

В. Б. Мокін, д-р. техн. наук, проф.;
С. В. Бевз, канд. техн. наук, доц.;
О. В. Бурка, студ.

АВТОМАТИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ПРОЦЕСІ РЕАЛІЗАЦІЇ НЕПЕРЕРВНОЇ ПІДГОТОВКИ НАУКОВИХ КАДРІВ ВИЩОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ

Побудовано структурно-функціональні, математичні та інформаційні моделі ідентифікації узагальнених критеріїв оцінювання навчально-наукової діяльності студентів для інформаційної підтримки прийняття рішень в процесі реалізації неперервної підготовки науковців. Запропоновано інформаційну модель визначення навчально-наукового рівня студентів, розроблено автоматизовану систему моніторингу, аналізу та обробки даних, що характеризують відповідний рівень підготовки наукових кадрів вищої кваліфікації.

Вступ

Сьогодні розвиток Інтернет-технологій сприяє активному використанню автоматизованих систем забезпечення нового комплексного підходу інформатизації керування навчальним процесом вищих навчальних закладів (ВНЗ) України [1—2]. Виходячи з вищесказаного, актуальною наразі є проблема створення засобів автоматизації, моніторингу та документообігу з використанням мережових технологій в режимі інформаційного забезпечення великої кількості територіально-розподілених користувачів [3—4].

Процес неперервної підготовки наукових кадрів ВНЗ є нині досить актуальним серед альтернативних, оскільки його ефективність є найвищою, що суттєво збільшує відповідно ефективність аспірантури та покращує успішність в магістратурі наукового напрямку. Автором навчальної технології неперервної підготовки науковців, яка запроваджена у Вінницькому національному технічному університеті (ВНТУ) з 1996 року, є академік Національної академії педагогічних наук України, доктор технічних наук, професор Борис Іванович Мокін. В ній максимально використано провідний іноземний досвід, який адаптовано до вимог української освіти та враховано структуру ВНТУ як синергетичну багатозв'язну ієрархічну логіко-динамічну стохастичну систему у найбільш узагальненому вигляді [5, 6].

Мета і постановка задачі

Метою роботи є підвищення ефективності процесу неперервної підготовки наукових кадрів шляхом реалізації новітніх інформаційних технологій підтримки прийняття рішень у веб-орієнтованому просторі.

Під об'єктом досліджень розуміємо автоматизацію процесів моніторингу та аналізу рейтингових показників суб'єктів автоматизованої інформаційної системи (АІС). Предметом дослідження постають математичні та інформаційні методи проведення моніторингу та обробки даних для інформаційної підтримки прийняття рішень, які враховують сучасну зорієнтованість навчального процесу магістерської підготовки вищого навчального закладу на забезпечення вимог Болонської Конвенції [7].

Основні задачі роботи включають розробку інформаційної моделі підтримки прийняття рішень вибору множини суб'єктів з кращими інформаційними характеристиками щодо наукових та навчальних показників, розробку інформаційної системи збору та обробки інформації стосовно рейтингових показників успішності, аналізу масивів даних та відображення оцінок у веб-орієнтованому електронному журналі рейтингу.

Загалом підрахунок рейтингу студентів апріорно зорієнтований на автоматизацію процесу з використанням моделей та методів підтримки прийняття рішень і може бути реалізований в системі багатокритеріального вибору варіантів на основі аналізу об'єктів за умови кількісно-якісної мно-

жини критеріїв оцінювання [8—9].

В результаті ідентифікації інформаційної моделі наукового рівня досягнень суб'єктів автоматизованої системи [10] слід сформувати низку рекомендацій стосовно підтримки прийняття рішень щодо вибору суб'єктів та їх навчально-наукових здобутків, що дозволить також виявити нові тенденції розвитку засобів та підходів стимулювання суб'єктів до наукової діяльності.

