

ВІДГУК
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА
МАЛАХОВА ЄВГЕНІЯ ВАЛЕРІЙОВИЧА,
доктора технічних наук, професора
завідувача кафедри математичного забезпечення комп'ютерних систем
Одеського національного університету імені І.І. Мечникова
на дисертаційну роботу Колонко Маттіаса Ханса Георга на тему
«МОВА КОНЦЕПТУАЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА МЕТОДИ ДЛЯ
РОЗРОБКИ БАЗ ДАНИХ ЗІ БАГАТОВАРІАНТНОЮ ПЕРСИСТЕНТНІСТЮ»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки
галузь знань 12 – Інформаційні технології

1. Актуальність теми дисертації

Дисертаційна робота присвячена розв'язанню науково-практичної задачі скорочення часу на проектування баз даних зі багатоваріантною персистентністю шляхом удосконалення структури концептуальної моделі даних та методів створення моделей даних на логічному рівні.

Показано, що використання різних технологій зберігання даних – багатоваріантної персистентності (Polyglot Persistence) в рамках одного застосування на основі декількох баз даних з різними логічними моделями на стороні сервера має наступні переваги: хороша масштабованість застосування, ефективне управління різнорідними даними, більш швидкий час відгуку і як наслідок більш висока продуктивність. Але підводячи підсумки щодо процесу проектування БД на концептуальному та логічному рівні можна зробити висновок поширення баз даних NoSQL та концепція багатоваріантної персистентності зробили процес розробки бази даних із їх використанням ще більш довготривалим та трудомістким. Тому розробка мови концептуального моделювання та методів створення баз даних зі багатоваріантною персистентністю для скорочення часу проектування є актуальною задачею.

2. Структура та обсяг дисертації

Дисертаційна робота Колонко Маттіаса виконувалась в рамках договору про співпрацю між ОНПУ та Університетом прикладних наук м. Аугсбург



(Німеччина) та відповідно до тематики та завдань науково-дослідної роботи кафедри інформаційних систем ОНПУ № 189-145 «Мова концептуального моделювання та методи для розробки баз даних із багатоваріантною персистентністю» (№ ДР0120U104108).

У вступі наведена загальна характеристика роботи, яка підкреслює її актуальність, поставлені мета й задачі досліджень, представлені методи досліджень, вказані новизна й практичне значення отриманих результатів, сформульовані основні положення, що виносяться на захист, наведені відомості про апробацію, публікації та реалізацію результатів дослідження.

У першому розділі проведено аналіз існуючих мов концептуального моделювання, а саме ER, ORM/NIAM, IDEF1X, EXPRESS, EER, UML, Information Analysis та AGILA MOD та показано що всі вони частково не відповідають вимогам, які висувають ІТ-розробники БД: є складними і не зрозумілими нетехнічним спеціалістам із Про для узгодження функціональних вимог, які висуваються до даних; не мають достатньої кількості засобів для автоматизованого відображення концептуальної схеми в логічну схему даних, щоб забезпечити мінімальне ручне втручання; орієнтовані на проектування тільки РБД і тому не використовуються при розробці NoSQL або Polyglot Persistence БД. Показано що саме недосконалість існуючих мов концептуального моделювання призводить до підвищення витрат часу та трудомісткості проектування БД. З метою зниження часу проектування БД обґрунтовано сформульовано тему та задачі дослідження.

У другому розділі Показано що загальна ідея AGILA MOD, як автоматичного генератора для інформаційного представлення, логічних структур БД, полягає в тому, щоб створити концептуальну модель шляхом перекладу природної мови, як речень, які семантично не спрощуються, в графічну нотацію.

