
ПРИНЦИПОВІ КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРУВАННЯ РІЗНИХ РІВНІВ ОСВІТИ З ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 378.141

С.В. БЕВЗ, В.В. ВОЙТКО, С.М. БУРБЕЛО, Т.О. КУБА, О.О. СУХОНОСОВ

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ СЕСІЇ

*Вінницький національний технічний університет,
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна*

Анотація. В даній статті розглядається питання автоматичного формування розкладу сесії на основі розроблених математичних моделей розрахунку пропорційних еквівалентів потоків дисциплін та нового ітераційного методу заповнення матриці часових інтервалів в сітці розкладу заліково-екзаменаційної сесії.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы автоматического формирования расписания сессии на основе разработанных математических моделей для расчета пропорциональных эквивалентов потоков дисциплин и нового итерационного метода заполнения матрицы часовых интервалов в сетки расписания зачётно-экзаменационной сессии.

Annotation. In this article the automatic forming of session curriculum question is examined on the basis of the developed mathematical models of proportional equivalents calculation of disciplines streams and new iteration method of filling of sentinels matrix intervals of test-examination session curriculum net.

Ключові слова: автоматизована система документообігу, формування розкладу заліково-екзаменаційної сесії, математична модель розкладу сесії, заліково-екзаменаційні листки і відомості.

ВСТУП

Сьогодні особливого резонансу набула проблема забезпечення комплексного підходу до інформатизації керування навчальним процесом вищих навчальних закладів (ВНЗ) України, яка ще більше актуалізується нині з огляду на приєднання України до Болонського процесу та входження її до єдиного світового освітнього простору. Узагальненими критеріями успішності керування навчальним процесом ВНЗ постають якість освіти, економічна її ефективність, правильна організація процесів навчання та наукових досліджень, рейтинг ВНЗ [1]. Впровадження новітніх інформаційних технологій в даній галузі дозволяє вирішити одну з ключових проблем організації навчального процесу – задачу планування розкладів занять та заліково-екзаменаційної сесії (ЗЕС).

ОГЛЯД АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ СЕСІЇ

Задача автоматизації формування розкладів як занять, так і сесій, є досить поширеною на пострадянському просторі. Її вирішували чимало дослідників, і це створює плідний ґрунт для аналізу хоча б найвідоміших з них.

Інформаційна автоматизована система Оренбургського державного університету [2] дозволяє скласти розклад занять та ЗЕС, реалізувати функцію пошуку розкладу окремих групи, викладача чи аудиторії.

Програмний комплекс «ІСУ ВУЗ» [3] поєднує задачі управління навчальним процесом і автоматизованого контролю знань студентів, а також здійснює формування розкладу заліково-екзаменаційної сесії (РЗЕС) на основі даних, отриманих при плануванні навчального навантаження, з урахуванням наявного аудиторного фонду, розкладів дзвінків та побажань викладачів. При цьому контроль коректності РЗЕС здійснюється автоматично [3].

Програмний комплекс «АВТОР-2004» призначений для автоматизованого складання розкладів занять і ЗЕС та відображення на Інтернет-сторінці. Система підтримує тижневі, двотижневі, семестрові

розклади, а також розклади сесій заочників з гнучким графіком навчання [4].

Інформаційна система Naumen University [5] має серед основних можливостей управління навчальним процесом можливість проведення заліково-екзаменаційних сесій, підведення її підсумків, контроль успішності студентів, складання учбових і робочих планів, їх узгодження, затвердження, планування навчального процесу.

Система комп'ютерного управління університетом [6], зокрема, містить функції формування РЗЕС для навчальних спеціальностей ВНЗ, що дозволяють корегувати розклад, створювати його друковані форми, формувати аналітичні звіти.

Проте більшість систем накладають певні обмеження на кількість сформованих потоків студентів, що ускладнює створення РЗЕС за індивідуальними програмами окремих студентів. Ці недоліки усунуті в системі динамічного планування розкладів [7], яка дозволяє здійснити побудову РЗЕС з урахуванням індивідуального вибору дисциплін окремими студентами. Але дана система не дозволяє повністю автоматизувати процеси формування РЗЕС та введення даних про викладачів (наприклад, за документами планування навантаження викладачів), навчальні дисципліни (наприклад, за типовими навчальними планами окремих спеціальностей та індивідуальними планами студентів).