Вхідні параметри інформаційної системи моніторингу підтримки прийняття рішень

Прийняття рішення про визначення кращих студентів (випускників) базується на проведенні аналізу інформації поточного стану їх навчальних досягнень та наукових здобутків, зокрема, якості вивчення навчальних предметів, середнього балу, кількості публікацій в наукових журналах, збірниках матеріалів конференцій, тез доповідей, перемог у конкурсах наукових робіт та олімпіадах, патенти, свідоцтва та ін. Для розробки інформаційної моделі застосовується метод продукційних систем із теорії експертних систем та теорії штучного інтелекту.

До вхідних параметрів інформаційної системи моніторингу та підтримки прийняття рішень відносяться наукові досягнення суб'єктів, що проілюстровані на структурній схемі рис. 1 у визначених множинах $\{H_i\}$, де i — тип наукового досягнення суб'єкта інформаційної системи. Для аналізу різномірної інформації про олімпіади, конкурси, публікації, патенти і т.п. створена критеріальна система оцінювання, що використовує множини

$\{H_o, H_k, H_p, H_s, H_v, H_m, H_t, H_n, H_z\}$ та характеризує кожне наукове досягнення відповідно до визначеної в [10] бальної системи оцінювання.

Складові ж навчального рейтингу множини $\{G_i\}$ ідентифікуються залежно від ролі суб'єкта у інформаційній системі. Так, навчальний рейтинг претендентів на вступ до магістратури розраховується за моделлю, яка включає оцінки з профільних дисциплін множини $\{G_p\}$, оцінки держіспитів бакалаврату множини $\{G_b\}$ та середній бал із додатка до диплому бакалавра $\{G_c\}$. Для магістрантів ІнМАД рейтинг визначається з урахуванням оцінок заліково-екзаменаційних сесій (ЗЕС) множини $\{G_s\}$ та оцінок за держіспити і за захист магістерської дипломної роботи з множини $\{G_m\}$. Для аспірантів актуальними у визначенні навчального рейтингу є оцінки за кандидатські іспити з множини $\{G_k\}$.

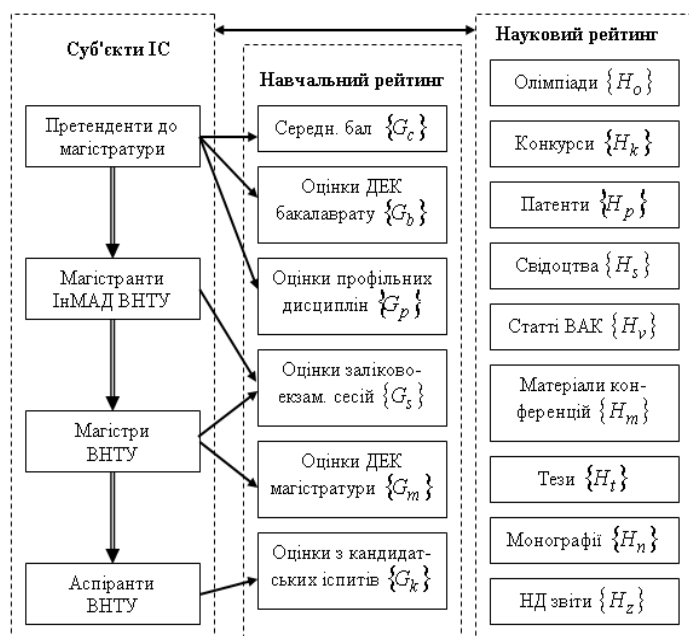


Рис. 1. Суб'єкти АІС наукового і навчального рейтингу

множини $\{G_m\}$. Для аспірантів актуальними у визначенні навчального рейтингу є оцінки за кандидатські іспити з множини $\{G_k\}$.

Для автоматизованого розрахунку навчального і наукового рейтингу використовуються інформаційні моделі підрахунку рейтингу.

