

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА АЛГОРИТМИ



Функціональна модель процесу формування акредитаційної справи вищого навчального закладу

В. В. ЗАВГОРОДНІЙ, К. М. ЯЛОВА

Дніпродзержинський державний технічний університет

Представлено підхід до автоматизації процесу формування акредитаційної справи вищого навчального закладу завдяки розробці спеціалізованої автоматизованої інформаційної системи. Наведено функціональну модель предметної області, розроблену засобами контекстної діаграми та діаграми декомпозиції першого рівня методології IDEF0. Описано математичну модель предметної області, яка враховує вхідні та вихідні потоки даних, ресурси, що використовуються в кожній функції системи та керуючі впливи на неї.

Представлен подход к автоматизации процесса формирования аккредитационного дела высшего учебного заведения при помощи разработки специализированной автоматизированной информационной системы. Представлена функциональная модель предметной области, разработанная средствами контекстной диаграммы и диаграммы декомпозиции первого уровня методологии IDEF0. Описана математическая модель предметной области, которая учитывает входящие и выходящие потоки данных, ресурсы, которые используются в каждой функции системы и управляющие воздействия на нее.

The approach concerning to process automation of the higher educational institution accreditation through the specialized automated information system development is provided. The data domain function model creating by means of the IDEF0 methodology's context diagram and the first level decomposition diagrams is presented. The data domain mathematical model taking into account input and output data streams, resources which are used in system's each function and the controlling impacts on it is described.

Вступ. На теперішній час інформаційні технології (ІТ) стали невід'ємною частиною суспільства. В багатьох вищих навчальних закладах (ВНЗ) України застосовується ручна технологія обробки інформації паперових документів, що негативно позначається на продуктивності праці в різних організаційних підрозділах та процесі ефективного керування ВНЗ в цілому.

Одним із способів забезпечення ефективного управління ВНЗ України можна вважати проведення інформатизації системи управління на основі створення автоматизованих інформаційних систем (АІС), що забезпечать вирішення завдань збору, обробки, зберігання та ефективного використання інформації. Це дасть можливість підвищити якість та оперативність вирішення завдань, які виникають у системі управління ВНЗ.

Зв'язок із науковими і практичними завданнями та аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам застосування ІТ для оптимізації процесів управління ВНЗ присвячені праці Бикова В. Ю., Жалдака М. І., Ракова С. А., Кухаренко В. М., Гуржія А. М., Жука Ю. О. та ін. Також дослідженням даної теми займалися такі вчені як Білощицький А. О., Трегубенко І. Б., Беляев Ю. І., Співаковський О. В., Щедропольєв Д. Є., Мокін Б. І. та Мокін В. Б. Основні напрями наукових досліджень зазначених науковців умовно можна поділити наступним чином:

- методи, моделі, технології та інформаційні системи оптимізації навчального процесу;

- АІС для підтримки прийняття рішень керівниками ВНЗ;

- системи керування ВНЗ в цілому та системи автоматизації окремих управлінських процесів.

Питаннями розробки АІС для підтримки процесу проведення ліцензування, атестації та акредитації в РФ займалися Петров А. В., Мотова Г. Н., Капустін Ю. І. Результати цих досліджень дають змогу здійснити висновки стосовно недоліків та переваг застосування ІТ при автоматизації функцій керування ВНЗ.

Постановка завдання. Мета даної роботи – визначитися з основними концептуальними підходами автоматизації процесу формування акредитаційної справи напряму чи спеціальності ВНЗ або ВНЗ в цілому, як невід'ємної функції керування університетом. Розробити структуру та описати вимоги до АІС „Формування акредитаційної справи ВНЗ”. Представити результати аналізу предметної області (ПрО) у вигляді її функціональної та математичної моделі.

Результати дослідження. У відповідності із законом „Про вищу освіту” (від 01.07.2014 № 1556-VII) вищий навчальний заклад – це окремий вид установи, який є юридичною особою приватного або публічного права, діє згідно з виданою ліцензією на провадження освітньої діяльності на певних рівнях вищої освіти, проводить наукову, науково-технічну, інноваційну та/або методичну діяльність, забезпечує організацію освітнього процесу і здобуття особами вищої освіти,

післядипломної освіти з урахуванням їхніх покликань, інтересів і здібностей.

