

## МЕТОДИКА ФУНДАМЕНТАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ БАЗ ДАНИХ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ У ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Стаття присвячена проблемі підвищення якості навчання баз даних майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій на засадах фундаменталізації освіти. Розроблено методику фундаменталізованого навчання баз даних і систем керування базами даних. Наведено систему навчальних, розвивальних і виховних цілей навчання баз даних за умови фундаменталізації освіти. Визначено умови фундаменталізації змісту навчання баз даних майбутніх ІТ-фахівців. Доведено необхідність подання навчальних понять курсу у вигляді семантичної моделі, яка містить ознаки призначення, структури, принципу дії, характеристики й фундаментальні філософські та математичні теорії, закони, категорії. Описано методику організації продуктивної навчально-пізнавальної діяльності студентів під час лекційних і практичних занять. На прикладі теми «Індексація» описано методи й дидактичні засоби продуктивної навчально-пізнавальної діяльності студентів під час лекційних і практичних занять.*

**Ключові слова:** методика навчання, фундаменталізація, ІТ-фахівець, бази даних, цілі навчання, зміст навчання, методи навчання, дидактичні засоби, продуктивна діяльність.

Підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій (ІТ-фахівців) до продуктивної діяльності вимагає розроблення методики фундаменталізації комп'ютерних дисциплін, зокрема навчальної дисципліни «Бази даних (БД)».

Нами в роботі [4] обґрунтовано концепцію диференційно-інтегративної фундаменталізації професійної підготовки майбутніх ІТ-фахівців до продуктивної діяльності на основі філософських, природничих і математичних законів і понять. У роботах [1; 2; 3; 5] нами розроблено зміст, методи та дидактичні засоби фундаменталізованого навчання майбутніх ІТ-фахівців, перераховано компоненти методичної системи фундаменталізованої професійної підготовки майбутніх ІТ-фахівців, розроблені у вигляді узагальнених структурно-функціональних моделей, які для застосування під час навчання баз даних і систем керування БД потребують конкретизації відповідно до предметної галузі навчальної дисципліни.

**Метою статті** є розроблення методики фундаменталізованого навчання баз даних майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій.

Одним із найбільш розповсюджених завдань, що виникає під час користування комп'ютера, є застосування інформаційних систем, заснованих на базах даних. Тому в процесі підготовки майбутніх ІТ-фахівців навчальна дисципліна «Бази даних» є фундаментальною та обов'язковою для вивчення.

Метою фундаменталізованої професійної підготовки майбутніх ІТ-фахівців з баз даних є формування в них професійних компетентностей виконувати продуктивну професійну діяльність з удосконалення вже наявних або створення нових баз даних і систем керування БД.

Відповідно до поставленої мети й системи професійних компетентностей ІТ-фахівця [3], нами розроблено навчальні, розвивальні та виховні цілі навчання баз даних.

Навчальними цілями дисципліни «Бази даних» є формування знань з проектування й організації баз даних, вивчення мови структурованих запитів SQL, ознайомлення із сучасними системами управління БД (СКБД), набуття практичних умінь і навичок проектування, розроблення й експлуатації баз даних та інформаційних систем, створених на їх основі. Розвивальними цілями є розвиток логічного, критичного, дивергентного, конвергентного мислення, здатності вирішувати проблеми, креативності, ерудиції та комунікативності. До виховних цілей належить виховання ініціативності, ентузіазму, трудової етики, навичок командної роботи, саморефлексії та самостійності.

Проектування й розроблення баз даних ІТ-фахівцем відбувається в результаті продуктивної професійної діяльності, що суперечить репродуктивному характеру навчально-пізнавальної діяльності студентів під час оволодіння вміннями виконувати цю діяльність. Тому завданням фундаменталізації змісту баз даних має бути підготовка майбутніх ІТ-фахівців до продуктивної професійної діяльності.

Відповідно до розробленої моделі змісту фундаменталізованої професійної підготовки майбутніх ІТ-фахівців [5], зміст навчання баз даних має містити поняття про минулі, сучасні та перспективні покоління баз даних і систем керування базами даних, а також фундаментальні філософські й математичні закони та категорії, які лежать в основі їх проектування й функціонування.