Усі вищезгадані інформаційні системи не дозволяють проводити формування РЗЕС комплексних іспитів для інтегральних дисциплін, які читаються оглядово за модульним принципом окремими викладачами групі студентів суміжних спеціальностей, а поглиблено вивчаються тільки окремими модулями цих дисциплін певними студентами з урахуванням їх вільного вибору згідно з індивідуальними планами.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ НА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Враховуючи особливості організації навчального процесу магістерської підготовки [8-10], індивідуальний вибір циклів дисциплін наукового спрямування, дисертаційного дослідження, гуманітарної та спеціальної підготовки, інтегральних дисциплін, розглянуті програмні комплекси не можуть використовуватися для формування РЗЕС магістратури наукового напрямку у Вінницькому національному технічному університеті (ВНТУ). Тож постає необхідність розробки автоматизованої системи формування розкладу заліково-екзаменаційної сесії (РЗЕС) та супровідної документації підтримки проведення сесійного контролю, які б враховували специфіку індивідуальних навчальних планів кожного магістранта наукового спрямування у ВНТУ [8].

Інститутом магістратури, аспірантури і докторантури (ІнМАД) ВНТУ запроваджено інформаційну систему обробки даних, моніторингу та управління навчальним процесом магістерської підготовки [9, 10]. Отже, автоматизована система формування розкладу сесії повинна бути реалізована відповідно до загальних вимог автоматизованої обробки даних та з урахуванням комплексного підходу щодо організації навчального процесу магістерської підготовки, який реалізовано у загальній автоматизованій інформаційній системі документообігу ІнМАД.

Метою даного наукового дослідження є підвищення ефективності формування РЗЕС та супровідної документації шляхом впровадження нового методу оптимізації формування розкладу на основі використання математичних моделей пропорційного еквіваленту потоків дисциплін. Об'єктом досліджень виступає процес автоматичного формування РЗЕС та відповідних документів для проведення сесійного контролю. Предметом дослідження – засоби створення автоматизованої системи формування РЗЕС та необхідної документації для її проведення.

Таким чином, для успішного виконання автоматизації процесу формування РЗЕС та супровідної документації необхідно вирішити наступні задачі:

- розробка математичних моделей автоматичного формування РЗЕС на основі пропорційного еквіваленту потоків дисциплін;
- розробка методів реалізації автоматизованих процесів;
- побудова структури бази даних для зберігання необхідної службової інформації та інтеграція її у загальну структуру автоматизованої системи документообігу ІнМАД;
- розробка методики автоматизованого формування розкладу проведення РЗЕС;
- побудова узагальненого алгоритму автоматизованого формування РЗЕС та необхідної документації з подальшим проведенням післясесійного моніторингу та контролю успішності магістрантів;
- розробка засобів формування заліково-екзаменаційних листків та відомостей (ЗЕЛВ);
- реалізація функції моніторингу і аналізу успішності магістрантів наукового напрямку та післясесійного контролю документообігу ІнМАД;

- автоматичне формування відповідних наказів та звітів за результатами проведення ЗЕС.
- розробка програмних засобів формування РЗЕС та супровідної документації, спрямованої на організаційне забезпечення проведення ЗЕС та післясесійного контролю;
- реалізація розроблених засобів в окремому модулі загальної автоматизованої інформаційної системи документообігу, моніторингу та управління навчальним процесом магістерської підготовки ІнМАД.

РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ МОДЕЛІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ СЕСІЇ

Комп'ютерна система автоматизованого формування розкладу сесії передбачає автоматизацію процесу формування РЗЕС, ЗЕЛВ, інформації до журналу їх реєстрації, аналітичних звітів за результатами проведення ЗЕС, наказу про призначення стипендії магістрантам за результатами ЗЕС та здійснює підрахунок середнього балу і навчального рейтингу магістрантів.

Для успішного виконання зазначених функцій структура програми формування розкладу реалізована у вигляді системи взаємозв'язків між окремими модулями (див. рис. 1).