Структурно-функціональна модель моніторингу та аналізу успішності

Підсистема формування інформації про суб'єкти системи призначена для збору та обробки даних, які необхідні для підтримки прийняття рішень на різних етапах неперервної підготовки наукових кадрів в Інституті магістратури, аспірантури та докторантури (ІнМАД) ВНТУ:

— по-перше, на етапі відбору кращих з претендентів серед студентів бакалаврату для конкурсного прийому їх до магістратури наукового напрямку ВНТУ;

— по-друге, на етапі формування необхідної документації про магістрантів наукового напрямку для забезпечення їх навчального процесу та відбору кандидатур для участі у запланованих навчально-виховних заходах і призначення відповідних стипендій і грантів;

— по-третє, на етапі вибору декількох магістрів ІнМАД кожного фахового інституту, які мають найвищі показники навчально-наукового рейтингу, для відзначення їх дипломами Почесного магістра із занесенням їхнього прізвища до Почесної книги ВНТУ;

— по-четверте, за результатами навчання в магістратурі з огляду на науково-навчальні характеристики випускників проводиться рейтингове оцінювання здобутків магістрів наукового напрямку, що необхідне для підтримки прийняття рішень в ході конкурсного зарахування до аспірантури ВНТУ.

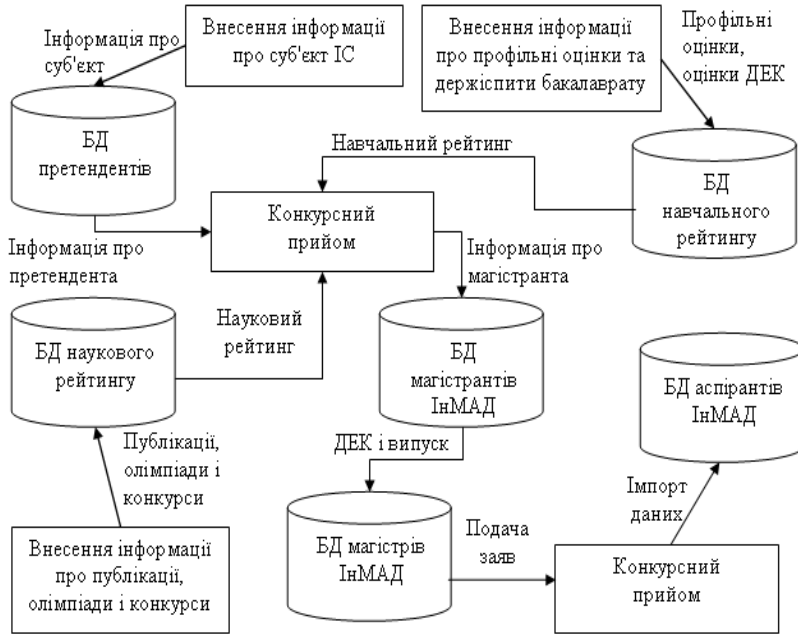


Рис. 2. Структурно-функціональна модель підсистеми збору та обробки інформації

Структура цієї автоматизованої інформаційної системи визначена необхідністю вирішення вище перерахованих задач. Структурно-функціональна модель цієї системи подана на рис. 2.

Оформлення усіх вхідних документів претендентами на навчання в магістратурі проводиться в мережевому режимі роботи автоматизованої системи документообігу магістратури за отриманими правами доступу до інформаційних ресурсів баз даних форуму ІнМАД.

Специфіка розробки індивідуальних планів магістрантів ІнМАД ВНТУ забезпечує належний навчально-науковий рівень під-

готовки з обраного вектора наукових досліджень в рамках виконання вимог Болонського процесу та враховує особливості організації навчального процесу у магістратурі наукового напрямку. Індивідуальні плани магістрантів включають блоки обов'язкових дисциплін, визначених нормативами Міністерства освіти та науки України, блоки дисциплін вільного вибору студента та сформовані на їх основі інтегральні дисципліни в рамках визначених спеціальностей магістратури, поточкові спеціальні дисципліни, рекомендовані для вивчення магістрантам за напрямком відповідних спеціальностей аспірантури. Важливо зазначити, що визначення циклу вибіркового дисциплін з робочого плану спеціальності здійснюється студентами самостійно на етапі оформлення документів для вступу до магістратури наукового напрямку ВНТУ.