Однією з умов фундаменталізації змісту навчання баз даних є структурування навчального матеріалу на основі виділення логічної структури, систематизації й упорядкування знань, визначення фундаментальних понять і зв'язків між ними. Забезпечення цієї умови нами реалізовано так. По-перше, для спрощення сприйняття студентами великого обсягу різнопланових понять з баз даних і систем керування базами даних навчальний матеріал доцільно структурувати за тріадою ключових понять курсу: об'єкт – технологія його розробки – інструмент (рис. 1).

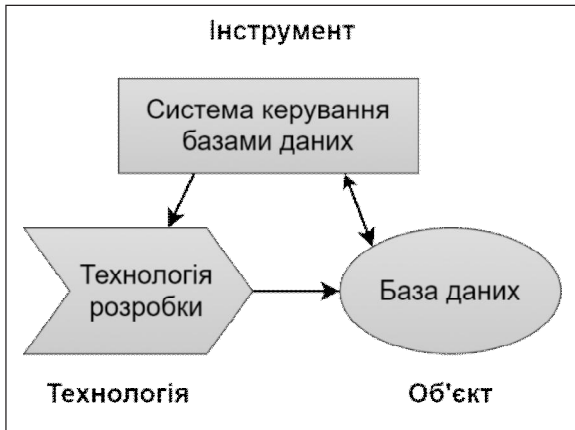


Рис. 1. Тріада ключових понять навчальної дисципліни «Бази даних»

По-друге, кожне ключове поняття про бази даних, моделі даних, системи керування БД, їх характеристики, технології розробки тощо необхідно подавати у вигляді моделі:  $P = \{R(f), S(f), D(f), H(f)\}$ , де  $R(f)$  – призначення,  $S(f)$  – структура,  $D(f)$  – принцип дії,  $H(f)$  – характеристики,  $f$  – філософські й математичні закони та категорії, які лежать в основі їх проектування й функціонування.

На рис. 2 подано приклад фундаменталізованого поняття навчальної дисципліни «Бази даних» у вигляді семантичної моделі поняття об'єктно-орієнтованої БД.

По-третє, для формування цілісного та глибоко уявлення студентів про бази даних, системи керування БД і технології розробки доцільно в перших темах подати їх у стислому загальному вигляді із зазначенням зв'язків між ними за допомогою філософських законів і категорій. На рис. 3 подано приклад аналізу поняття «база даних» на основі філософських категорій «загальне», «конкретне», «особливе», «причина», «наслідок».

Ще однією умовою фундаменталізації освіти є забезпечення продуктивної навчально-пізнавальної діяльності студентів, яка відображає процес розроблення нових чи вдосконалення вже наявних баз даних і СКБД як на практичних, так і на лекційних заняттях.

Через те що навчально-пізнавальна діяльність студента у ВНЗ відображає процес набуття суб'єктивно нових знань про предмети, які об'єктивно вже відомі, наведена вище модель  $P = \{R(f), S(f), D(f), H(f)\}$  може бути використана для подання понять про наявні бази даних і СКБД, а також їх характеристики під час продуктивної навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Оскільки для отримання нових баз даних і СКБД з покращеними характеристиками на основі вже наявних достатньо змінити структуру або принцип дії останніх, під час організації продуктивної діяльності студентів із засвоєння нового матеріалу доцільно поняття про бази даних і СКБД викладати в хронологічному порядку їх появи. За такого підходу кожне наступне поняття буде визначатись як удосконалена версія вивчених раніше баз даних і СКБД.

При цьому доцільно застосувати ретроспективний аналіз розвитку БД та систем керування ними [1]. Системний ретроспективний аналіз БД та СКБД дає змогу визначити основні причини виникнення (нові характеристики) кожного покоління із зазначенням нового призначення, структури, принципу дії (математичні закони, на основі яких будуються моделі даних) і згодом визначити перспективи їх розвитку.

