оптимізації переходів навчальних груп і викладачів, ефективності та такту призначення. Якщо значення показника оцінки вибраної аудиторії більше за попереднє, то записуємо код знайденої аудиторії у масив призначення для даного замовлення.

Крок 12. Якщо кількість варіантів вибору аудиторії менша за 5 – перехід на крок 7.

Крок 13. Перевіряємо масив призначених аудиторій для замовлення на заняття. Якщо множина рекомендованих аудиторій є пустою, тобто аудиторії не знайдено – перехід на крок 14. Знайдена аудиторія позначається як зайнята і значення показника відповідного критерію оптимізації передається в основний модуль покрокового укладання розкладу. Призначення аудиторії завершено – СТОП.

Крок 14. Збільшуємо значення ідентифікатора етапу призначення аудиторії на одиницю; якщо воно не перевищує граничне значення, то переходимо на крок 7.

Крок 15. Значення ідентифікатора етапу перевищило граничне значення. Формуємо масив призначених аудиторій та оцінку варіанта завантаження для замовлення на проведення навчального заняття. СТОП.

Виявом слабоструктурованості розподілу аудиторного фонду як одного з видів ресурсів є планування занять у деяких спеціалізованих аудиторіях. Аналіз процесу призначення аудиторії показав, що у виняткових випадках можливий варіант планування незалежних занять в одній аудиторії одночасно. Прикладом такого планування є лабораторні роботи з фізики у Національному університеті “Львівська політехніка”. В одній аудиторії одночасно може проводитися заняття для чотирьох навчальних груп. Замовлення на планування таких занять має обов’язково містити категоричне побажання на аудиторію. Алгоритм призначення такої аудиторії доповнюється такими підкроками кроку 2:

Крок 2.1. Перевіряємо, чи бажана аудиторія належить до множини виняткових. Якщо ні, то на крок 3.

Крок 2.2. Перевіряємо, чи існує можливість планування заняття в обрану аудиторію, тобто число призначених вже занять не перевищує максимального значення.

Крок 2.3. Якщо призначення можливе, то проводимо оцінку призначення. Перехід на крок 5.

1.3. Формування “РОЗПОДІЛУ ГОДИН”

Вхідним документом для укладання розкладу є навчальний план спеціальності, згідно з яким співробітники групи планування заповнюють для кожної кафедри загальні відомості навчальних занять (“РОЗПОДІЛ ГОДИН”).

1.3.1. Навчальні плани за спеціальностями

Складання навчального плану є тривалою і трудомісткою роботою. Особи, які цим займаються, повинні не лише скласти навчальний план, а й узгодити його з іншими кафедрами і факультетами (інститутами). Сьогодні законодавство дуже часто змінюється, і нові навчальні програми можуть затверджуватись кожного року або навіть семестру.

Задача побудови та ведення навчальних планів кафедри умовно складається з 3-х основних етапів. На *першому* етапі формується база даних, в якій зберігаються дані, що необхідні для побудови навчального плану. *Другий* етап є найскладнішим етапом, і тут власне синтезується навчальний план. На *третьому* етапі синтезований план доповнюється необхідною для подальшого використання інформацією.

Після вивчення і аналізу процесу розробки навчального плану можна виділити зовнішні сутності, з якими взаємодіє система. Це “Міністерство освіти і науки України”, “Методична рада ВНЗ”, “Навчально-методичне управління ВНЗ” та “кафедра ВНЗ” – вони будуть входами системи. Виходом системи буде результат її роботи, тобто ”навчальний план”. Самою системою буде процес “Створити навчальний план”, який взаємодіє із зовнішніми сутностями. Контекстна діаграма, що у загальному вигляді описує систему, має такий вигляд (рис. 4).