При цьому оптимальний шлях мережевої передачі даних реалізовано за допомогою комбінованого методу з використанням підходів, запропонованих в [11, 12].

На момент зарахування студентів до магістратури база даних (БД) автоматизованої системи ведення документообігу, моніторингу та управління організаційними процесами утримує повний набір інформативних даних, необхідних для формування поточної документації, що обумовлює можливість подальшої автоматизації процесів пошуку, ідентифікації та вибору з системних баз даних потрібної інформації для заповнення відповідних стандартизованих шаблонів та електронних бланків.

За результатами зарахування претендентів на навчання до магістратури конкурсною комісією здійснюється імпорт даних із БД претендентів у БД магістрантів, після завершення магістерської підготовки проводиться імпорт необхідних таблиць та полів БД магістрантів до БД магістрів, звідки, в свою чергу, за результатами конкурсного прийому до аспірантури імпортується необхідна інформація до БД аспірантів ІнМАД ВНТУ.

Інформаційні моделі визначення навчально-наукового рейтингу

Розрахунок складових наукового рейтингу виконується з урахуванням елементів множини r_i , що визначає кількість балів за кожен з видів наукового досягнення, які подані у відношеннях множин

$$\{H_i\} = \{H_o, H_k, H_p, H_s, H_v, H_m, H_t, H_n, H_z\}.$$

Для наукових здобутків у вигляді патентів на винахід, авторських свідоцтв, матеріалів конференцій, тез доповідей, монографій та звітів за науково-дослідними тематиками (НДТ) рейтинг визначається з виразу

$$R_i = r_i \cdot |H_i|.$$

Здобуті перемоги та призові місця на олімпіадах і конкурсах наукових робіт враховуються в науковому рейтингу урахуванням атрибута ознаки призового місця h_{op}, h_{kp}

$$\begin{cases} R_o = r_o \cdot |H'_o|; \\ R_k = r_k \cdot |H'_k|, \end{cases}$$

де H'_o, H'_k — множини інформації про олімпіади та конкурси наукових робіт, в яких суб'єкти АІС посіли призові місця

$$\begin{cases} H'_o = \sigma_{(h_{op}=1)}(H_o); \\ H'_k = \sigma_{(h_{kp}=1)}(H_k), \end{cases}$$

де $\sigma_{(h_{op}=1)}(H_o)$ — це вибірка H_o , що задовольняє умові $h_{op} = 1$.

Врахування рейтингу за наукові публікації у фахових журналах з переліку ВАК України має особливість, яка полягає у необхідності врахування рейтингу не тільки за опубліковану статтю r_v , а й за прийнятю до друку публікацію $r_w < r_v$.

Отже, враховуючи ознаку опублікування h_{vd} , отримаємо:

$$R_v = R'_v + R''_v,$$

де R'_v — рейтинг опублікованих статей у фахових виданнях з переліку ВАК України

$$R'_v = r_v \cdot |H'_v|; \quad H'_v = \sigma_{(h_{vd}=1)}(H_v);$$

R''_v — рейтинг прийнятих до друку статей у фахових журналах з переліку ВАК України

$$R''_v = r_w \cdot |H''_v|; \quad H''_v = \sigma_{(h_{vd} \neq 1)}(H_v).$$

Сумарний науковий рейтинг визначається як сума наукових рейтингів за кожний з видів досягнень:

$$R_H = \sum R_i.$$

Для реалізації оцінювання наукових досягнень за критеріями, визначеними в [8], щодо деякого узагальнення сутностей з метою оптимізації збереження та обробки даних, до БД додаються такі структури відношень:

— сутність інформації про публікації

$$H_p = (\underline{h_{ip}}, h_{fp}, h_{np}, \dots, h_{tp});$$

— сутність інформації про олімпіади і конкурси

$$H_o = (\underline{h_{io}}, h_{fo}, h_{no}, \dots, h_{to}).$$

Основними атрибутами цих відношень є відповідно \underline{h}_{ip} , \underline{h}_{io} — ідентифікатори (ключові поля), h_{fp} , h_{fo} — коди суб'єктів, h_{np} , h_{no} — назви елементів сутностей та h_{tp} , h_{to} — їх типи.

