

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Яцолт Андрій Русланович

УДК 004.65+519.6

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ОБРОБКИ ДАНИХ
СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЯКОСТІ ВОД**

Спеціальність 05.13.06 – Інформаційні технології

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Вінниця - 2009

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Вінницькому національному технічному університеті
Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор

Мокін Віталій Борисович,
Вінницький національний технічний університет,
завідувач кафедри моделювання та моніторингу складних систем

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор

Кветний Роман Наумович,
Вінницький національний технічний університет,
завідувач кафедри автоматичної та інформаційно-вимірної
техніки

доктор фізико-математичних наук, професор

Макаренко Олександр Сергійович,
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”,
професор кафедри математичних методів системного аналізу

Захист відбудеться " 28 " 03 _____ 2009 р. о 12⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої
вченої ради Д 05.052.01 Вінницького національного технічного університету за адресою:
21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, ГУК, ауд. 210.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Вінницького національного технічного
університету за адресою: 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95.

Автореферат розісланий " 26 " 02 _____ 2009 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

С.М. Захарченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У наш час, коли все актуальнішою стає проблема створення інформаційних систем для моделювання, прогнозування та прийняття рішень у сфері охорони навколишнього природного середовища, багато досліджень спрямовано на розробку методів та технологій для автоматизованого проектування інформаційних систем. На даний час відомо чимало прикладів, коли інформаційні системи у галузі моделювання та прогнозування стану довкілля давали можливість швидко і своєчасно внести зміни та обмеження у діяльність людей та відвернути екологічне лихо. Досить відомими є Урядова інформаційно-аналітична система з надзвичайних ситуацій України, розроблена на замовлення МНС України, яку створювали колективи вчених Розподіленого інформаційно-аналітичного центру «ІНТЕК-Україна», Інституту кібернетики НАН України, Інституту геохімії навколишнього середовища НАН України та МНС України, НДЦ технологій стійкого розвитку Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського, ЗАО «ЕСОММСо» та Компанія «RGdata» (Київ, Україна). Подібними дослідженнями займаються вчені Железняк М.Й., Заславський А.І., Мадерич В.С., Ківва С.Л., Ковалець І.В. із Інституту проблем математичних машин та систем НАН України, Головін В.В. із Комунального науково-виробничого підприємства "ЕКОЦЕНТР", Грегори Бечер із Мерілендського університету, Джон Браден з Іллінойського центру водних ресурсів, Девід Галад із університету Міссурі тощо. Основною проблемою існуючих систем є те, що вони працюють лише з результатами обробки первинних даних спостережень. Питанням реєстрації умов відбору проб, виконання інструментально-лабораторних вимірювань, обчислення похибки вимірювань увага, як правило, не приділяється. При цьому процес обробки первинних даних спостережень є кропітким, містить типові рутинні операції і піддається алгоритмізації та автоматизації. Отже, актуальним є створення інформаційних систем спостереження якості вод, оскільки саме водні ресурси контролюються найбільш ретельно та в будь-якій місцевості. Для того, щоб створити інформаційні системи спостереження якості вод, треба, перш за все, створити методи, алгоритми та прийоми обробки даних, на основі яких розробляється структура цих систем та об'єднати їх в єдину інформаційну технологію проектування.

В будь-якій інформаційній системі найбільш важливою є звітна частина інформаційної системи, оскільки саме оперативний аналіз даних є основою для вироблення оптимальних управлінських рішень. Тому актуальним є удосконалення процесу формування звітів на основі інформаційної системи з відомою структурою.

Отже, виникає потреба у розробці нової технології автоматизованого проектування інформаційних систем спостереження якості вод та розробці алгоритмічного та програмного забезпечення для її застосування на практиці.

Проблемі автоматизованого проектування інформаційних систем спостереження якості вод, розробці методів та алгоритмів проектування моделей структури системи, удосконаленню процесу автоматизованого проектування звітної частини інформаційної системи, розробці пакету програм для автоматичного створення інформаційної системи спостереження якості вод згідно заданих вимог та перевірці працездатності розробленого забезпечення на проектуванні інформаційної системи для обробки результатів екоінспекційного контролю стану вод та скидів в Україні і присвячена дана робота.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота пов'язана з такими державними програмами України:

- 1) "Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод" (Наказ Міністерства України від 24 грудня 2001 р. № 485);
- 2) "Про національну програму інформатизації" (Закон України від 04 лютого 1998 року № 74/98-ВР із змінами, внесеними згідно із Законом № 2684-III від 13.09.2001, ВВР,

2002, № 1, ст.3).