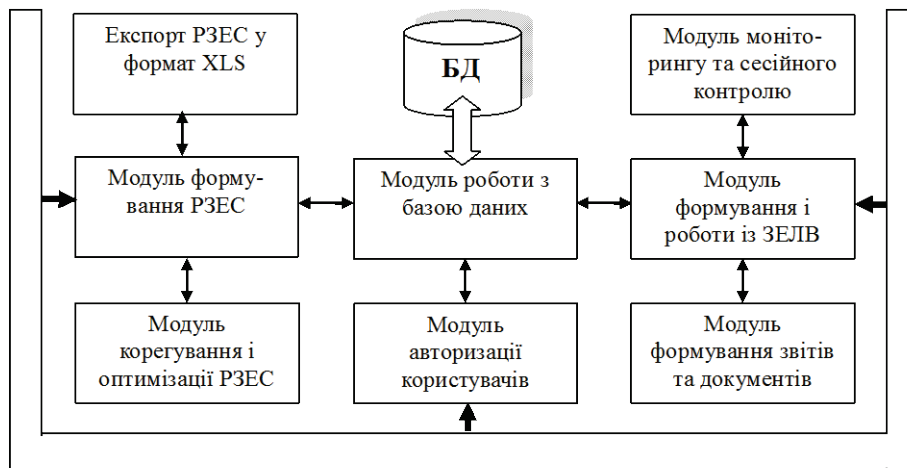


Рис. 1. Структурна модель системи автоматичного формування розкладу сесії

Кожен з них має відповідні функціональні особливості:

- модуль авторизації користувачів та розподілу прав доступу;
- база даних (БД), що зберігає інформацію про дисципліни, потоки та групи магістрантів, навантаження викладачів, а також таблиці розкладу сесії;
- модуль для роботи з базою даних здійснює обробку інформаційних масивів даних для формування вхідної інформації алгоритму створення розкладу сесії з урахуванням дисциплін вільного вибору магістрантів наукового спрямування;
- модуль формування розкладу, який базується на ітераційному розрахунку часових параметрів математичної моделі формування розкладу сесії;
- модуль корегування та оптимізації РЗЕС;
- модуль формування ЗЕЛВ, інформації до журналу їх реєстрації;
- модуль реалізації функції моніторингу сесійного контролю та обробки інформації, підрахунку навчального рейтингу та середнього балу успішності магістрантів;
- модуль експорту результатів роботи системи в окремий файл формату XLS;
- модуль автоматичного формування наказу про нарахування стипендії магістрантів та звітних відомостей аналізу успішності магістрантів.

Таким чином, структурна модель автоматизованої системи, що представлена на рис. 1, відображає функціональні взаємозв'язки не тільки всередині самої системи, а й забезпечує узгоджене використання спільних ресурсів загальної автоматизованої інформаційної системи документообігу (АІСД) ІнМАД.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ СЕСІЇ

Інформаційні показники автоматизованої системи створення РЗЕС визначаються ітераційним

методом за математичними моделями пропорційного еквіваленту потоків дисциплін.

Інтервали часових проміжків задамо множиною початку часового інтервалу, що для типу звітності "залік" визначатиметься з виразу:

$$TN = \left\{ t_1 + \frac{k}{V_{vz}}, k = \overline{0, x-1}, x \in N, x \leq \rho_{vz} \right\},$$

тут x – кількість часових інтервалів; $V_{vz} = \frac{\rho_{vz}}{(t_2 - t_1)/D}$ [1/год] – коефіцієнт періодичності проведення

заліків, k – порядковий номер елемента множини TN ; t_1, t_2 – час початку та завершення заліків протягом дня ЗЕС; $D = 1$ [день] – коефіцієнт, що характеризує тривалість проведення заліків в інтервалі $(t_1..t_2)$; ρ_{vz} – кількість одиниць заліків в день.

Увівши позначення Δt для тривалості перерви між заліками, отримаємо множину часу завершення заліків:

$$TK = \left\{ t_1 - \Delta t + \frac{k+1}{V_{vz}}, k = \overline{0, x-1}, x \in N, x \leq \rho_{vz} \right\}.$$

Кожному k -ому елементу часового проміжку відповідатиме пропорційний еквівалент потоків дисципліни, що визначається з виразу:

$$E_k = \sum_{i=1}^{n_d} \frac{p_{vi} \cdot r_{ki}}{g_{ki}},$$

тут для i -ої дисципліни: p_{vi} – пріоритет дисципліни викладача (залежно від типу навчальної дисципліни, що визначається циклом дисциплін згідно навчального плану, та вченого звання, вченого ступеня, посади викладача і т.д. в межах $(0..1)$), r_{ki} – пропорційний коефіцієнт вибору викладачем

даного часового проміжку, який нормований до одиниці: $\sum_{k=0}^{x-1} r_{ki} = 1, \forall i$; g_{ki} – кількість потоків, умова

нормування для яких виконується в межах однієї дисципліни: $\sum_{i=1}^{n_p} \frac{1}{g_{ki}} = 1, \forall k$, де n_p – кількість потоків дисципліни.