Визначення рейтингу різних видів досягнень використовує довідкову інформацію розподілу рейтингу за типами:

— для наукових публікацій різного рівня, в тому числі патентів на винаходи, звітів за НДТ, монографій тощо

$$T_p = (\underline{t}_{ip}, t_{np}, t_{rp});$$

— для олімпіад і конкурсів наукових робіт

$$T_o = (\underline{t}_{io}, t_{no}, t_{ro}).$$

Отже, проєкція об'єднання відношень магістрантів, наукових публікацій та рейтингу складає основу для визначення рейтингу публікацій науковців:

$$S_p = \pi_{\{S_p\}} (S [s_{fi} = h_{ip}] H_p [h_{tp} = t_{ip}] T_p),$$

де $\{S_p\} = \{s_{mi}, s_{fi}, s_{sn}, s_{nm}, s_{pn}, s_{kaf}, h_{np}, t_{rp}\}$ — множина атрибутів проєкції S_p , що ілюструє ідентифікатори суб'єкта, прізвище, ім'я, по батькові, інформацію про кафедру, а також назву наукової публікації та її рейтинг.

Проєкція об'єднання відношень магістрантів, олімпіад і конкурсів наукових робіт та їх рейтинг формує рейтинг олімпіад і конкурсів наукових кадрів

$$S_{ok} = \pi_{\{S_{ok}\}} (S [s_{fi} = h_{io}] H_o [h_{to} = t_{io}] T_o),$$

де $\{S_{ok}\} = \{s_{mi}, s_{fi}, s_{sn}, s_{nm}, s_{pn}, s_{kaf}, h_{no}, t_{ro}\}$ — множина атрибутів проєкції S_{ok} .

Розглянемо побудову узагальненої інформаційної моделі з використанням функції *FACTOR* та агрегуювальної функції визначення суми параметрів критеріїв в атрибуті s_{rt} для:

— наукових публікацій $S_{pr} = \text{FACTOR}(S_p; \{S_m\}; (rt : \text{SUM}(s_{rp})))$;

— олімпіад і конкурсів $S_{okr} = \text{FACTOR}(S_{ok}; \{S_m\}; (rt : \text{SUM}(s_{ro})))$,

де $\{S_m\} = \{s_{mi}, s_{fi}, s_{sn}, s_{nm}, s_{pn}, s_{kaf}\}$ — ключова множина атрибутів агрегуювальної функції.

Результуюче відношення рейтингу публікацій, олімпіад і конкурсів

$$S_{pok} = \text{FACTOR}((S_{pr} \cup S_{okr}), \{S_m\}; (ms : \text{SUM}(s_{rt}))).$$

Підсистема збору та аналізу інформації про претендентів до магістратури функціонує за підтримки засобів прийняття оптимальних рішень, які розроблені на основі інформаційної моделі з урахуванням продукційного правила.

Продукційна модель вибору множини суб'єктів

Узагальнене продукційне правило вибору суб'єктів, які мають вищі навчально-наукові показники, формується таким чином:

$$[\{S'\} \wedge \{G'\} \wedge \{H'_k\} \wedge \{H'_o\} \wedge \{H_\Sigma\}] \rightarrow \{fs_i(t)\},$$

де елементи антецедентних підмножин сукупностей умов та загальних характеристик студентів $S' \in S$, їх навчального рейтингу $G' \in G$, призових місць в конкурсах наукових робіт $H'_k \in H_k$, призових місць в олімпіадах різного рівня $H'_o \in H_o$, рейтингу за кількістю наукових публікацій $H_\Sigma = H_v \wedge H_m \wedge H_t \wedge H_z \wedge H_p \wedge H_s \wedge H_n \in H$ формують консеквент дієвої частини продукції.