Вибраний напрямок досліджень співпадає з напрямком досліджень за такими держбюджетними науково-дослідними роботами Вінницького національного технічного університету (ВНТУ), де автор роботи брав участь як виконавець:

1) «Синтез законів управління якістю води річки Південний Буг з використанням ГІС-технологій», затверджена Міністерства освіти і науки України на 2002–2004 роки (номер держреєстрації 0102U002263);

2) «Ідентифікація якості та стану поверхневих вод за даними системи регулярного державного моніторингу довкілля», затверджена Міністерства освіти і науки України на 2005–2007 роки (номер держреєстрації 0105U002468);

3) «Розробка методів інтеграції математичних моделей природних процесів з геоінформаційними системами природних екосистем», затверджена Міністерства освіти і науки України на 2008 р. (номер держреєстрації 0108U000654).

Також вибраний напрямок досліджень співпадає з напрямком досліджень за такими госпдоговірними науково-дослідними роботами ВНТУ, де автор роботи був виконавцем:

1) «Розробка і апробація технології створення геоінформаційної аналітичної системи моніторингу водних ресурсів області (розробка структури електронних паспортів малих річок і водойм, створення запитів для кількісної і якісної оцінки стану річок)», виконана на замовлення Держуправління охорони навколишнього природного середовища у Вінницькій області (ДУ ОНПС ВО) у 2003 році (номер держреєстрації 0104U007756);

2) «Розробка і впровадження геоінформаційної аналітичної системи моніторингу поверхневих водних ресурсів області (паспортизація малих річок і водойм, кількісне та якісне оцінювання їх стану)», виконана на замовлення ДУ ОНПС ВО у 2003–2004 роках (номер держреєстрації 0104U007757);

3) «Екологічне оцінювання якості поверхневих вод Вінницької області», виконана на замовлення Українського науково-дослідного інституту водогосподарсько-екологічних проблем, м. Київ, 2004 р. (номер держреєстрації 0105U006683);

4) «Система прийняття управлінських рішень керівниками водогосподарських організацій для басейну річки Південний Буг з використанням геоінформаційних технологій», виконана на замовлення Державного комітету з водного господарства України (2005–2006 рр.) (номер держреєстрації 0105U006684);

5) «Розробка та впровадження єдиної автоматизованої системи Державної екологічної інспекції та підрозділів аналітичного контролю територіальних органів Мінприроди України із отриманням результатів вимірювань стану забруднення довкілля, викидів, скидів, і відходів, їх накопичення, оброблення та аналізування», виконана на замовлення Державної екологічної інспекції Мінприроди України, 2005 р. (номер держреєстрації 0105U008854);

6) «Супровід впровадження та удосконалення єдиної автоматизованої системи Державної екологічної інспекції та підрозділів аналітичного контролю територіальних органів Мінприроди із отриманням результатів вимірювань стану забруднення довкілля, викидів, скидів і відходів, їх накопичення, оброблення та аналізування» (2006-07 рр.) (номер держреєстрації 0107U008338);

7) «Створення Інтернет-порталу для ГІС-систем моніторингу Вінницької області» (2007 р.) (номер держреєстрації 0107U012437);

8) «Підтримка функціонування єдиної автоматизованої системи Державної екологічної інспекції та підрозділів аналітичного контролю територіальних органів Мінприроди із отриманням результатів вимірювань стану забруднення довкілля, викидів, скидів і відходів, їх накопичення, оброблення та аналізування» (2007 р.) (номер держреєстрації 0107U012438).

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження полягає у зменшенні тривалості процесу проектування систем обробки даних спостереження якості вод та в адаптації

моделей вхідних та вихідних даних до типових паперових форм їх ведення.

Об'єктом дослідження є процес проектування систем обробки даних спостереження якості вод.

Предметом дослідження є методи проектування, математичні моделі та алгоритмічне і програмне забезпечення систем обробки даних спостереження якості вод.

Відповідно до поставленої мети, у дисертаційній роботі необхідно розв'язати такі основні **задачі**:

1. Провести огляд відомих підходів та методів проектування інформаційних систем, які використовуються чи можуть бути використані для створення систем обробки даних спостереження якості вод та проаналізувати основні проблеми, які виникають під час проектування таких систем з використанням сучасних інформаційних технологій.

2. Розробити нову технологію, у т.ч. нові підходи, методи та алгоритми проектування моделей структури інформаційних систем спостереження якості вод, які дозволять пришвидшити процес проектування та не вимагатимуть від проектувальника спеціальних знань в галузі програмування та сучасних інформаційних технологій.

3. Розробити метод автоматизованої побудови складних звітів за даними інформаційної системи, який пришвидшить процес їх побудови та не вимагатиме спеціальних знань для проектування запитів у реляційній базі даних.

4. Створити алгоритмічне та програмне забезпечення для застосування запропонованих методів автоматизованого синтезу програмного коду систем обробки даних спостереження якості вод.