Далі розглянемо методи та дидактичні засоби, які доцільно використовувати для організації продуктивної навчально-пізнавальної діяльності студентів на лекційних і практичних заняттях.

Нами в роботі [1] розроблено методи навчання вдосконалення вже наявних і створення нових ІТ-продуктів.

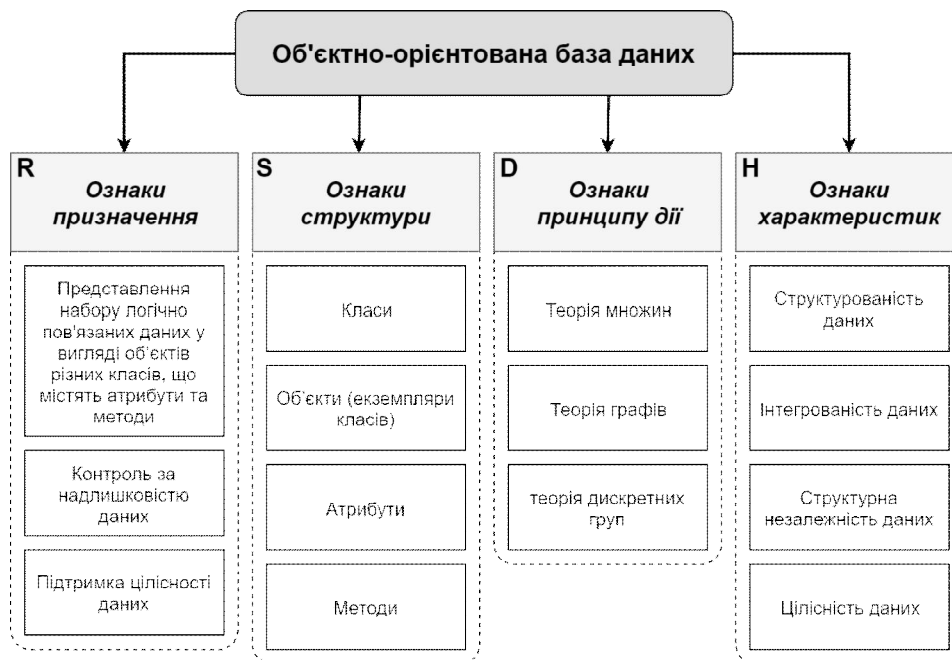


Рис. 2. Семантична модель поняття об'єктно-орієнтованої бази даних

Розглянемо реалізацію методу та відповідних дидактичних засобів удосконалення базового або створення нового ІТ-продукту під час навчання баз даних на прикладі теми «Індексація».

Перше знайомство студентів з поняттям «індексація» доцільно здійснити на лекції, запропонувавши їм розв'язати таке завдання: «Таблиці в базі даних можуть мати велику кількість рядків, які зберігаються в довільному порядку, і їх пошук за заданим значенням шляхом послідовного перегляду таблиці рядок за рядком може займати в СКБД багато часу. Треба знайти спосіб збільшення швидкості такої операції без зміни датовісної моделі бази даних».

Викладач за допомогою евристичних питань («Як саме організований пошук даних у знайомих вам некомп'ютеризованих системах зберігання інформації (бібліотека, реєстратура лікарні, книга тощо)? Які методи використовують для скорочення часу пошуку інформації? Як саме відбувається пошук інформації в різних предметних галузях оточуючого вас простору?») повинен підвести студентів до таких висновків.