Низка продукційних правил в ситуаціях вибору кращих кандидатур серед:

— претендентів на навчання в магістратурі наукового напрямку

$$f_1 = [\{S'\} \wedge \{G'\} \wedge \{H'_k\} \wedge \{H'_o\} \wedge \{H'_\Sigma\}] \rightarrow \{fs_1(t)\};$$

$$\{G'\} = \{G_c\} \wedge \{G_b\} \wedge \{G_p\};$$

— магістрів в ході навчального процесу

$$f_2 = [\{S''\} \wedge \{G''\} \wedge \{H''_k\} \wedge \{H''_o\} \wedge \{H''_\Sigma\}] \rightarrow \{fs_2(t)\};$$

$$\{G''\} = \{G_s\};$$

— магістрів після державної атестації f_3 для конкурсного зарахування до аспірантури повинна враховувати динаміку розвитку навчального процесу в цілому

$$f_2 = [\{S'''\} \wedge \{G'''\} \wedge \{H'''_k\} \wedge \{H'''_o\} \wedge \{H'''_\Sigma\}] \rightarrow \{fs_2(t)\};$$

$$\{G'''\} = \{G_s\} \wedge \{G_m\}.$$

Сформована продукційна модель є наочною та простою в застосуванні, характеризується високою модульністю, адаптивністю до змін інформаційної моделі.

Розробка автоматизованої інформаційної системи моніторингу, аналізу та обробки даних

Методика оцінювання навчально-наукового рівня досягнень базується на реалізації розроблених структурно-функціональних, математичних та інформаційних моделей ідентифікації узагальнених критеріїв, які характеризують відповідний рівень підготовки наукових кадрів, для підтримки прийняття рішень в процесі неперервної підготовки фахівців.

Автоматизована інформаційна система підтримки прийняття рішень в процесі реалізації неперервної підготовки наукових кадрів вищої кваліфікації створена на базі розроблених математичних та інформаційних моделей як окремий структурний додаток загальної автоматизованої системи ведення документообігу ІнМАД ВНТУ, що дозволяє спільне використання системних ресурсів. Цей модуль успішно апробований вже протягом 4 років.

На етапі збирання інформації засобами автоматизованої системи, що проілюстровано на рис. 3, здійснюється первинний аналіз та обробка даних, які характеризують навчально-науковий рівень підготовки студентів.