На прикладі концептуальної моделі телефонної книги побудованої за допомогою існуючих структурних елементів AGILA MOD розглянуті можливості фреймворку AGILA щодо автоматизованої деривації логічних моделей даних. Показано, що існуючий синтаксис мови AGILA MOD має недоліки щодо визначення та відображення автономних (Standalone) об'єктів,

каскадного видалення та оновлення (Cascading), а також вкладених структури (Nested Structures). З врахуванням знайдених недоліків запропоновано удосконалити синтаксис мови AGILA MOD (структуру концептуальної моделі) за рахунок введення двох структурних елементів: незалежний об'єкт (*autonomous*) та «сильного» типу зв'язку об'єкта-учасника асоціації. Розглянуто сценарій фреймворку AGILA деривації концептуальної моделі логічної моделі

Таким чином, виконане друге завдання дисертаційного дослідження та отримано перший пункт наукової новізни, а саме удосконалено структуру концептуальної моделі даних за рахунок розробки незалежного типу об'єктів та введення для об'єктів «сильної» участі в асоціації, що дало можливість вдосконалити правила деривації логічних моделей з урахуванням багатоваріантної персистентності даних

У третьому розділі запропоновано в процесі проектування БД з урахуванням *polyglot persistence* на першому етапі розробити комплексну концептуальну моделі ПрО за допомогою засобів розширеної мови AGILA MOD+, а потім розділити її на незалежні концептуальні субмоделі для подальшої їх деривації у відповідні логічні моделі, які враховують особливості персистентності даних на логічному рівні.

Для методичної підтримки процесу проектування БД на першому етапі концептуального моделювання розроблено метод розділення комплексної концептуальної моделі даних на незалежні субмоделі, що дозволило автоматизувати отримання відповідних логічних моделей даних включаючи реляційні та NoSQL структури. На прикладі IT-проекту KRAS показані можливості розробленого методу, що до скорочення часу проектування БД.

Для побудови оболонки – оточення елементів комплексної концептуальної моделі для її розділення запропоновано метод створення концептуальних субмоделей, які враховують особливості персистентності даних. Метод передбачає проведення аналізу структурних об'єктів комплексної моделі на наявність сильних зв'язків між об'єктом та асоціацією, ієрархії типів об'єктів, значної кількості успадкувань, особливо із використанням довільних

комбінацій “OR”, “XOR” та “AND”, а також великої кількості асоціацій Self Association.

Врахування удосконаленої в другому розділі структури концептуальної моделі даних та розроблених методів автоматизації розробки логічних моделей баз даних дозволило удосконалити мову концептуального моделювання AGILA MOD+ для враховування багатоваріантної персистентності та скоротити час проектування баз даних інформаційних систем.

У четвертому розділі розроблено інтерфейс прикладного програмування (API) для забезпечення єдиного доступу до баз даних зі багатоваріантною персистентністю із бізнес-логіки. Проведено аналіз вимог до розроблювального API.

Для створення «Сутності API» та їх обробки розроблено ієрархію класів з кореневим абстрактним класом Entity, а також абстрактними підкласи для конкретних сховищ даних SqlEntity та LDAPEntity та також PolyglotEntity, який може представляти частину даних, які концептуально належать друг другу, але розподілені між кількома сховищами даних через розділення концептуальної моделі.

Створено загальний інтерфейс даних як фасад бізнес-логіки (Generic Data Interface as Facade – GenericDataIF) показано, що для кожної реалізації класу Entity (SqlEntity, LDAPEntity та PolyglotEntity) існує відповідна реалізація GenericDataIF, а також для самого класу Entity. Ця настройка дозволяє API обробляти різні типи класів сутності впроваджувати концепцію «розділення завдань».

У п'ятому розділі проведено апробацію мови концептуального моделювання AGILA MOD+ та API при розробці БД в процесі виконання ІТ-проектів та показано суттєве зменшення часу проектування, що підтверджено відповідними актами впровадження.

У загальних висновках викладено основні наукові та практичні результати виконаного дослідження, з якими можна погодитися.

У додатках представлено акти, довідки впровадження опис розробленого програмного забезпечення

Анотація дисертації відображає її основні положення.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації роботи достатньою мірою обґрунтовані, оскільки базуються на аналізі сучасних та загальновизнаних літературних джерел в галузі проектування баз даних.