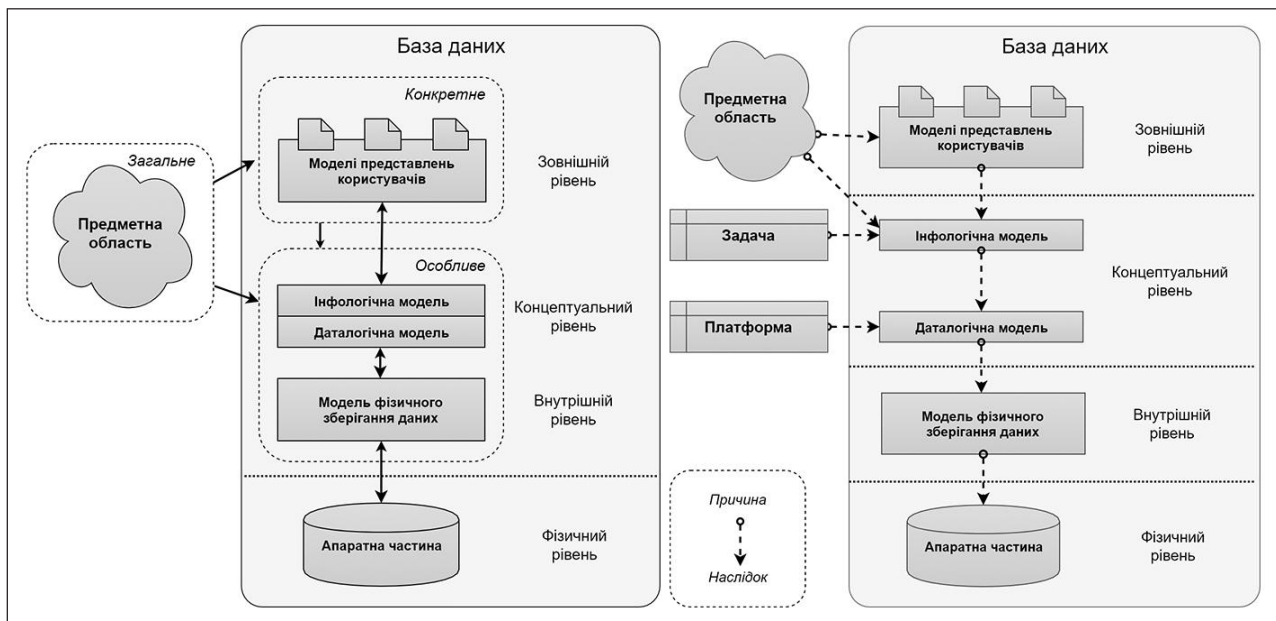


Рис. 3. Аналіз поняття «база даних» на основі філософських категорій



Рис. 4. Семантична модель поняття «індексація»

Для вирішення цієї задачі СКБД треба доповнити додатковою функціональністю, що дасть змогу створити для кожної з таблиць, які потребують значного прискорення операції пошуку над своїми рядками даних, окремі структури даних, подібні до предметного покажчика в книгах. Ці структури даних повинні містити посилання на кожен із рядків відповідної таблиці та забезпечувати прямий доступ до них за мінімально можливою кількістю окремих кроків пошуку в таблиці. Щоб досягти такого результату, ці записи повинні бути або відсортовані особливим чином, або містити таку інформацію, що надавала б можливість здійснити прямий перехід до шуканого рядка таблиці.

На наступному етапі розв'язання задачі відбувається методом евристичних питань, підкріплених інформаційними підтримками у вигляді переліку структур даних і їх властивостей. Приклади таких питань: «Які математичні структури даних дають змогу здійснити сортування та наступний пошук серед набору даних? Якими властивостями вони володіють? Чи можна використати обрану алгоритмічну структуру даних для реалізації першого варіанта розв'язання задачі? Як саме можна здійснити сортування та пошук даних за обраною алгоритмічною структурою? Який алгоритмічний метод дає можливість здійснити прямий перехід по заданому значенню до шуканого рядка таблиці?».

Відповідаючи на ці питання, студенти повинні дійти висновку, що для реалізації першого варіанта необхідно використовувати таку алгоритмічну структуру даних, як В-дерева. Головною особливістю В-дерев є логарифмічна залежність загальної кількості елементів даних і максимальної кількості кроків, які необхідно виконати для пошуку необхідного елемента даних. Навіть за великого обсягу масиву даних, серед якого відбувається пошук, середня кількість операцій залишається невеликою та не перевищує  $\log_t(N)$ , де  $t$  – мінімальний ступінь вузла дерева,  $N$  – загальна кількість даних у таблиці.