5. Розробити, апробувати та впровадити системи обробки даних спостереження якості вод для екологічного моніторингу, екоінспекційного контролю стану вод та скидів в Україні.

Методи дослідження. У дослідженнях використовувались такі методи: під час побудови моделей структури інформаційних систем та їх складових – UML-моделі, під час автоматизованого синтезу звітів систем – методи секвенційного апарату для технічних систем, під час синтезу програмного коду інформаційних систем – технологія та методи об'єктно-орієнтованого програмування, а також мова програмування VBA, під час побудови структури та звітів систем – методи теорії реляційних баз даних та мова SQL, під час вибору оптимальних формалізованих описів вхідних та вихідних даних, описів моделей складових систем, варіантів оптимізації структури підсистеми "Вода та скиди" АСУ "ЕкоІнспектор" – комп'ютерні експерименти та проведення аналогій з технічними системами спостереження та автоматичного управління.

Наукова новизна одержаних результатів визначається такими теоретичними результатами:

1. Розроблено нову інформаційну технологію проектування інформаційної системи обробки даних спостереження якості вод, яка на відміну від існуючих, дозволяє проектувати структуру системи обробки даних спостереження якості вод по формах вхідних та вихідних даних шляхом ідентифікації та ітеративної деталізації складових, що виконують операції з вхідними, вихідними та довідковими даними.

2. Розроблено новий метод автоматизованої ідентифікації параметрів команд для синтезу складних звітів за даними системи, який відрізняється використанням секвенціального підходу до формалізації та оптимізації зв'язків між вхідними та вихідними даними, що дозволяє більш швидко, ніж існуючі, формувати складні запити до реляційної бази даних.

3. Дістала подальший розвиток формалізація класів системи обробки даних спостереження якості вод за рахунок формування та уточнення типових UML-моделей класів різних аспектів функціонування та призначення системи: моделі об'єктів, моделі суб'єктів, моделі методичного (метрологічного) забезпечення спостереження якості вод, моделі технічного забезпечення, моделі інформаційного забезпечення. Підхід є універсальним і

може бути використаний для синтезу структури й систем обробки даних спостереження іншого призначення.

Практичне значення одержаних результатів.

Найбільшу практичну цінність мають такі одержані результати:

1. Розроблена технологія дозволяє більш точно та швидко спроектувати структуру та стандартизований інтерфейс (форми бази даних) інформаційної системи спостереження якості вод на основі паперових форм вхідних та вихідних даних. На відміну від існуючих технологій, проектування може здійснити фахівець з предметної галузі (еколог), який не має спеціальних знань з об'єктно-орієнтованого програмування, UML та реляційних баз даних.

2. Розроблене теоретичне, алгоритмічне та програмне забезпечення автоматизованої ідентифікації параметрів команд для вибірки даних для складних звітів інформаційної системи на основі секвенціального підходу дозволяє автоматизовано формувати складні звіти, які містять дані із декількох пов'язаних між собою таблиць, не вимагаючи від користувача спеціальних знань про реляційні бази даних. Таке забезпечення дозволить суттєво розширити функціональність діючих систем спостережень якості води та систем, що проектуються, витратити менше часу на формування звітів та не вимагати введення спеціальних посад працівників для роботи з цими системами у відповідних екологічних установах.

3. Створено комп'ютеризовану систему спостереження якості вод – „Підсистема „Вода та скиди” Єдиної автоматизованої системи контролю „ЕкоІнспектор” для накопичення, оброблення та аналізування усіх видів скидів та стану забруднення вод в Україні” — система впроваджена в усіх обласних та регіональних підрозділах Державної екологічної інспекції Мінприроди України, у т.ч. м. Київ, Севастополь та Автономної Республіки Крим (перша версія впроваджена восени у 2006 році, друга, оптимізована з урахуванням останніх результатів даної роботи — влітку у 2008 році).

Матеріали дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі під час викладання дисциплін "Моніторинг довкілля", "Моделювання та прогнозування стану довкілля" та виконання бакалаврських і дипломних робіт студентами спеціалізації "Комп'ютеризовані системи екологічного моніторингу" спеціальності 070801 – "Екологія та охорона навколишнього середовища" та спеціалізації "Інтелектуальні інформаційні технології обробки даних в системах моніторингу та контролю" спеціальності 080404 – «Інтелектуальні системи прийняття рішень» Вінницького національного технічного університету.