Перелічимо основні терміни глосарію ПрО. *Акредитація* – процедура надання ВНЗ певного типу права провадити освітню діяльність, пов'язану із здобуттям вищої освіти та кваліфікації, відповідно до вимог стандартів вищої освіти, а також до державних вимог щодо кадрового, науково-методичного та матеріально-технічного забезпечення. Можуть акредитуватись спеціальність, напрям підготовки і весь навчальний заклад. *Акредитація ВНЗ* – це державне визнання його статусу (рівня акредитації). Акредитація закладу здійснюється протягом навчального року. *Акредитація напряму або спеціальності ВНЗ* – це державне визнання відповідності рівня підготовки (перепідготовки) фахівців з цього напряму або спеціальності державним вимогам.

Акредитація у ВНЗ України проводиться на підставі та у відповідності до таких нормативних документів:

- Закон України „Про вищу освіту” (від 01.07.2014 № 1556-VII);
- Положення про акредитацію вищих навчальних закладів і спеціальностей у вищих навчальних закладах та вищих професійних училищах (із змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів

України № 1124 від 31.10.2011, № 801 від 15.08.2012, № 692 від 18.09.2013 та № 507 від 27.05.2014);

- Наказ Міністерства освіти і науки України №16 від 14 січня 2002 року „Про затвердження Положення про експертну комісію та порядок проведення акредитаційної експертизи” та інші.

Формування акредитаційної справи вимагає значних затрат часу та трудових ресурсів на виконання рутинних операцій, отримання статистичних даних в різних розрізах, наприклад за окремими дисциплінами, за блоками дисциплін, за спеціальностями, за напрямами підготовки, тощо.

Після завершення самоаналізу ВНЗ необхідно сформувати і заповнити чисельні таблиці розділів акредитаційної справи.

Для формування звітів самоаналізу ВНЗ в автоматизованому режимі пропонується розробити спеціалізовану АІС, яка б виконувала основні функції збору, зберігання, обробки, аналізу та представлення даних у зручному вигляді для їх подальшого використання.

На *рис. 1* наведено функціональну структуру спеціалізованої АІС „Формування акредитаційної справи ВНЗ”, яка передбачає застосування клієнт-серверної архітектури АІС із розподіленими джерелами вхідних даних та їх централізованою обробкою сервером.

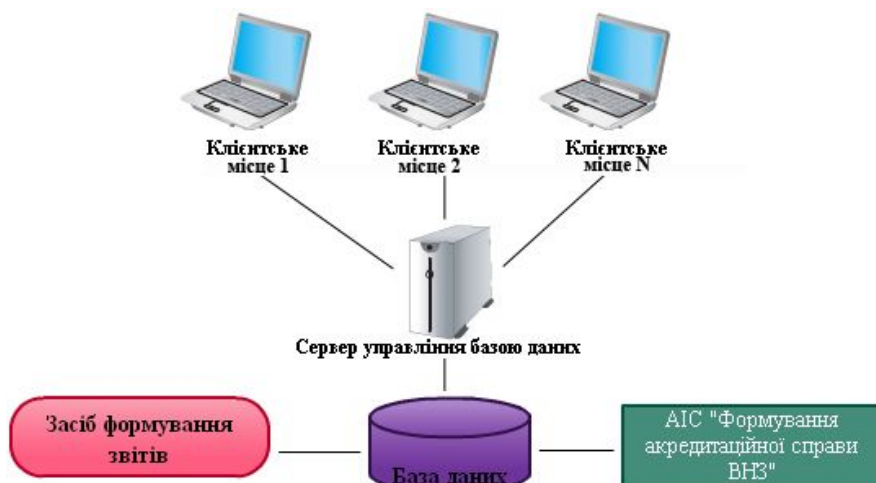


Рис. 1. Функціональна структура АІС „Формування акредитаційної справи ВНЗ”