Для дисципліни, яка має m потоків, початкова матриця коефіцієнтів потоків:

		ПОТОКИ ДИСЦИПЛІНИ			
часові інтервали	1/m	1/m	...	1/m	
	1/m	1/m	...	1/m	
	
	1/m	1/m	...	1/m	

Оскільки, дисципліна має m потоків, то для проведення заліку чи екзамену (ЗЕ) відводиться m часових інтервалів.

Розв'язок задачі автоматичного формування РЗЕС, розміщення елементів розкладу розпочинається з найбільшого сумарного значення пропорційного еквіваленту (ключового елемента) матриці потоків дисциплін окремо взятої групи магістрантів. При цьому ітераційно здійснюється перерахунок еквівалентів вибраної дисципліни в потоках та дисциплін, які містять відмінні від нуля еквіваленти ключового елемента, з перерахунком зв'язаних еквівалентів усієї таблиці розкладу. Решта значень пропорційного еквіваленту для інших дисциплін обнуляється в матриці у відповідному рядку і стовпчику ключового елемента.

Для дисципліни з найбільшим значенням пропорційного еквіваленту здійснюється його приведення до одиниці на даному часовому інтервалі. Так, наприклад, для першої ітерації другого

потоків дисципліни матриця коефіцієнтів матиме вигляд:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & 0 \\ 1/(m-1) & 0 & \dots & 1/(m-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/(m-1) & 0 & \dots & 1/(m-1) \end{pmatrix}.$$

Для інших дисциплін здійснюється приведення еквіваленту до нуля, наприклад, для першої ітерації другого потоку отримуємо матрицю наступного вигляду:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 1 \\ \frac{(m-1)}{(m-2)} & 1 & \dots & \frac{(m-1)}{(m-2)} \\ \frac{(m-1)^2}{(m-1)^2} & \frac{(m-1)}{(m-1)} & \dots & \frac{(m-1)^2}{(m-1)^2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{(m-2)}{(m-1)^2} & \frac{1}{(m-1)} & \dots & \frac{(m-2)}{(m-1)^2} \end{pmatrix}.$$

Перерахунок коефіцієнтів матриці здійснюється до тих пір, поки в ній всі елементи не складатимуться із нулів та одиниць, причому – по одній одиниці в кожному рядку та стовпчику матриці пропорційних еквівалентів.

За результатом розрахунку формується матриця номерів часових інтервалів, в рядках якої – дисципліни магістерської підготовки, а в стовпчиках – групи студентів:

Таблиця 1.

Назва дисципліни	Номер часового інтервалу								
	Групи 1 потоку			Групи 2 потоку			Групи m потоку		
	g_{11}	...	g_{1n_1}	g_{21}	...	g_{2n_2}	g_{m1}	...	g_{mn_m}
Дисципліна 1	T_{111}	...	T_{11n_1}	T_{121}	...	T_{12n_2}	T_{1m1}	...	T_{1mn_m}
Дисципліна 2	T_{211}	...	T_{21n_1}	T_{221}	...	T_{22n_2}	T_{2m1}	...	T_{2mn_m}
...
Дисципліна d_s	$T_{d_s p_1}$...	$T_{d_s p_1 n_1}$	$T_{d_s p_2}$...	$T_{d_s p_2 n_2}$	$T_{d_s p_m}$...	$T_{d_s p_m n_m}$

Для поточкових дисциплін часові інтервали дисципліни приймаються рівними:

$$T_{d_s p_f 1} = T_{d_s p_f 2} = \dots = T_{d_s p_f k}, \quad k = \overline{1, n_f}; \quad f = \overline{1, m};$$

де S – номер дисципліни, f – номер потоку дисциплін.