Особистий внесок здобувача. В усіх роботах здобувача, опублікованих у співавторстві, йому належать такі результати: [1, 2, 11] – розробка типових моделей складових інформаційних систем та створення баз даних моніторингу стану довкілля для зберігання та обробки інформації; [3, 4, 7, 9] – розробка та оптимізація типових моделей елементів загальнодержавної автоматизованої інформаційної системи екоінспекційного контролю стану вод та скидів; [5, 6, 8, 10] – розробка моделей, методів, алгоритмів та програм автоматизації процесів проектування систем.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень, що викладені в дисертаційній роботі, пройшли апробацію на 10-ти наукових конференціях, а саме на таких: X Міжнародна науково-технічна конференція «Системний аналіз та інформаційні технології» (Київ, НТУУ «КПІ», Інститут прикладного системного аналізу, 2008); 1-й Всеукраїнський з'їзд екологів (Вінниця, 2006); 8-а Міжнародна науково-технічна конференція "Контроль і управління в складних системах" (КУСС) (Вінниця, 2005); Міжнародна науково-технічна конференція "Водні ресурси на рубежі ХХІ ст." (Київ, 2003); 5-а та 6-а Всеукраїнські наукові студентські конференції «Регіональні проблеми екології» (Одеса, 2003, 2004); Науково-технічна конференція «Проблеми екології» (Житомир, 2003); чотири науково-технічні конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів Вінницького

національного технічного університету за участю інженерно-технічних працівників підприємств міста Вінниці і області (Вінниця, 2005–2008 рр.).

Публікації. Всього за тематикою дослідження опубліковано 11 наукових праць, в тому числі 6 статей у наукових журналах, що входять до переліку ВАК України, 2 свідоцтва про реєстрацію авторських прав на програмні твори та бази даних у Державному департаменті інтелектуальної власності України та монографія. Також опубліковано методичний посібник.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, список використаних джерел (150 найменувань) і 9 додатків. Основний зміст викладено на 135 сторінках друкованого тексту, містить 70 рисунків, 13 таблиць. Загальний обсяг дисертації 196 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі розкрито сутність і стан досліджень наукової проблеми, підстави і вихідні дані для проведення дослідження. Також викладено: актуальність теми дисертації, мету, задачі дослідження, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача та апробацію результатів дисертації і публікації здобувача.

У першому розділі описано місце спостереження якості вод у системі моніторингу цієї якості. Проаналізовано та побудовано схему етапів моніторингу вод, а також охарактеризовано умови для автоматизації процесів на кожному етапі моніторингу, тобто під час спостереження, аналізу і моделювання даних про якість вод.

Зроблено огляд сучасних інформаційних систем обробки даних спостереження якості вод регіонального та загальнодержавного рівня. До основних недоліків існуючих систем слід віднести: відсутність автоматизації процесів супроводження відбору проб та вимірювань; не враховуються та не фіксуються похибки вимірювань; недостатній рівень відповідності сучасним інформаційним технологіям.

Проаналізовано сучасні інформаційні технології для автоматичного проектування інформаційних систем, виділено основні проблеми, які виникають при проектуванні інформаційних систем спостереження якості вод. Сформульовано основні задачі, які потребують розв'язання.

У другому розділі розроблено теоретичні основи технології проектування, розроблено типові моделі, методи для проектування інформаційної системи спостереження якості вод та автоматизованої ідентифікації параметрів команд для синтезу складних звітів інформаційної системи на основі секвенціального підходу.

Проведено уточнення основних задач, які повинні бути розв'язані під час проектування інформаційних систем спостереження якості вод:

1. Необхідно створити комплекс типових моделей елементів структури систем та алгоритми, прийоми і програмне забезпечення, що дозволило б за реальних умов провести уточнення цих типових моделей екологу-фахівцю з предметної області роботи системи, який не володіє специфічними знаннями в галузі реляційних баз даних та об'єктно-орієнтованого програмування.

2. Розробити метод побудови інформаційної моделі «Вхід-вихід» на основі заданих паперових стандартизованих форм ведення вхідних та вихідних даних. Для цього, повинні бути чітко виділені та формалізовані етапи обробки інформації та отримання вихідної інформації по вхідних та довідкових даних.

3. Повинен бути забезпечений спрощений метод та алгоритм швидкого формування кінцевих складних та простих звітів системи, який би не вимагав від користувача спеціальних знань для формування запитів реляційних баз даних.

Відповідно до поставлених задач розроблено типові UML-моделі класів різних аспектів функціонування та призначення системи: моделі об'єктів, моделі суб'єктів, моделі

методичного (метрологічного) забезпечення спостереження якості вод, моделі технічного забезпечення, моделі інформаційного забезпечення (рис. 1).

Рис. 1. Уточнена UML-модель класів вод України з інформацією про групи даних вхідних форм

Запропоновано новий метод проектування моделей таких систем, який на відміну від існуючих, дозволяє не тільки мінімізувати кількість структурних елементів та зв'язків між ними, а і задовольнити обмеження у вигляді форм вхідних та вихідних даних із заданою та незмінною структурою. Ідея методу полягає в тому, що система проектується у декілька етапів – спочатку збираються вхідні дані та ставиться задача, далі розробляються UML-моделі класів для вхідних даних, формуються уточнені UML-моделі класів для вхідних даних та проводиться їх оптимізація, а потім розробляється модель «Вхід-вихід» із визначенням та формалізацією основних операцій, алгоритмів та співвідношень для обчислення вихідних змінних складових моделі «Вхід-вихід» за вхідними змінними. Критерієм виділення окремого етапу є використання різних вхідних даних або формування проміжних вихідних даних.