Застосування АІС „Формування акредитаційної справи ВНЗ” дозволить вирішити наступні задачі:

- зберігання вхідної документації в електронному вигляді в базі даних (БД). Це дає змогу в будь-який момент часу знайти потрібний документ та дістати з нього потрібну інформацію. В якості вхідної інформації повинні зберігатися навчальні плани в залежності від спеціальності, освітньо-кваліфікаційного рівня і форми навчання та особові картки викладачів ВНЗ;
- автоматизований розрахунок та визначення якісного складу викладачів по кожній кафедрі та спеціальності ВНЗ з урахування акредитаційних та ліцензійних вимог та встановлених процентних співвідношень викладачів, що мають/не мають науковий ступінь, викладачів, що мають/не мають звання професора та кількості лекційних годин, які вони викладають;
- автоматизоване визначення оптимального якісного складу викладачів в залежності від наукових спе-

ціальностей, базових освіт та наукових звань викладачів для кожної спеціальності та ВНЗ в цілому;

- ведення БД щодо загальної інформації про ВНЗ, з атрибутами щодо розмірів території, кількості навчальних корпусів, їх площі, кількості комп’ютерної техніки, тощо;
- автоматизоване створення пакету документів акредитаційної справи для спеціальностей ВНЗ;
- друк та збереження в електронному архіві створених документів акредитаційних справ спеціальностей ВНЗ та ВНЗ в цілому.

До розроблюваної АІС висуваються наступні вимоги [1]:

- *ефективність засобів зберігання даних* – характеризується трьома показниками: ємністю (Гбайт), швидкістю обміну (Мбайт/с) та кількістю операцій введення/виводу в секунду;
- *масштабованість* – можливість економічного підвищення ефективності в міру зростання вимог;

- *висока доступність* – забезпечення безперервної роботи накопичувачів та їх сполучення із засобами резервного копіювання, що гарантують довгострокове збереження даних;
- *відкритість* – слідування прийнятим стандартам, можливість забезпечення підтримки перспективних стандартів;
- *прозорість доступу* – додатки повинні однаково працювати з даними незалежно від платформи зберігання і платформи виконання;
- *керованість* – простота установки, економічність і простота експлуатації. Остання вимога може бути виконано тільки при наявності централізованого управління системою зберігання даних, що дозволить робити моніторинг продуктивності системи, її переконфігурування та інші адміністративні процедури.

Одним із найскладніших етапів при створенні АІС є розробка функціональної та математичної моделей і алгоритмів, від яких залежить якість, продуктивність і ефективність АІС. Основна проблема ПрО області є неформалізованим і робить неможливим використання математичних методів аналізу властивостей ПрО [2]. Тому виникає потреба математичного моделювання ПрО методами, що враховують нечіткість і невизначеність опису об'єкта, що досліджується [3]. Необхідно зауважи-

ти, що найбільш наочним слід вважати створення специфікацій ПрО у вигляді синтаксичних діаграм.

Функціонально-орієнтована методологія IDEF0 дозволяє представити систему у вигляді множини функцій, що дозволяє описувати процеси незалежно від об'єктів, які їх виконують. Модель ПрО розроблена засобами IDEF0 буде виглядати як набір ієрархічно залежних діаграм, кожна з яких може складатися з декількох взаємопов'язаних підфункцій, що з'єднуються між собою горизонтальними та вертикальними зв'язками. Під горизонтальним прошарком необхідно розуміти автономні бізнес-процеси, відповідно до організаційних підрозділів системи. По вертикалі відображаються бізнес-процеси, які взаємодіють по семантичним правилам відповідно до функціонального призначення. Це дозволяє обґрунтовано та всебічно відобразити системні властивості кожної функції ПрО [4].

Процес побудови моделі ПрО засобами IDEF0 починається з розробки контекстної діаграми – найзагальнішого опису системи і її взаємодії з зовнішнім середовищем, що містить визначення суб'єкта моделювання, мети і точки зору на модель. Контекстна діаграма містить лише єдиний функціональний блок, який задає межі моделювання та описує найбільш узагальнений об'єкт вивчення (рис. 2).