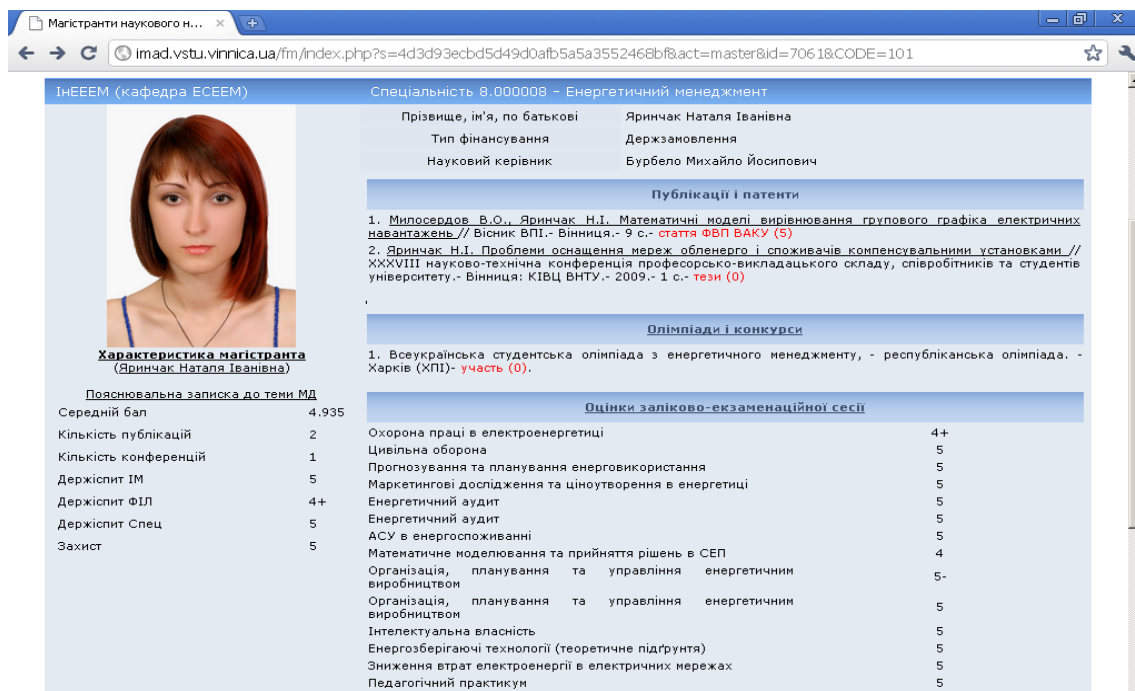


Рис. 3. АІС розрахунку навчально-наукового рейтингу

Автоматичний розрахунок рейтингових показників інформаційної системи моніторингу, аналізу та обробки даних, що характеризують науковий рівень підготовки у магістратурі ІнМАД проілюстровано на рис. 4.

Навчальний рік	Інститут (Кафедра)	Спеціальність	ПІБ	Науковий керівник	Рейтинг	Роботи
2009/2010	МТ (ТАМ)	8.090202 - Технологія машинобудування	<u>Кущіпа Наталія</u> <u>Володимирівна</u>	Козлов Леонід Геннадійович	8	ВАК - 1 ПД ВАК - 1 ТЕЗИ - 2
2009/2010	РТЗП (ЕЛ)	8.090802 - Електронні прилади та пристрої	<u>Іоніна Катерина</u> <u>Юріївна</u>	Білинський Йосип Йосипович	32	ВАК - 2 МК - 5 ПД ВАК - 1 Свідоцтво - 4 ТЕЗИ - 3 РК - 1
2009/2010	РТЗП (ПМБА)	8.091002 - Біотехнічні та медичні апарати і системи	<u>Ліхоткін Михайло</u> <u>Володимирович</u>	Злепко Сергій Макарович	0	
2009/2010	ІТКІ (ПЗ)	8.080403 - Програмне забезпечення автоматизованих систем	<u>Власюк Раїса</u> <u>Сергіївна</u>	Петух Анатолій Михайлович	47	ВАК - 4 НВ - 1 МК - 14 СДРПА - 6 ТЕЗИ - 4 РК - 1 УЧ - 3
2009/2010	РТЗП (ЛОТ)	8.091101 - Лазерна та оптоелектронна техніка	<u>Іванов Олексій</u> <u>Андрійович</u>	Кожен'яко Володимир Прокопович	32	НВ - 1 МК - 1 Свідоцтво - 3 СДРПА - 5 ТЕЗИ - 8 УЧ - 1

Рис. 4. Ілюстрація розрахунку наукового рейтингу

На основі запропонованої інформаційної моделі визначення навчально-наукового рівня в процесі ідентифікації узагальнених критеріїв оцінювання розроблено метод підтримки прийняття рішень, який дозволяє підрахувати навчально-науковий рейтинг для вибору кращих студентів в процесі неперервної підготовки наукових кадрів, а також сформувати низку узагальнених рекомендацій щодо покращення основних показників науково-дослідної роботи студента.

Висновки

Інформаційна модель побудована з урахуванням комплексного підходу до безперервного процесу підготовки наукових кадрів вищої кваліфікації в аспірантурі з бакалаврату через магістратуру. Вона дозволяє не лише проводити відбір кращих претендентів з числа бакалаврів, магістрантів чи магістрів, а й проводити ідентифікацію встановлених показників навчально-наукового рейтингу з метою отримання рекомендацій щодо шляхів його покращення.