Обґрунтованість концептуального моделювання даних та методів розробки баз даних з урахуванням багатоваріантної персистентності підтверджується використанням існуючих засобів прямого та зворотного проектування при створенні відповідних логічних моделей та фізичних схем даних щодо обраних СУБД та практичним застосуванням розробленого за допомогою об'єктно-орієнтованого програмування API для забезпечення доступу к персистентним структурам даних із бізнес логіки. Крім того, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується коректним застосуванням математичного апарату, даними комп'ютерних досліджень та практичними результатами, які підтверджуються наведеними актами організаційно-технічних випробувань, результатами практичного використання із позитивним ефектом.

4. Практична значимість полягає у скороченні часу на розробку баз даних зі багатоваріантною персистентністю завдяки використанню удосконаленої мови концептуального моделювання даних AGILA MOD+ для побудови незалежних моделей даних на концептуальному рівні, методів автоматизації розробки реляційних та NoSQL структур даних на логічному рівні та розробці інтерфейсу прикладного програмування (API) для забезпечення єдиного доступу до баз даних.

Здійснені практичні випробування отриманих моделей даних, методів розробки баз даних та запропанованого API при створенні баз даних зі багатоваріантною персистентністю для веб-застосувань Федерації баварського дзюдо - KampfrichterAnmelde-System (KRAS) та системи управління дистанційним навчанням «JustStar» показали скорочення часу на розробку баз даних в середньому на 50%. Практичне використання розроблених моделей, методів та API при розробці курсових проектів в рамках навчального процесу

на кафедрі інформаційних систем ОНПУ та факультету комп'ютерних наук Університету прикладних наук м. Аугсбург також показало скорочення часу на розробку баз даних на етапах концептуального, логічного та фізичного моделювання при значному зменшенню кількості помилкових рішень студентів.

5. Новизна наукових положень, висновків та рекомендацій

В роботі визначено ряд нових наукових результатів, які є значущими для зниження часу на проектування БД

1. Удосконалено структуру концептуальної моделі даних за рахунок розробки незалежного типу об'єктів та введення «сильного» типу зв'язку для об'єкта-учасника асоціації, що дало можливість вдосконалити правила деривації логічних моделей з урахуванням багатоваріантної персистентності даних.

2. Вперше розроблено метод розділення комплексної концептуальної моделі даних на незалежні субмоделі, що дозволило автоматизувати отримання відповідних логічних моделей даних включаючи реляційні та NoSQL структури та тим самим скоротити час проектування баз даних.

3. Вперше розроблено метод створення концептуальних субмоделей, які враховують особливості персистентності даних включаючи реляційні та NoSQL структури із комплексної концептуальної моделі даних, що дозволило обґрунтовано вибрати тип структур даних на логічному рівні і тим самим зменшити час розробки баз даних з урахуванням багатоваріантної персистентності

4. Удосконалено мову концептуального моделювання AGILA MOD+ за рахунок за рахунок удосконаленої структури концептуальної моделі даних та методів створення моделей даних концептуальному рівні, що дозволило враховувати багатоваріантну персистентність та скоротити час проектування баз даних інформаційних систем

Рекомендації щодо використання результатів дисертації

Запропоновані автором рішення доцільно використовувати для автоматизації проектування баз даних з багатоваріантною персистентністю в

процесі розробки інформаційних систем різного призначення, а також в навчальних цілях при викладанні дисциплін пов'язаних базами та сховищами даних

6. Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації, відсутність порушення академічної доброчесності

Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на наукових семінарах кафедри інформаційних систем ОНПУ та наукових конференціях: V Міжнародна науково-практична конференція магістрантів, аспірантів та науковців «Управління проектами: інновації, нелінійність, синергетика» (м. Одеса, 12-13 грудня 2014 р.); III Українсько-німецька конференція «Інформатика. Культура. Техніка» (м. Одеса, 23-24 квітня 2015 р.); IV Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології» (м. Харків, 21-27 вересня 2015 р.); XVII Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні інформаційні та електронні технології» (м. Одеса, 23-27 травня 2016 р.); V Українсько-німецька конференція «Інформатика. Культура. Техніка» (м. Одеса, 22-26 травня 2017 р.).