Дисципліни за вибором магістранта (ВМ) різних блоків вибору в межах однієї групи можуть приймати значення однакових часових інтервалів за умови проведення занять з цих дисциплін різними викладачами:

$$T_{d_{s+1} p_f n_g} = T_{d_{s+2} p_f n_g} = T_{d_{s+3} p_f n_g}; \quad f = \overline{1, m}; \quad g = \overline{1, n_m}.$$

У проведенні інтегральних дисциплін можуть брати участь декілька викладачів суміжних спеціальностей з різних кафедр, тому кожній дисципліні ставиться у відповідність група викладачів.

РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ МОДЕЛІ ТА АЛГОРИТМУ

База даних автоматизованої системи РЗЕС має нормалізовану структуру, використовує таблиці загальної інформаційної БД АІСД ІнМАД та зберігає усю необхідну інформацію про навчальні аудиторії, навантаження викладачів, робочі плани навчальних спеціальностей, індивідуальні плани магістрантів, групи та потоки магістрантів, тощо. Структура бази даних (див. рис. 2) надає можливість зберігати

декілька розкладів сесії, побудованих за ітераційним методом моделі перерахунку пропорційних еквівалентів потоків дисциплін, які характеризуються назвою (shed_name), датами початку і завершення (shed_dat1, shed_dat2), навчальним роком (year_id) та триместром (trimester_id) ЗЕС. Кожний елемент розкладу характеризується часом початку та завершення (item_dat1, item_dat2) ЗЕ. Розрізняють два типи (item_type) елементів розкладу: заліки та екзамени. Для останніх передбачено зберігання часу початку і завершення консультації (kons_dat1, kons_dat2). Кожний елемент розкладу вказує на комплементарну трійку: дисципліну (disp_id), групу студентів (mgroup_id) та групу викладачів (tgroup_id).

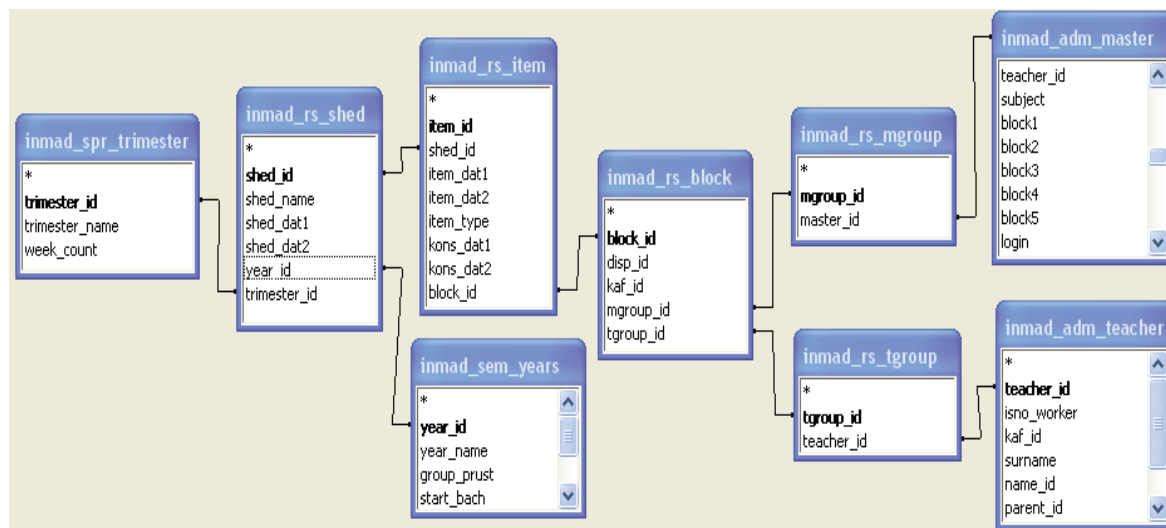


Рис. 2. Структура бази даних формування РЗЕС

Методика автоматичного формування РЗЕС базується на реалізації розроблених математичних та структурних моделей, спроектованої бази даних автоматизованої системи, яка інтегрована до загальної структури АІСД ІнМАД.

На цьому ґрунті розроблено узагальнений алгоритм автоматизованої системи формування РЗЕС, схема якого подана на рис. 3.