Для реалізації другого варіанта розв'язання задачі необхідно використовувати методи хешування. Загальною ідеєю методів хешування є застосування до значення ключа деякої функції згортання (хеш-функції), що виробляє значення меншого розміру. Значення хеш-функції потім використовується для доступу до запису. У найпростішому класичному випадку згортка ключа використовується як адреса в таблиці, що містить ключі й записи. Основною вимогою до хеш-функції є рівномірний розподіл значення згортки. У разі виникнення колізій (одна й та сама згортка для декількох значень ключа) утворюються ланцюжки переповнення. Головним обмеженням цього методу є фіксований розмір таблиці. Якщо таблиця заповнена занадто сильно або переповнена, то виникне дуже багато ланцюжків переповнення, і головна перевага хешування – доступ до запису майже завжди за одне звернення до таблиці – буде втрачена. Розширення таблиці вимагає її повної переробки на основі нової хеш-функції.

Далі викладач зазначає, що використання таких допоміжних структур даних, як В-дерева та хеш-функції й відповідних до них алгоритмів, у системах керування БД отримало назву «індексування даних». Допоміжні структури називають «індексами», вони зазвичай зберігаються в окремих файлах системи керування БД. Поля таблиць, на основі яких конструюються індекси, мають назву індексних ключів.

Узагальнити й підсумувати теоретичний матеріал доцільно, побудувавши разом зі студентами семантичну модель поняття «індексація», наведену на рис. 4.

Формування вмінь і навичок використання індексації під час розроблення нових чи вдосконалення вже наявних баз даних і систем керування БД відбувається на практичних заняттях під час розв'язання задач.

Прикладом такої задачі може бути: «Дана реляційна база даних «Бібліотека» та SQL-запит до неї. Необхідно визначити середній час виконання цього запиту. Доопрацювати фізичну структуру бази даних (без зміни даталогічної структури) так, щоб новий час виконання заданого запиту зменшився як мінімум удвічі, порівняно з початковим».

Структура таблиць бази даних «Бібліотека», записана за допомогою SQL-нотації, має вигляд:

```
CREATE TABLE Books (
  id INTEGER,
  title VARCHAR(255),
  PRIMARY KEY (id)
);
CREATE TABLE Authors (
  id INTEGER,
  firstName VARCHAR (255),
  lastName VARCHAR (255),
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE ()
);
CREATE TABLE BookAuthors (
  bookId INTEGER,
  authorId INTEGER,
  FOREIGN KEY (bookId) REFERENCES Books (id),
  FOREIGN KEY (authorId) REFERENCES Authors (id),
  UNIQUE (bookId, authorId)
);
```

SQL-запит має наступний вигляд:

```
SELECT title
FROM (Books
INNER JOIN BookAuthors ON Books.id = BookAuthors.bookId)
INNER JOIN Authors ON Authors.id = BookAuthors.authorId
WHERE Authors.firstName = «John»
```

Розв'язати цю задачу, відповідно до методу [2], можна за таким алгоритмом:

1. Визначити проблему вдосконалення реляційної бази даних «Бібліотека». Для цього необхідно проаналізувати умову задачі та визначити ознаки призначення, структури, принципу дії й характеристики вихідної бази даних «Бібліотека». Визначити параметр вихідної бази даних, який необхідно покращити. Визначити бажане значення цього параметра.

Результатом діяльності студента на цьому етапі розв'язання задачі має бути семантична модель вихідної бази даних «Бібліотека»:  $P_0 = \{R_0(f), S_0(f), D_0(f), H_0(f)\}$ , де  $P_0$  – реляційна база даних «Бібліотека»,  $R_0$  – призначення бази даних  $P_0$ ,  $S_0$  – структура бази даних  $P_0$ ,  $D_0$  – принцип дії бази даних  $P_0$ ,  $H_0$  – вихідне середнє значення часу виконання запиту.