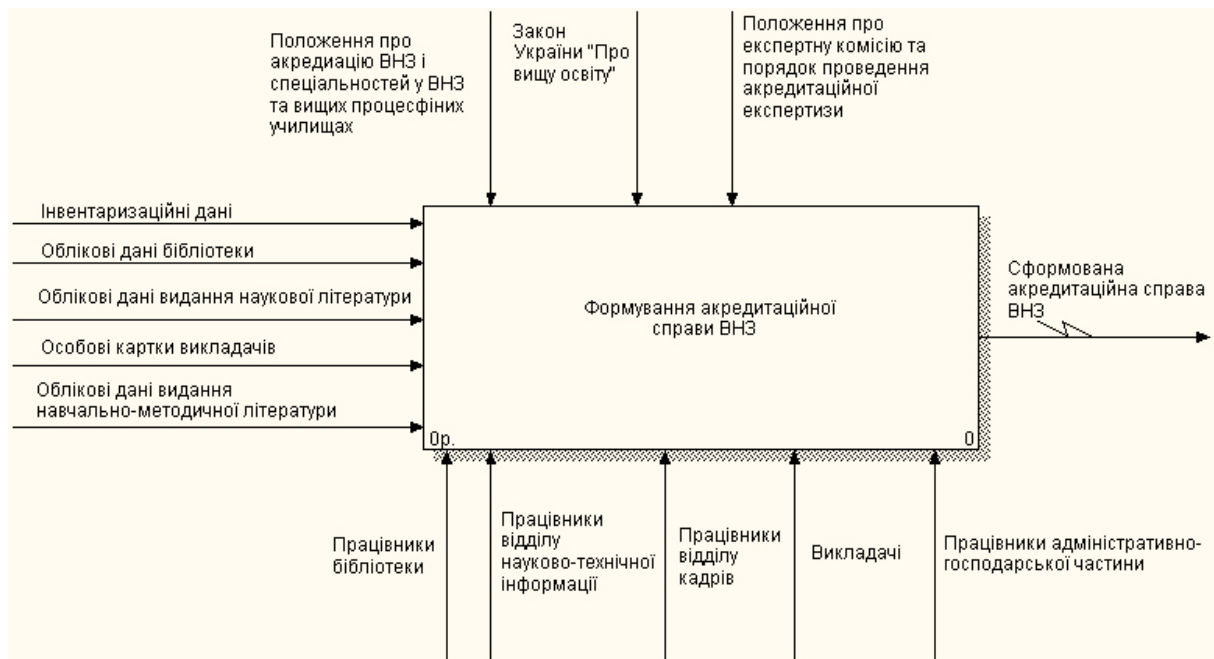


Рис. 2. Контекстна діаграма предметної області, розроблена засобами методології IDEF0

Методологія IDEF0 оперує поняттями вхідного, вихідного потоку, потоку управління та потоку механізму. В рамках розглядуваної ПрО у якості вхідних потоків визначено:

- дані стосовно інвентаризації та обліку матеріально-технічного забезпечення;
- облікові дані про існуючу та прийняту наукову, спеціалізовану літературу до бібліотеки і відомості підписок на періодичні фахові наукові видання;
- інформацію з особових карток професорсько-викладацького складу ВНЗ;
- результати обліку видання навчально-методичної літератури та документів, які супрово-

дують процес навчання у відповідності до ліцензійних та акредитаційних вимог: конспекти лекцій, методичні вказівки до лабораторних, практичних, курсових робіт, навчальні та робочі програми дисциплін, комплекти ККР, тощо;

- дані публікації наукових робіт, підручників, монографій, посібників викладачами ВНЗ;
- результати обліку успішності та результати екзаменаційних сесій студентів.