Кількість публікацій за темою дисертаційної роботи достатня, серед них: 1 стаття – в закордонному журналі (в країні, яка входить до ЄС), 2 – в журналах із спеціального переліку МОН України, які входять до міжнародних науко-метричних баз, 1 – в збірнику матеріалів міжнародної конференції IEEE, що індексується міжнародною науко-метричною базою *Scopus*, а також 5 тез та доповідей апробаційного характеру на міжнародних конференціях.

Таким чином, вимоги Постанови КМУ від 06.03.2019 № 167 «Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» зі змінами згідно Постанови КМУ від 21.10.2020 №979 до кількості публікацій виконано.

Публікація автором результатів досліджень у рецензованих виданнях, які передбачають попередню перевірку матеріалів на відсутність запозичень є одним із елементів підтвердження відсутності порушень академічної доброчесності. В цілому у дисертаційній роботі порушень академічної доброчесності не виявлено.

7. Зауваження згідно змісту та оформлення дисертаційної роботи

1. В першому розділі автор детально аналізує традиційні та новітні існуючі логічні моделі баз даних, але не наводить висновків щодо їх відповідності до певних предметних областей.

2. При порівнянні термінології (таб. 1.2) автор наводить відповідність реляційної та об'єктно-орієнтованої моделей, використовуючи підхід, прийнятий більшістю виробників об'єктно-реляційних БД: «таблиця = клас». Проте, з огляду на тематику роботи, доцільно було б додати до розгляду підхід, запропонований К. Дейтом – «область визначення атрибута = клас об'єктів», через те, що тоді атрибутами можуть бути об'єкти довільно заданої складності.

3. Автор не достатньо обґрунтовує використання для досліджень мови AGILA MOD.

4. На початку третього розділу автор не достатньо обґрунтовує переваги розподілу комплексної концептуальної моделі на субмоделі для подальшої їх деривації в моделі даних логічного та фізичного рівнів (рис. 3.1).

5. Не зрозуміло в підрозділі 3.1 чи є процес розділення концептуальної моделі автоматизованим.

6. Рисунки с 5.2 по 5.5, які наведено в п'ятому розділі як підтвердження впровадження проекту KRAS є замалими, а пояснення до них не чіткі та не повністю зрозумілі.

7. Четвертий розділ перевантажено специфічною технічною інформацією.

8. Є наявність великої кількості англомовних термінів, які не дуже вдало перекладено українською, це ускладнює аналіз представлених матеріалів дослідження. Можливо, було б доцільно представити роботу мовою оригіналу, тобто англійською.

Дисертаційна робота залишає **позитивне** враження. Наведені зауваження **не знижують** науковий рівень і практичну цінність рецензованої дисертації.

Загальний висновок

В цілому вважаю, що дисертаційна робота Колонко Маттіаса Ханса Георга «Мова концептуального моделювання та методи для розробки баз даних

зі багатоваріантною персистентністю» є завершеною кваліфікаційною науковою роботою, оформленою відповідно до державних стандартів України. Вона містить не захищені раніше наукові положення і нові науково обґрунтовані результати в галузі розробки баз та сховищ даних. Результати дисертації можуть бути рекомендовані до використання в організаціях і науково-дослідних установах, які розробляють інформаційні системи.

Дисертаційна робота за своїм змістом **відповідає** вимогам Постанови КМУ від 06.03.2019 № 167 «Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» зі змінами згідно Постанови КМУ від 21.10.2020 № 979 та чинним вимогам МОН України, а її автор Колонко Маттіас Ханс Георг **заслуговує** на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю – 122 Комп'ютерні науки галузі знань – 12 Інформаційні технології

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри математичного
забезпечення комп'ютерних систем
Одеський національний університет
імені І.І. Мечникова



Є.В. Малахов