Далі за допомогою евристичних питань («Як можна підвищити ефективність виконання запитів у реляційній базі даних? Чи підходить для цієї мети механізм індексування? Як саме необхідно змінити структуру та принцип дії вихідної бази даних, щоб реалізувати механізм індексування?») необхідно зробити припущення про структуру, принцип дії, за яких нова база даних буде мати бажане значення шуканої характеристики. Узагальнена модель нової бази даних «Бібліотека» матиме вигляд:  $P' = \{R_0(f), S'(f'), D'(f'), H'(f') \geq 2H_0(f)\}$ .

2. Для отримання варіантів удосконалення вихідної реляційної бази даних «Бібліотека» необхідно виконати такі операції:

2.1. Визначити, які таблиці беруть участь у запиті.

2.2. Визначити атрибути, які використовуються в запиті.

2.3. Виділити ті з них, що можуть бути ефективно проіндексовані.

2.4. Додати індексування відповідних таблиць за атрибутами, що були визначені придатними для індексування. Увести до системи керування БД SQL-команду, яка буде виконувати індексування:

```
CREATE INDEX AuthorFirstNameIndex ON Authors (firstName).
```

2.5. Визначити нове середнє значення часу виконання наданого запиту. Порівняти його з початковим значенням. Якщо нове значення не задовольняє умові  $H' \geq 2H_0$ , виконати спочатку дії 2.3–2.5.

3. Записати рішення задачі у вигляді семантичної моделі  $P' = \{R_0(f), S'(f'), D'(f'), H'(f')\}$  нової бази даних «Бібліотека».

4. Визначити раціональність отриманого рішення задачі.

Отже, розроблені на основі фундаменталізованого підходу цілі, зміст, методи та дидактичні засоби навчання баз даних дадуть змогу сформуванню в студентів професійні компетентності ІТ-фахівця виконувати продуктивну професійну діяльність з проектування і створення баз даних і систем керування БД.

#### Використана література:

1. Бардус І. О. Визначення закономірностей розвитку програмного забезпечення комп'ютерної техніки як умова фундаменталізації професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій / І. О. Бардус // Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія «Педагогічні науки»: зб. наук. пр. – Бердянськ: ФОР Ткачук О. В., 2017. – Вип. 3. – С. 94–101.
2. Бардус І. О. Методи фундаменталізованого навчання майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій виконувати продуктивну діяльність / І. О. Бардус // Ключові питання наукових досліджень у сфері педагогіки та психології у ХХІ ст.: збірник тез наукових робіт учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Львів, 26–27 січня 2018 року). – Львів: ГО «Львівська педагогічна спільнота», 2018. – Ч. 1. – 2018. – С. 53–56.
3. Бардус І. О. Структура та зміст професійної компетентності фахівців у галузі інформаційних технологій / І. О. Бардус // Проблеми інженерно-педагогічної освіти: збірник наукових праць. – Вип. 54–55. – Харків: Українська інженерно-педагогічна академія (УІПА), 2017. – С. 55–64.
4. Бардус І. О. Філософські засади концепції фундаменталізації професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій / І. О. Бардус // Проблеми інженерно-педагогічної освіти: збірник наукових праць. – Вип. 52–53. – Харків: Українська інженерно-педагогічна академія (УІПА), 2016. – С. 7–17.
5. Бардус І. О. Фундаменталізація змісту професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій до продуктивної діяльності / І. О. Бардус // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія «Педагогіка». – 2017. – № 3. – С. 74–81.

#### References:

1. Bardus I. O. (2017) Vyznachennia zakonornostei rozvytku programnogo zabezpechennia komp'yuternoї tehniki yak umova fundamentalizacii profesiinoї pidgotovky maibutnih fahivciv u galuzi informaciih tehnologii [Determination of the regularities of the software evolution of computer engineering as the condition of the fundamentalization of professional training of future specialists in the field of information technologies] // Naukovi zapysky Berdians'kogo derzhavnogo pedagogichnogo universitetu. Pedagogichni nauki [Scientific notes of the Berdyansk State Pedagogical University. Pedagogical sciences], FOP Tkachuk O. V., Berdyansk, Vyp. 3., S. 94–101.