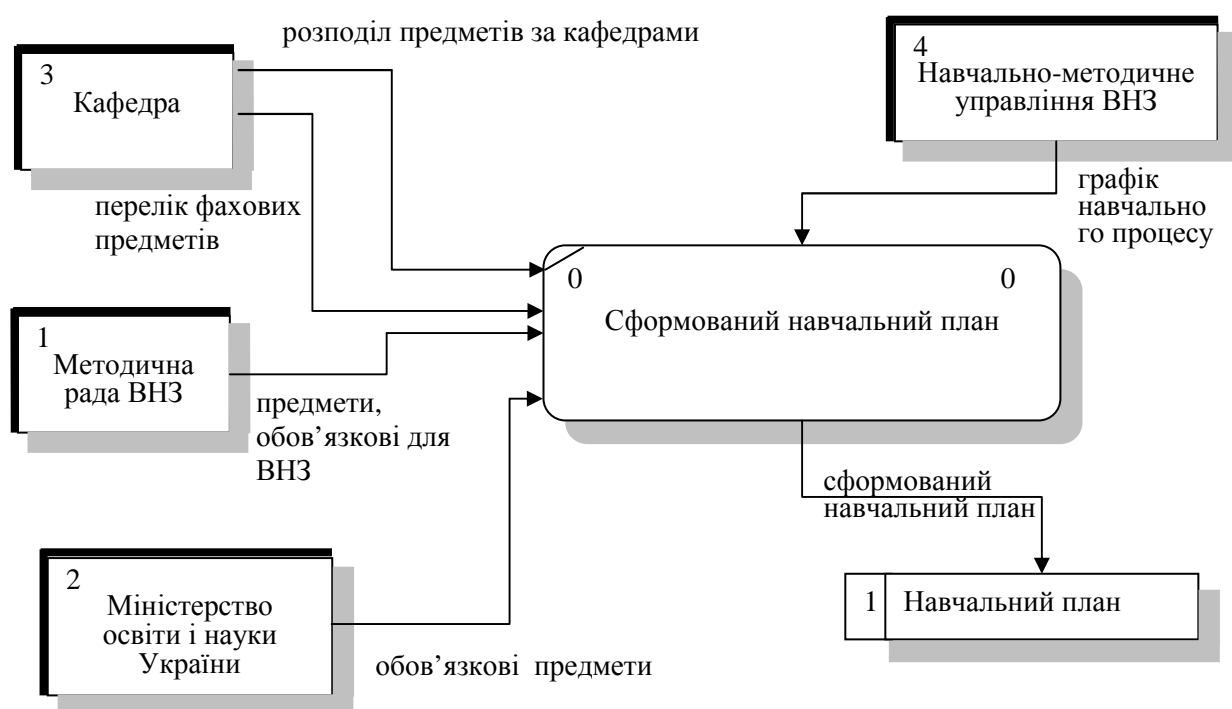


Рис. 4. Контекстна діаграма

Відношення “Навчальні плани за спеціальностями” (НП) зберігає інформацію про навчальні плани спеціальностей ВНЗ і має структуру, наведену в таблиці.

Навчальні плани за спеціальностями

Назва поля	Зміст
1	2
ID_Spec	Шифр спеціальності за кодифікатором
ID_Predmet	Код навчальної дисципліни
Semestr	Номер навчального семестру

Продовження таблиці

1	2
Kl_Semestr_B	Тривалість весняного семестру в тижнях
Kl_Semestr_O	Тривалість осіннього семестру в тижнях
KLE	Кількість годин лекційних занять на семестр для навчальної дисципліни
KPR	Кількість годин практичних занять на семестр для навчальної дисципліни
KLA	Кількість годин лабораторних занять на семестр для навчальної дисципліни
ID_Kaf	Код кафедри, викладачі якої проводять заняття

1.3.2. Алгоритм формування замовлень на семестр

Для побудови “РОЗПОДІЛУ ГОДИН” використовуються значення таких полів: спеціальність; навчальна дисципліна; навчальний семестр; тривалість семестру; кількість годин лекційних занять; кількість годин практичних занять; кількість годин лабораторних занять; кафедра.

У результаті проведеного аналізу предметної області можна зробити висновок, що найкращою альтернативою оптимізації розподілу навантаження є побудова навантаження у вигляді 2-ступеневої процедури:

- 1-й етап – програмний автоматичний розподіл навантаження;
- 2-й етап – відповідальна особа кафедри доповнює та корегує розподіл навантаження в діалоговому режимі з урахуванням побажань кафедри і викладачів.

Перший етап складається з таких алгоритмічних кроків:

Крок 1. Формування навчальних планів спеціальностей ВНЗ.

Крок 2. Вибір навчального плану спеціальності. Якщо опрацьовано всі плани, то – п. 9.

Крок 3. Формування на основі запису навчального плану замовлення на проведення лекційного заняття. На основі коду спеціальності та номеру семестру, які однозначно визначають коди груп, задаємо потік або групи, для яких необхідно планувати заняття.

Крок 4. Формування замовлення на проведення практичного заняття. Враховуючи методи планування, замовлення готують для кожної групи.

Крок 5. Формування замовлення на проведення лабораторного заняття. Замовлення готують для кожної групи.

Крок 6. Для кожного зі сформованих замовлень задаємо тривалість заняття 2 години (пара), кількість годин в тиждень – відношення кількості годин на семестр відповідного виду заняття до кількості навчальних тижнів у семестрі.

Крок 7. Якщо опрацьовано всі записи навчального плану спеціальності, то перехід на п. 2. Перехід на п. 3.

Крок 8. Якщо ще не всі навчальні плани опрацьовано, то перехід на п. 2.