Розроблені структурно-функціональні та інформаційні моделі автоматизованої системи підтримки прийняття рішень реалізовані в окремому модулі загальної інформаційної системи магістерської підготовки ІнМАД ВНТУ, який забезпечує мережеву взаємодію віддалених користувачів системи та відповідних структурних підрозділів ВНТУ в процесі реалізації неперервної підготовки науковців. Такий підхід забезпечує ефективну автоматизацію в рамках ведення документообігу та дозволяє уникнути імовірної появи випадкових помилок у процесі виконання рутинних операцій моніторингу та обробки даних рейтингових показників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматизація вищих навчальних закладів // ОТС. — К.: ОТС. — Режим доступу [електронний ресурс]: http://www.otc.com.ua/files/OTC_automation_VUZ.pdf
2. Поляков Дмитрий Владимирович Интегрированная система управления учебным процессом в вузе [Електронний ресурс] // НОУ Академия управления ТИСБИ, г. Казань. — Режим доступу: <http://www.ict.edu.ru/vconf/files/10261.doc>.
3. PayDox для крупных предприятий. Построение территориально распределенной системы электронного документооборота для крупных холдинговых и многофилиальных структур [Электронный ресурс] / Paybot LLC. — 2010. — Режим доступа : <http://www.paydox.ru/Help/DoTour.asp?do=tour&page=29&l=3>.
4. Старостин Е. Н. Опыт создания крупных территориально-распределенных систем управления документами на платформе OPTIMA-Workflow. [Электронный ресурс] // Инфодокум-2009 : матер. конф. — 2009. — Режим доступа : <http://www.optima-workflow.ru/Documents/GDDMS.pdf>. — 20 с.
5. Мокін Б. І. Узагальнені математичні моделі блоків п'ятого рівня ієрархії, які замикають університетську синергетичну систему / Б. І. Мокін, А. В. Пислярова, Ю. В. Мокіна // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2009. — № 6. — С. 101—113.
6. Положення про порядок підготовки магістрів у Вінницькому національному технічному університеті / Б. І. Мокін, В. В. Грабко, В. Б. Мокін, С. В. Бевз. — 6-те вид. — Вінниця : ВНТУ, 2006. — 75 с.
7. Вища освіта України і Болонський процес : навч. посіб. / М. Ф. Степко, Я. Я. Болюбаш, В. Д. Шинкарук [та ін.] ; за

ред. В. Г Кременя. — Тернопіль : Навчальна книга — Богдан, 2004. — 384с. — ISBN 966-692-484-6.

8. Метод варіантного аналізу успішності магістрантів / С. В. Бевз, В. В. Войтко, С. М. Бурбело [та ін.] // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія, 2007, № 2(9). — С. 203—208.

9. Бевз С. В. Метод багатокритеріального аналізу об'єктів за умов кількісно-якісної множини критеріїв оцінювання / С. В. Бевз, О. В. Романюк, В. В. Войтко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2007. — № 1. — С. 89—92.

10. Мокін В. Б. Розробка та ідентифікація інформаційної моделі наукового рівня магістерських дисертацій / В. Б. Мокін, С. В. Бевз, С. М. Бурбело [та ін.] // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — Вінниця. — № 5. — 2009. — С. 70—78.

11. Бевз С. В. Процеси автоматизації інформаційних потоків у системах керування документами / С. В. Бевз, В. В. Войтко, В. В. Міщенко [та ін.] // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — 2007. — № 1(8). — С. 148—152.

12. Бевз С. В. Комбінований метод пошуку оптимальних рішень з використанням засобів теорії графів / С. В. Бевз, В. В. Войтко, С. М. Бурбело, О. В. Гавенко // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. — 2008. — № 2(16). — С. 67—70.

Рекомендована кафедрою моделювання та моніторингу складних систем

Стаття надійшла до редакції 4.03.11

Рекомендована до друку 20.04.11

Мокін Віталій Борисович — завідувач кафедри моделювання та моніторингу складних систем, директор Інституту магістратури, аспірантури та докторантури;

Бевз Світлана Володимирівна — доцент кафедри електричних станцій та систем;

Бурка Ольга Віталіївна — студентка Інституту магістратури, аспірантури та докторантури.

Вінницький національний технічний університет