Вихідним інформаційним потоком ПрО є сформовані розділи акредитаційної справи, які створюються шляхом автоматизованих вибірок даних АІС „Формування акредитаційної справи ВНЗ”, склад яких представлено в табл. 1. Вхідними параметрами вибірок з БД можуть бути:

- одиниці організаційної структури: ВНЗ в цілому, факультет, кафедра;
 - форма, напрям, спеціальність навчання та цикл підготовки з прив'язкою до кафедри та факультету;
 - назва навчальної дисципліни.
- До потоків управління моделі, що задають правила, алгоритми та процедури функціонування системи відносяться „Положення про акредитацію ВНЗ і спеціальностей у ВНЗ та вищих професійних

училищах”, закон України „Про освіту” та „Положення про експертну комісію та порядок проведення акредитаційної експертизи”.

Відображення потоків-механізмів на діаграмі IDEF0 надає змогу описати ресурси, що використовуються в ході діяльності системи, в даному випадку це працівники підрозділів ВНЗ, які мають відношення до облікових процесів діяльності ВНЗ, дані яких використовуються при формуванні акредитаційних справ.

Таблиця 1. Склад вихідної інформації АІС

Розділ	Вихідна інформація
Розділ 1	Загальні показники розвитку ВНЗ
	Склад кафедр, характеристика професорсько-викладацького складу
Розділ 2	Показники формування контингенту студентів
	Динаміка змін контингенту студентів
	Структура підготовки фахівців
	Кількісні показники підготовки фахівців
	Результати випуску, використання та адаптації випускників
	Характеристика випускників та їх працевлаштування
Розділ 3	Характеристика викладацького складу
	Якісний склад науково-педагогічних працівників, які забезпечують навчальний процес за напрямом, спеціальністю та по циклах підготовки
	Кадрове забезпечення циклів підготовки
Розділ 4	Наявність навчально-методичних матеріалів за дисциплінами навчального плану
	Інформаційне забезпечення навчального процесу за дисциплінами
	Бібліотечний фонд за напрямом, спеціальністю
Розділ 5	Результати останньої сесії
	Зведена відомість результатів виконання ККР
Розділ 6	Інформація про забезпеченість навчальними площами та сукупний ліцензований обсяг прийому студентів
	Стан навчально-матеріальної бази
	Список основної навчальної літератури, що є в бібліотеці ВНЗ
	Список фахових періодичних видань
	Перелік спеціалізованих кабінетів, які забезпечують виконання навчального плану
	Перелік спеціалізованих лабораторій з ПЕОМ, які забезпечують виконання навчального плану
Розділ 7	Якісні показники наукової діяльності
Розділ 8	Якісні показники міжнародних зв'язків
Розділ 9	Показники фінансово-господарської діяльності

Після опису системи в цілому проводиться розбивка її на великі фрагменти. Цей процес називається функціональною декомпозицією, а діаграми, що описують кожен фрагмент і взаємодію фрагментів, називаються діаграмами декомпозиції [5]. Створення діаграм декомпозиції дозволяє деталізувати ПрО, а глибина розбивки залежить від початкової складності системи та вимог, які висуваються до майбутньої інформаційної системи. Діаграми декомпозиції будуються за тими ж правилами IDEF0, що і контекстна діаграма. Декомпозиція першого рівня, тобто деталізації контекстної діаграми ПрО, представлена на рис. 3.

Окрім графічного відображення моделі ПрО також необхідно задати формальні специфікації процесів і об'єктів засобами математичної моделі. Математична модель – це система математичних відносин, яка описує об'єкт і його поведінку в реальних умовах. Математична

модель повинна адекватно відображати будь-який варіант формалізації ПрО. При цьому процес математичного моделювання буде зводитися до опису логічних відношень та структури ПрО, теоретичною базою для цього буде слугувати функціональна та об'єктна структура ПрО. Математична модель ПрО, описана засобами функціональної методології IDEF0, може бути задана наступним чином [6]:

$$C = \langle E, G, S \rangle, \quad (1)$$

де C – це обмежена вимогами автоматизація предметна область, яку можна описати як систему, що задається у вигляді множини процесів $E = \{E_1, \dots, E_N\}$, відношеннями між процесами G та словником глосаріїв кожної діаграми моделі S .