Крок 9. Сортування множини замовлень за кодом кафедри. Початковий “РОЗПОДІЛ ГОДИН” сформовано. СТОП.

Сформована множина на 2-му етапі доповнюється побажаннями щодо використання аудиторного фонду, вибору такту планування та призначення викладача. За необхідності для планування практичних або лабораторних занять вказується поділ групи на підгрупи.

Періодом планування розкладу навчальних занять є семестр. Отже, вхідна множина замовлень формується на основі “РОЗПОДІЛУ ГОДИН” для кожного семестру окремо.

Алгоритм виконання цього процесу можна навести так:

Крок 1. Визначення семестру для формування навантаження. Якщо семестр “осінній” – непарні номери, а “весняний” – парні.

Крок 2. Встановлення фільтра вибору за номером семестру.

Крок 3. Вибір замовлень спеціальності.

Крок 4. Оцінка пріоритету виконання замовлення, а також сумарної оцінки виконання замовлень факультету (інституту) як організаційно-освітньої структурної одиниці ВНЗ.

Крок 5. Сортування множини замовлень у межах факультету (інституту) за пріоритетом курсу, потоку і навчальної дисципліни.

Сформована множина замовлень є вхідною для опрацювання алгоритмом покрокового укладання розкладу навчальних занять.

Формування “РОЗПОДІЛУ ГОДИН” за кафедрами реалізується за таким алгоритмом:

Крок 1. Виведення запису таблиці НП (навчальний план).

Крок 2. За значенням ID_Spec та Semestr знаходимо в таблиці Група код курсу, для якого планується заняття.

Крок 3. Визначаємо код першої та кінцевої груп для планування заняття.

Крок 4. Якщо KLE більше за нуль, тобто планується лекційне заняття, формуємо запис таблиці РОЗПОДІЛ, в якому ID_Grup1 – код курсу. Поле вид заняття (K_vyd) набуває значення 0.

Крок 5. Якщо KPR більше за нуль, тобто планується практичне заняття, формуємо запис таблиці РОЗПОДІЛ, в якому ID_Grup1 – код групи. Кількість записів відповідає кількості груп на курсі спеціальності, тобто від першої групи курсу до останньої. K_vyd = 1.

Крок 6. Якщо KLA більше за нуль, тобто планується лабораторне заняття, формуємо запис таблиці РОЗПОДІЛ, в якому ID_Grup1 – код групи. Формування множини замовлень є аналогічним, як і для практичного заняття. K_vyd = 2.

Крок 7. За даними номером семестру, тривалості семестру та кількості годин виду заняття в семестр визначаємо кількість годин на тиждень за кожним з видів занять (K_gw).

Крок 8. Якщо записи таблиці НП не вичерпано, то перехід до кроку 1. Первинну множину замовлень на проведення занять навчальних груп сформовано. СТОП.

Відповідальні працівники групи планування та кафедр, застосовуючи форму введення та корекції даних таблиці “РОЗПОДІЛУ ГОДИН”, доопрацьовують дані за замовленням (вносять побажання, призначають викладачів та ін.).

1.3.3. Упорядкування множини замовлень

Для упорядкування множини замовлень на заняття відповідного семестру планування, використовуючи множину пріоритетів. Пріоритет – це числова характеристика роботи або операції, яка використовується при виборі із всіх можливих. Довільна диспетчеризація передбачає необхідність певного пріоритетного правила для призначення чергової операції, що виконується деякою машиною. При розв’язанні слабоструктурованих задач розподілу ресурсів розраховується інтегрована оцінка складності призначення, яка є критерієм прогнозованої валідності [13, 14]. Задача формування оцінки полягає в побудові рівняння множинної регресії:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \dots + \beta_i X_i + \beta_k X_k,$$

де Y – прогнозуюча змінна (критерій прогнозованої валідності); X_i – значення i -го тестового показника з множини тестових показників, які розглядаються; β_i – значення коефіцієнта ваги, що вказує, наскільки (в одиницях стандартних відхилень) змінюється змінна прогнозу при зміні тестового показника X_i .

Значення тестового показника X_i як критерію оптимізації формується на основі тест-опитувань за кожним з показників, а значення β_i коефіцієнта ваги чи важливості X_i в Y формуємо, застосувавши методи експертних оцінок.

Інтегрована оцінка складності виконання замовлення на проведення навчального заняття містить такі показники:

- тривалість заняття;
- кількість навчальних груп у замовленні;
- кількість годин на тиждень;
- відносне завантаження викладача;
- завантаженість необхідного аудиторного фонду;
- тип і кількість побажань на проведення заняття та інші.