Алгоритм функціонування автоматизованої системи формування РЗЕС умовно поділяється на чотири блоки:

- блок підготовки вхідних даних, введення вхідних параметрів та формування шаблону (сітки) РЗЕС, переліку ЗЕ згідно ВМ;
- блок формування РЗЕС, що в автоматичному чи напівавтоматичному режимі здійснюється заповнення сітки розкладу, та перевірка правильності РЗЕС;
- блок корегування та оптимізації розкладу, створення графічних форм друку та реалізації функцій експорту даних РЗЕС;
- блок формування ЗЕЛВ, журналу їх реєстрації, наказу про нарахування стипендій, звітної документації за результатами ЗЕС та розрахунку навчального рейтингу і середнього балу магістрантів.

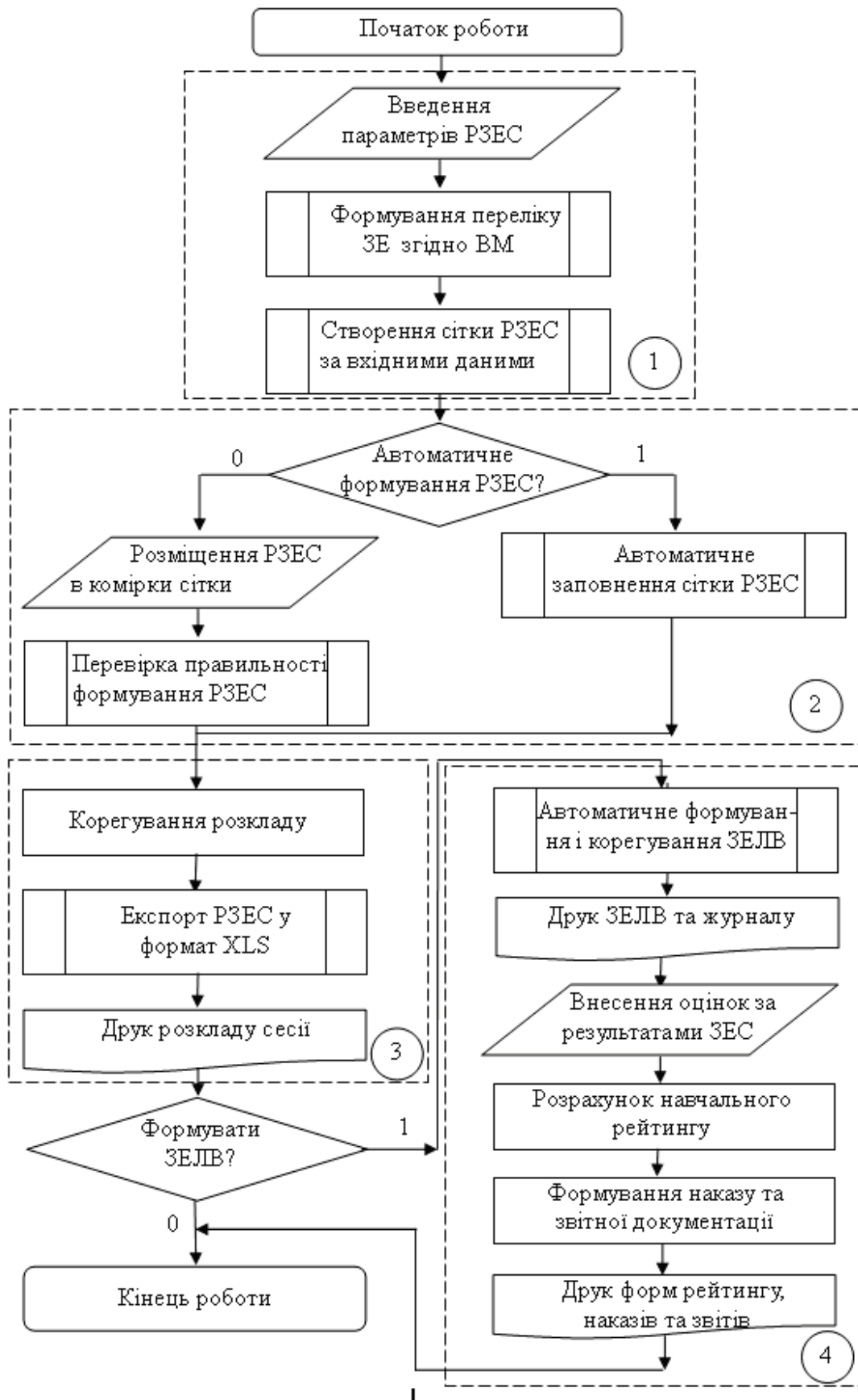


Рис. 3. Алгоритм функціонування інформаційної системи РЗЕС

ВИСНОВКИ

Використання інформаційних технологій дає змогу автоматизувати процес формування розкладу залікової сесії. На ґрунті розроблених математичних моделей розрахунку пропорційного еквіваленту потоків дисциплін запропоновано новий ітераційний метод заповнення матриці часових інтервалів сітки розкладу ЗЕС, який використано для автоматичного режиму формування розкладу сесії. Спроектовано структурну схему бази даних для зберігання необхідної інформації для забезпечення процесу формування РЗЕС.

Інститутом магістратури, аспірантури та докторантури ВНТУ на основі розробленого алгоритму реалізована автоматизована система формування та оптимізації розкладу ЗЕС для магістрантів наукового спрямування, яка, крім цього, реалізує підтримку документообігу проведення заліково-екзаменаційної сесії та післясесійного моніторингу і контролю успішності магістрантів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматизація вищих навчальних закладів // ОТС. – К.: ОТС. – Режим доступу [електронний ресурс]: http://www.otc.com.ua/files/OTS_automation_VUZ.pdf.
2. Быковский В.В. Решение вопросов предоставления данных интегрированной автоматизированной информационной системы на сайте ВУЗа/ В.В. Быковский, И.В. Возяков, Т.В. Волкова, Д.Н. Селищев // Всероссийская научно-практическая конференция «Информационная среда ВУЗа XXI века». – 15-18 сентября 2008 г. – 2008. – 3 с.
3. Поляков Д.В. Интегрированная система управления учебным процессом в ВУЗе / Д.В. Поляков // НОУ Академия управления ТИСБИ, г. Казань – Режим доступа [электронный ресурс]: <http://www.ict.edu.ru/vconf/files/10261.doc>.