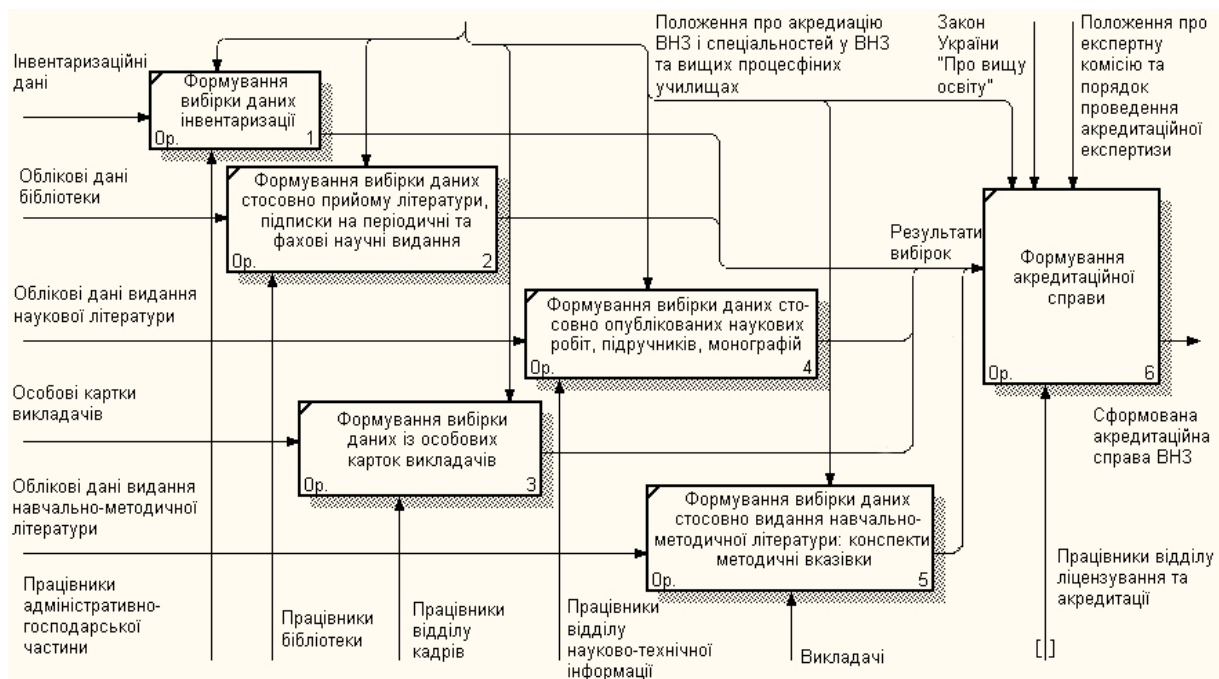


Рис. 3. Діаграма декомпозиції першого рівня ПрО, розроблена засобами методології IDEF0

Розглянемо бізнес-процес ПрО E_i , який може бути описаний і входами, O виходами, L управліннями та M механізмами. Множини інформаційних потоків ПрО можуть бути записані наступним чином: множина вхідних потоків бізнес процесу $I_i = \{i_1, \dots, i_N\}$, O_i – множина $\{o_1, \dots, o_N\}$ вихідних потоків процесу E_i , L_i – множина $\{l_1, \dots, l_N\}$ потоків управління та M_i – множина $\{m_1, \dots, m_N\}$ потоків-механізмів процесу E_i . Тоді кожен бізнес-процес ПрО може бути описаний наступним чином:

$$E_i = \langle I_i, O_i, L_i, M_i \rangle. \quad (2)$$

Множина відношень G між процесами $\{E_1, \dots, E_N\}$, які визначають постійні зв'язки та динамічні взаємодії компонентів системи, задається в узагальненому випадку наступним простором значень:

$$G = \langle G_{OI}, G_{OL}, G_{OM} \rangle. \quad (3)$$

При цьому взаємодія між процесами E_i та E_j може бути описана наступною множиною співвідношень:

- співвідношення вихід-вхід G_{OI} – множина вихідних потоків процесу E_i , які перетворюються у вхідні потоки процесу E_j , а їх наявність дасть змогу запустити виконання процесу E_j .