Сума значень інтегрованих оцінок замовлень для планування занять факультету (інституту) становить оцінку ступеня складності укладання розкладу даного підрозділу, тобто перевагу.

Модуль упорядкування застосовують після створення та корекції множини замовень на проведення занять (таблиця РОЗПОДІЛ) і створення таблиці замовлень семестру планування (структура, ідентична до таблиці РОЗПОДІЛ) – МКР.

На першому етапі роботи модуль додає до таблиці МКР замовлення, у яких є три категоричні побажання (ЗТ): заняття треба планувати у заданій аудиторії в заданий день та пару. Такі замовлення виключаються з процесу упорядкування.

Наступний етап – упорядкування за пріоритетами. Він проходить за такими алгоритмічними кроками:

Крок 1. Вибір записів з РОЗПОДІЛ для поточного значення факультету (інституту). Визначення коду першої та останньої груп.

Крок 2. На основі замовлень формуються масиви завантаження МОА (аудиторного фонду), МОГ (група), МОР (кількість замовлень на заняття для предмета) і MOF (навантаження викладача).

Крок 3. Якщо замовлення ще не всіх факультетів (інститутів) опрацьовано, то на крок 1. Масиви зайнятості ресурсів сформовано.

Крок 4. Вибір даних для поточного факультету (інституту).

Крок 5. Формування масиву важливості замовлень для факультету (інституту) з урахуванням вагових коефіцієнтів та показників завантаження ресурсів (MD).

Крок 6. Сортування MD за максимальним значенням переваги.

Крок 7. Запис даних до МКР попредметно (замовлення для всіх видів занять навчального предмета).

Крок 8. Якщо замовлення ще не всіх факультетів (інститутів) опрацьовано, то на крок 4.

Крок 9. Множину замовлень на проведення навчальних занять сформовано.

Отже, в результаті роботи модуля упорядкування сформовано та упорядковано множину вхідних даних для роботи модулів покрокового формування розкладу навчальних занять.

ВИСНОВОК

Отже, слабкоструктурована задача розподілу ресурсів розв'язується на всіх етапах процесу формування розкладу навчальних занять. У роботі наведено концептуальну та деталізовану моделі інтелектуальної системи розподілу навантаження викладачів, описано один з евристичних алгоритмів розподілу аудиторій. Для упорядкування множини замовлень на проведення навчальних занять, яка отримана з “РОЗПОДІЛУ ГОДИН”, розраховується інтегрована оцінка складності виконання замовлення.

Для подальших розвідок у напрямку розв'язання слабкоструктурованих задач розподілу ресурсів задачі укладання розкладу слід звернути увагу на моделі та засоби визначення пріоритетів і формування значень показників інтегрованої оцінки виконання замовлення.

1. Григоришин В.Г., Кишакевич Ю.Л., Нагірський О.Є., Цюпка А.В. Інформаційна система “Навчальний відділ” (опрацювання навчальних планів) // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2002. – № 464. – С. 67–86. 2. <http://www.osvita.net>. 3. Ямпольський В.З., Герман Э.И., Пак Л.В. Автоматизированное составление расписания учебных занятий в крупном многопрофильном вузе // Вопросы создания АСУ ВУЗ. – М., 1976. – С. 6–7. 4. Волков Ю.В. Решение задач управления в АСУ с использованием функциональных моделей // Автоматизация управления вузом: Сб. науч. тр. – М.: НИИВШ, 1985. – С. 54–65. 5. НОТ и применение технических средств в учебном процессе. Экспресс-информация. Создание автоматизированной системы управления в Московском институте. – М., 1973. 6. Управление, экономика и прогнозирование высшего и среднего специального образования. Экспресс-информация. Вып. 11. – М., 1978. 7. Самофалов К.Г., Симоненко В.П. Автоматизация составления расписания в вузе // Методические разработки. – К., 1972. 8. Расцький А.І. Методи та засоби автоматизованого проектування розкладів багатостадійних процесів: Автореф. дис. – К., 1992. 9. Управление, экономика и прогнозирование высшего и среднего специального образования. Экспресс-информация. Вып. 2. – М., 1978. 10. Яцишин Ю.В., Чип І.Є. Математична модель планування навчального процесу у вищому навчальному закладі: постановка задачі // Вісн. Держ. ун-ту “Львівська політехніка”. – 1998. – № 330. – С. 269–273. 11. Верес О.М. Алгоритми розподілу основних ресурсів під час укладання розкладу навчальних занять // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2001. – № 415. – С. 176–179. 12. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах: Учеб. пособие для студентов экон. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1986. – С. 11–28. 13. Общая психодиагностика / Под ред. А.А. Бодалева, В.В. Столина. – М., 1987. – 300 с. 14. Белешев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М., 1980. – 263 с.