2. Bardus I. O. (2018) Metody fundamentalizovanogo navchannia maibutnih fahivciv u galuzi informaciiynyh tehnologii vykonuvaty produktyvnu diial'nist' [Methods of fundamental training of future IT professionals in productive activities] // Kliuchovi pytannia naukovykh doslidzhen u sferi pedagogiky ta psykologii u XXI st. [Key issues of scientific research in the field of pedagogy and psychology in the XXI century] GO «Lvivska pedagogichna spilnota», Lviv, Ch. 1., S. 53–56.
3. Bardus I. O. (2017) Struktura ta zmist profesiinoi kompetentnosti fahivciv u galuzi informaciiynyh tehnologii [Structure and content of professional competence of specialists in the field of information technologies] // Problemy inzhenerno-pedagogichnoi osvity [Problems of engineering and pedagogical education] Ukrainska inzhenerno-pedagogichna akademiia, Harkiv, № 54–55, P. 55–64.
4. Bardus I. O. (2016) Filosofski zasadi kontseptsii fundamentalizatsii profesiinoi pidgotovki maibutnikh fakhivtsiv u galuzi informatsiinykh tehnologii [Philosophical Foundations of concept of fundamentalization training of future specialists in information technology] // Problemy inzhenerno-pedagogichnoi osviti [Problems of engineering and pedagogical education] Ukrainska inzhenerno-pedagogichna akademiia (UIPA), Kharkiv, Vip. 52–53, S. 7–17.
5. Bardus I. O. (2017) Fundamentalizaciia zmistu profesiinoi pidgotovki maibutnih fahivciv u galuzi informaciiynyh tehnologii do produktyvnoi diialnosti [Fundamentalization of the content of professional training of future specialists in the field of information technologies to productive activity] // Naukovi zapysky Ternopil'skogo nacionalnogo pedagogichnogo universytetu imeni Volodymyra Gnatiuka. Seriia: pedagogika [Scientific Notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Series: pedagogy] Ternopil, № 3, P. 74–81.

**Бардус І. А. Методика фундаментализованного обучения базам данных будущих специалистов в области информационных технологий**

*Статья посвящена проблеме повышения качества обучения базам данных будущих специалистов в области информационных технологий на основе фундаментализации образования. Разработана методика фундаментализованного обучения базам данных и систем управления базами данных. Приведена система учебных, развивающих и воспитательных целей обучения базам данных при фундаментализации образования. Определены условия фундаментализации содержания обучения базам данных будущих IT-специалистов. Доказана необходимость представления учебных понятий курса в виде семантической модели, содержащей признаки назначения, структуры, принципа действия, характеристики и фундаментальные философские и математические теории, законы, категории. Описана методика организации продуктивной учебно-познавательной деятельности студентов во время лекционных и практических занятий. На примере темы «Индексация» описаны методы и дидактические средства продуктивной учебно-познавательной деятельности студентов во время лекционных и практических занятий.*

**Ключевые слова:** методика обучения, фундаментализация, IT-специалист, базы данных, цели обучения, содержание обучения, методы обучения, дидактические средства, продуктивная деятельность.

Bardus I. O. Method of fundamentalized teaching databases of future specialists in the field of information technology

The article is devoted to the problem of improving the quality of teaching databases of future specialists in the field of information technologies based on fundamentalization of education. The method of fundamentalized training of databases and database management systems has been developed. The system of educational, developmental and educational purposes of training databases provided assuming the fundamentalization of education is given. The conditions of fundamentalization of the content of training databases for future IT specialists are determined. The necessity of presenting the training concepts of the course in the form of a semantic model is presented, which contains attributes of purpose, structure, principle of operation, characteristics and fundamental philosophical and mathematical theories, laws, categories. The organization method of productive educational and cognitive activity of students during lectures and practical classes is described. An example of the topic "Indexing" describes the methods and didactic means of productive educational and cognitive activity of students during lectures and practical classes.

Key words: teaching methodology, fundamentalization, IT specialist, databases, learning goals, content of teaching, teaching methods, didactic means, productive activity.