- співвідношення вихід-керування G_{OL} – множина вихідних потоків процесу E_i , які перетворюються у потоки управління процесу E_j , а їх наявність задасть правила та алгоритми виконання процесу E_j .

- співвідношення вихід-механізм G_{OM} – множина вихідних потоків процесу E_i , які перетворюються у потоки-механізми процесу E_j , а їх наявність вкаже на перерозподіл ресурсів в системі для виконання процесу E_j .

В рамках ПрО були визначені лише співвідношення типу вихід-вхід, коли вихід k_1 і-го процесу є входом k_2 для j -го процесу:

$$v_i^{k_1} = G_{OI}(e_i), \quad i_j^{k_2} = v_i^{k_1}. \quad (4)$$

Беручи до уваги сказане, вираз (1) може бути записаний у наступному вигляді:

$$C = \langle E, G_{IO}, S \rangle. \quad (5)$$

Враховуючи представлену структуру АІС „Формування акредитаційної справи ВНЗ”, можна відтворити топографію автоматизованих робочих місць з урахуванням організаційної структури ВНЗ. Розроблені функціональна та математична модель ПрО надає змогу перейти до об'єктного моделювання ПрО та розробки датографічної моделі БД. АІС „Формування акредитаційної справи ВНЗ” дозволяє автоматизувати одну з функцій управління ВНЗ та може розглядатися як невід'ємна складова частина єдиної системи керування ВНЗ [7]. Її створення та впровадження забезпечить оптимізацію процесу формування акредитаційної справи напряму, спеціальності або ВНЗ в цілому.

Висновки

Відповідно до мети роботи запропоновано підхід до розробки АІС та її функціональна структура. Результати аналізу ПрО стосовно автоматизації процесу формування акредитаційної справи ВНЗ представлені в графічному та математичному вигляді засобами функціональної методології IDEF0. Дотримання вимог щодо розробки АІС дозволить створити таку систему, яка могла б виконувати свої функції для більшості ВНЗ України. Застосування АІС дозволить значно спростити та прискорити процедуру формування акредитаційної справи ВНЗ.

У майбутньому з використанням Інтернет-технологій можливо перевести процес атестації в автоматизований режим, коли звіти самоаналізу ВНЗ будуть надходити на єдиний сервер Міністерства освіти та науки України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению. — М. : Издательско-торговый дом «Русская Редакция». 2004. — 576 с.
2. Методологии моделирования предметной области / С. В. Соловьев, Р. И. Цой, Л. С. Гринкруг. — М. : Издательство Академии Естествознания. 2011. — 340 с.
3. Востров Г. Н. Проблемы моделирования предметных областей в информационных системах / Г. Востров, Е. Малахов, К. Корнилова. Режим доступа : <http://www.codenet.ru/progrother/modelingproblems>
4. Востров Г. Н. Проблемы построения информационных систем над предметными областями / Г. Н. Востров, В. И. Межуев // Штучний інтелект. — 2008. — № 4. — С.736—746.
5. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум / С. В. Черемных, И. О. Семенов, В. С. Ручкин. — М. : Финансы и статистика. 2006. — 192 с.
6. Антонов В. В. Построение формальной модели предметной области с применением нечеткой кластеризации / В. В. Антонов, Г. Г. Куликов, Д. В. Антонов // Системный анализ, управление и обработка информации. — Уфа : УГАТУ. — 2011. — Т.15. — №5 (45). — С. 3—11.
7. Садовой О. В. Створення єдиної автоматизованої інформаційної системи управління вищим навчальним закладом на прикладі ДДТУ / О. В. Садовой, В. В. Завгородній, К. М. Ялова, К. В. Яшина // Збірник наукових праць НГУ. — Дніпропетровськ : ДВНЗ „НГУ”. — 2013. — № 42. — С.138—144.

пост.19.02.15