Наведено приклад проектування інформаційної моделі комп'ютеризованої системи екоінспекційного контролю якості стічних вод деякого регіону, який довів ефективність запропонованого методу (рис. 2).

Рис. 2. Інформаційна модель «Вхід-вихід» системи контролю стану стічних вод регіону

Розроблено метод автоматизованої ідентифікації параметрів команд для синтезу складних звітів за інформацією з реляційної бази даних інформаційної системи, який дозволяє автоматизовано провести вибірку та обробку заданого набору вхідних та вихідних даних для формування звіту. Метод оснований на наочному представленні, формалізації та оптимізації зв'язків між вхідними та вихідними даними у вигляді секвенціальної моделі. Розроблено основні положення секвенціального опису моделей інформаційних систем та формалізовано основні операції для цих моделей. Метод дозволяє більш швидко, ніж існуючі, формувати складні запити до реляційної бази даних, а також дає можливість формувати звіти інформаційних систем особам, які не володіють спеціальними знаннями в реляційних базах даних.

Наведемо приклад секвенціального опису моделей інформаційних систем обробки даних спостережень якості вод. Розглянемо випадок, коли є дві таблиці, що містять інформацію про водний об'єкт, місце розташування створу, басейн річки та територіальну приналежність водного об'єкту та створу до певної адміністративної одиниці.

Запишемо вхідні дані у вигляді:

$$W_s = [S_s, D_s, F_s, V_s], \quad (1)$$

де W_s – відомості про розташування створу моніторингу якості поверхневих вод; S_s – номер створу; D_s – дата відбору; F_s – назва показника; V_s – значення (результат вимірювання);

$$W_u = [S_u, D_u, F_u, V_u], \quad (2)$$

де W_u – відомості про розташування створу, що контролює скиди стічних вод; S_u – номер створу; D_u – дата відбору; F_u – назва показника; V_u – значення (результат вимірювання);

$$B = [R, S], \quad (3)$$

де B – басейн річки; R – назва річки; S – номер створу, який розташований на даній річці;

$$A = [A_R, S], \quad (4)$$

де A – територіальна приналежність водного об'єкту (райони, область); A_R – назва річки, яка відноситься до даної території; S – номер створу, який розташований на даній річці в даному районі.

Розглянемо випадок, коли з таблиці W_s вибираються та аналізуються записи з даними про якість поверхневих вод V_s за конкретну дату D_s^* за конкретним показником якості F_s^* у конкретному створі S_s^* . Результат вибірки – значення поля V_{si}^* ($i = 1, \dots, n$) – розміщується у таблиці Z_s . Для даного випадку секвенція матиме такий вигляд:

$$D_s = D_s^* \quad F_s = F_s^* \quad S_s = S_s^* \quad \left| \frac{W_s}{Z_s} \right. \quad V_s = [V_{s1}^* \dots V_{sn}^*]. \quad (5)$$

Використовуючи розроблену систему умовних позначень, можна сформулювати аналог секвенціального опису:

$$x_1 \ x_2 \ x_3 \ \left| \frac{W_s}{Z_1} \right. \ y_1, \quad x_4 \ x_5 \ x_6 \ \left| \frac{W_u}{Z_2} \right. \ y_2, \quad x_7 \ \left| \frac{B}{Z_3} \right. \ s_1, \quad x_8 \ \left| \frac{A}{Z_4} \right. \ s_2. \quad (6)$$

Враховуючи новий вигляд секвенції (5) та позначення (6), отримуємо секвенцію вигляду:

$$x_1 \ x_2 \ x_3 \ \vee \ x_7 \ \left| \frac{T_1, T_2}{T_3} \right. \ y_1. \quad (7)$$

Враховуючи вище зазначені особливості, секвенція мовою SQL матиме такий вигляд:

$$T_3 = \text{ADDFIELD} (y_1), \quad (8)$$

$$T_3 = \text{SELECT} \ y_1 \ \text{FROM} \ T_1, T_2 \ \text{WHERE} \ T_1.x_1, T_1.x_2, (T_1.x_3 \ \text{OR} \ T_2.x_7). \quad (9)$$

Наведемо приклади найпростіших випадків секвенцій:

$$x_7 \ \left| \frac{B}{T_1} \right. \ S_1, \quad (10)$$

$$x_8 \ \left| \frac{A}{T_2} \right. \ S_2. \quad (11)$$

Для (10) матимемо:

$$T_1 = \text{SELECT} \ S_1 \ \text{FROM} \ B \ \text{WHERE} \ x_7 = x_7^*, \quad (12)$$

а для (11):

$$T_2 = \text{SELECT} \ S_2 \ \text{FROM} \ A \ \text{WHERE} \ x_8 = x_8^*. \quad (13)$$

Приділено увагу розробці алгоритмів застосування та програмного забезпечення для реалізації запропонованого методу.