4. Расписание занятий / Саратовский государственный технический университет. Система отображения расписания занятий и сессий // Режим доступа [электронный ресурс]: <http://rasp.sstu.ru>.
5. Решение Naumen University для управления и контроля учебного процесса ВУЗа на всех уровнях // IT-Event.Ru, EasyEurope.Ru. – Режим доступа [электронный ресурс]: <http://naumen.ru/go/events/webinars/121009>.
6. Лавров Е.А. Система компьютерного управления университетом / Е.А. Лавров, А.В. Клименко, М.В. Палт, Ю.В. Трубников. – М.: ТЕИС. – 2005. – 32 с. – Режим доступа [электронный ресурс]: <http://mkr.org.ua/index.php?showdetail=14>.
7. Система динамического планирования учебных расписаний . – Режим доступа [эл. ресурс]: http://verticalportals.ru/Portals/7/materials/VP_sistema_dinamicheskogo_planirovaniya.pdf.
8. Юхимчук С.В. Комп'ютеризована система управління індивідуальними навчальними планами магістратури /С.В. Юхимчук, С.В. Бевз, С.М. Бурбело, Н.Ф. Кузьмина, С.В. Хрущак //Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2008. – №2(16). – С.5-8.
9. Мокін В.Б. Розробка та впровадження систем документообігу і менеджменту навчального процесу магістерської підготовки /В.Б. Мокін, С.В. Бевз, С.М. Бурбело // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. — 2006.— № 2. — С. 5-12.
10. Юхимчук С.В. Розробка автоматизованої системи формування розподілу навантаження дисциплін магістерської підготовки /С.В. Юхимчук, С.В. Бевз, С.М. Бурбело, М.В. Крещенецька, С.М. Богатчук // Наукові праці ВНТУ. – 2008. – № 4. – Режим доступу [електронний ресурс]: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2008-4/2008-4.files/uk/08svymts_uk.pdf.

Надійшла до редакції 25.05.2009

БЕВЗ СВИТЛАНА ВОЛОДИМИРИВНА – к.т.н., доцент кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

ВОЙТКО ВІКТОРИЯ ВОЛОДИМИРИВНА – к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

БУРБЕЛО СЕРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ – аспірант кафедри математичного моделювання складних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

КУБА ТЕТЯНА ОЛЕГІВНА – магістрант кафедри інтелектуальних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

СУХОНОСОВ ОЛЕГ ОЛЕКСАНДРОВИЧ – магістрант кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.