У третьому розділі розроблено алгоритми розробки моделей класів вхідних та вихідних даних реальної системи на основі типових моделей.

На основі розробленого алгоритму розроблено програмне забезпечення для автоматизації обробки вхідної інформації та проектування класів вхідних та вихідних даних системи на основі типових моделей (Проектант «ЕкоСистем») (рис. 3).

Рис. 3. Форми авторської програми «Проектант ЕкоСистем»

До розробленого програмного забезпечення розроблено рекомендації щодо роботи з ним. Розроблено узагальнений алгоритм застосування розробленої технології для проектування реальних систем.

Наведено реальний приклад використання авторської технології проектування

інформаційної системи для спостереження якості вод підрозділами Державної екологічної інспекції Мінприроди України. Було проаналізовано усі типи звітів, які зазвичай формуються (рис. 4) та за допомогою розробленої технології сформовано основні схеми відбору проб (табл. 1).

В четвертому розділі наведено приклади застосування розробленої технології проектування інформаційних систем спостереження якості вод.

Дана інформаційна технологія використовувалася для проектування таких інформаційних систем обробки даних спостереження якості вод:

1) для системи автоматизації обробки даних екоінспекційного контролю стану вод та скидів, яку впроваджено в держекоінспекціях усіх областей України, АР Крим, міст Київ і Севастополь та їх регіональних підрозділах (рис. 5);

2) для інформаційної системи моніторингу довкілля Вінницької області, яку впроваджено у Держуправлінні охорони навколишнього природного середовища у Вінницькій області, Головному держуправлінні з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи Вінницької облдержадміністрації, Вінницькій облсанепідемстанції, Вінницькому обласному центрі з гідрометеорології, Басейновому управлінні водними ресурсами річки Південний Буг (у т.ч. у Вінницькому облводгоспі, який тепер увійшов у склад цього басейнового управління) (рис. 6);

3) для інформаційної системи підтримки прийняття рішень для управління водними ресурсами басейну річки Південний Буг, яку впроваджено у Басейновому управлінні водними ресурсами річки Південний Буг.

Рис. 4. Приклад інформаційної моделі формування звіту про узагальнені дані про роботу аналітичних підрозділів Мінприроди України по контролю за станом поверхневих вод на основі даних відповідного акту відбору проб та протоколу вимірювань

Типові схеми відбору проб води після скидів різного типу

Номер схеми	Тип вод, що контролюється	Що саме контролюється і де	Схема
1	Зворотні (стічні)	Якість води у річці контролюється у місці скиду	
2	Зворотні (стічні)	Якість води у річці контролюється у місці скиду та на 0,5 км вище по течії (ф - фоновий створ) та нижче (к - контрольний створ) від цього місця	
3	Зворотні (стічні)	Якість води у річці контролюється у місці скиду та на 0,5 км вище по течії (фоновий створ ϕ_2) та нижче (контрольний створ k_2) від цього місця, але фоновий створ ϕ_2 є і контрольним (k_1) для скиду, що розташований вище по течії	
4	Зворотні (стічні)	Якість води у свердловині, звідки робиться забір води (перевіряється під час контролю подальшого скиду цієї води) або куди може надходити забруднення, наприклад, з місць видалення відходів	





5	Баластні води	Якість поверхневих вод у місці, куди скидаються баластні води з суден	
6	Поверхневі води	Якість поверхневих вод у створі з координатами з програми державного моніторингу довкілля	
7	Поверхневі води	Якість поверхневих вод у створі з координатами з програми державного моніторингу довкілля, але використовуються дані спостережень, зібрані у той же день за іншими схемами	
8	Поверхневі води	Якість поверхневих вод у створі з довільними координатами (аварійний скид чи ін.)	

Рис. 5. Форма для вибору схем відбору проб, для яких складений акт (товстими стрілочками на схемі показано напрямок течії річки, а тонькими — логічна прив'язка даних до відповідного підприємства чи водного об'єкта)

У **висновках** сформульовано основні результати дисертаційної роботи.

Додатки містять інформацію щодо уніфікованої мови моделювання (UML), ER-моделей, термінології в галузі моніторингу якості вод, види спостережень суб'єктів контролю за довкіллям, основні поняття секвенціального апарату проектування технічних систем управління, приклади розроблених форм інформаційної системи моніторингу поверхневих вод, приклади розроблених форм інформаційної системи підтримки прийняття рішень для управління водними ресурсами басейну річки Південний Буг, акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення важливої науково-прикладної задачі розробки інформаційної технології проектування систем обробки даних спостережень якості вод.

В результаті виконання дисертаційної роботи отримано такі основні наукові та практичні результати:

1. Проведено огляд та аналіз відомих підходів та методів проектування інформаційних систем, які використовуються чи можуть бути використані для створення систем обробки даних спостереження якості вод. Таким чином існуючі інформаційні системи та технології їх проектування мають чимало недоліків, які ускладнюють процес проектування та знижують їх функціональність. Не існує досконалої технології автоматизованого проектування інформаційних систем, яка була б зручною і для програмістів, і для фахівців з екології.

2. Розроблено нову інформаційну технологію, у т.ч. нові підходи, методи проектування інформаційної системи спостереження якості вод, яка на відміну від існуючих, дозволяє проектувати структуру системи обробки даних спостереження якості вод по формах

вхідних та вихідних даних шляхом ідентифікації та ітеративної деталізації складових, що виконують операції з вхідними, вихідними та довідковими даними. Технологія дозволяє проектувати структуру системи, не вимагаючи від проектувальника спеціальних знань в галузі програмування та сучасних інформаційних технологій. Дістала подальший розвиток формалізація класів системи обробки даних спостереження якості вод за рахунок формування та уточнення типових UML-моделей класів різних аспектів функціонування та призначення системи: моделі об'єктів, моделі суб'єктів, моделі методичного (метрологічного) забезпечення спостереження якості вод, моделі технічного забезпечення, моделі інформаційного забезпечення. Підхід є універсальним і може бути використаний для синтезу структури й систем обробки даних спостереження іншого призначення.

3. Розроблено новий метод автоматизованої ідентифікації параметрів команд для синтезу складних звітів за даними системи, який відрізняється використанням секвенціального підходу до формалізації та оптимізації зв'язків між вхідними та вихідними даними, що дозволяє більш швидко, ніж існуючі, формувати складні запити до реляційної бази даних. Розроблено основні положення секвенціального опису моделей інформаційних систем та формалізовано основні операції для цих моделей. Метод дозволяє реалізувати або значно прискорити процес створення звітів інформаційних систем для осіб, які не володіють спеціальними знаннями в реляційних базах даних.

4. Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення для застосування запропонованих методів автоматизованого синтезу програмного коду інформаційних систем спостереження якості вод, яке дасть можливість автоматично синтезувати відповідні таблиці, форми та зв'язки між даними відповідно до вимог користувача до системи, що проектується. Розроблено рекомендації щодо роботи із програмним забезпеченням. Запропоновано узагальнений алгоритм застосування розробленої технології для проектування реальних систем.

5. Створено комп'ютеризовану систему обробки даних спостереження якості вод – „Підсистема „Вода та скиди” автоматизованої системи контролю „ЕкоІнспектор” для накопичення, оброблення та аналізування усіх видів скидів та стану забруднення вод в Україні” — система впроваджена в обласних підрозділах Державної екологічної інспекції Мінприроди України, у т.ч. м. Київ, Севастополь та Автономної Республіки Крим (перша версія розроблена восени у 2006 році, друга, оптимізована з урахуванням останніх результатів даної роботи — влітку у 2008 році).

Завдяки розробленій технології тепер є можливість більш адекватно та швидко обробити усю вхідну інформацію та спроектувати структуру і стандартизований інтерфейс (форми бази даних) інформаційної системи спостереження якості вод на основі паперових форм вхідних та вихідних даних. На відміну від існуючих технологій, проектування може здійснити фахівець з предметної галузі (еколог), що не має спеціальних знань в галузі об'єктно-орієнтованого програмування, UML та реляційних баз даних.

Результати даної роботи були використані під час проектування структури інформаційної системи підтримки прийняття рішень для управління водними ресурсами басейну річки Південний Буг, яку впроваджено у Басейновому управлінні водними ресурсами річки Південний Буг, та інформаційної системи моніторингу поверхневих вод Вінницької області, яку впроваджено у Держуправлінні охорони навколишнього природного середовища у Вінницькій області, Головному управлінні з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи Вінницької облдержадміністрації, Вінницькій обласній епідеміологічній станції, Вінницькому обласному центрі з гідрометеорології, Басейновому управлінні водними ресурсами річки Південний Буг.

Матеріали дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі студентами спеціалізації "Комп'ютеризовані системи екологічного моніторингу" спеціальності 070801 – "Екологія та охорона навколишнього середовища" та спеціалізації "Інтелектуальні

інформаційні технології обробки даних в системах моніторингу та контролю" спеціальності 080404 – «Інтелектуальні системи прийняття рішень» Вінницького національного технічного університету.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Ящолт А. Р. Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми. Монографія / В. Б. Мокін, А. Р. Ящолт та ін]. — Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. — 315 с.
2. Ящолт А. Р. Новий метод розробки інформаційної моделі системи екологічного контролю / В. Б. Мокін, А. Р. Ящолт // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, — 2008. — №1(11). — С. 37-43.
3. Ящолт А. Р. Новий метод автоматизованого формування звітів інформаційних систем на основі секвенційного підходу / В. Б. Мокін, А. Р. Ящолт // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, — 2008. — № 3. — С. 50-56.
4. Ящолт А.Р. Розробка геоінформаційного кадастру річок Вінницької області / В. Б. Мокін, Ю. С. Гавриков, А. Р. Ящолт // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — 2004. — № 1.— С. 66–73.
5. Ящолт А. Р. Підсистема „ВОДА і СКИДИ” автоматизованої системи контролю Держекоінспекції Мінприроди України / Ю. Л. Зіскінд, В. Б. Мокін, М. П. Боцула, А. Р. Ящолт //Вісник Вінницького політехнічного інституту. Спеціальний випуск за матеріалами І-го Всеукраїнського з'їзду екологів. — Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, — 2006. — №5. — С.128–132.
6. Ящолт А.Р. Новий підхід до формалізації та автоматизації обробки схем відбору проб води у підсистемі „Вода та скиди” АСУ "ЕкоІнспектор" Держекоінспекції Мінприроди України / В. Б. Мокін, М. П. Боцула, А. Р. Ящолт // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. Електронне видання. — 2008. — №2. — Режим доступу до журн. : <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2008-2/2008-2.htm>.
7. Ящолт А. Р. Ідентифікація математичної моделі гідрологічних процесів на гідропості "Селище" річки Південний Буг / В. Б. Мокін, А. Р. Ящолт // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2005.— № 6. — С. 85–88.
8. Ящолт А. Р. База даних геоінформаційної аналітичної системи державного моніторингу поверхневих вод Вінницької області ("БД ГІАС ДМПВ ВО") / Мокін В. Б., Ящолт А. Р. та ін. // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 13002. — К. : Державний департамент інтелектуальної власності України. — Дата реєстрації : 11.05.2005.
9. Ящолт А. Р. Комп'ютерна програма „Підсистема „Вода та скиди” автоматизованої системи контролю „ЕкоІнспектор” для накопичення, оброблення та аналізування усіх видів скидів та стану забруднення води в Україні” („Підсистема „Вода та скиди” АСК „ЕкоІнспектор”) / Мокін В.Б., Ящолт А. Р. та ін. // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 18017. — К. : Державний департамент інтелектуальної власності України. — Дата реєстрації : 20.09.2006.
10. Ящолт А. Р. Геоінформаційна аналітична система державного моніторингу довкілля Вінницької області. Ч.І. Моніторинг поверхневих вод. — Методичний посібник / В.Б. Мокін, О.Г. Яворська, А.Р. Ящолт та ін. — Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, — 2005. — 79 с.
11. Ящолт А. Р. Новий підхід до розробки інформаційних моделей автоматизованих систем екоінспекційного контролю / В.Б. Мокін, А.Р. Ящолт // Матеріали конференції Системний аналіз та інформаційні технології (X міжнародна науково-технічна конференція), 20-24.05.2008. — К. : 2008. — 315 с.

АНОТАЦІЯ

Ящолт А. Р. Інформаційна технологія проектування систем обробки даних

спостережень якості вод. — Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 — Інформаційні технології. — Вінницький національний технічний університет, Вінниця – 2009.

Дисертаційну роботу присвячено автоматизованому проектуванню інформаційних систем обробки даних спостереження якості вод. У роботі розроблена нова технологія автоматизованого проектування інформаційних систем обробки даних спостереження якості вод по формах вхідних та вихідних даних шляхом ідентифікації та ітеративної деталізації складових, що виконують операції з вхідними, вихідними та довідковими даними. Для цього розроблено комплекс методів, прийомів, алгоритмів та програмного забезпечення, яке було апробовано та впроваджено на практиці для розв'язання важливих прикладних задач у галузі екологічного моніторингу та контролю в Україні. Результати даної роботи були використані під час створення комп'ютеризованої системи спостереження якості вод – „Підсистема „Вода та скиди” автоматизованої системи контролю „ЕкоІнспектор” для накопичення, оброблення та аналізування усіх видів скидів та стану забруднення вод в Україні” — система впроваджена в обласних підрозділах Державної екологічної інспекції Мінприроди України, у т.ч. у м. Київ, Севастополь та Автономної Республіки Крим, а також під час проектування структури інформаційної системи підтримки прийняття рішень для управління водними ресурсами басейну р. Південний Буг, яку впроваджено у Басейновому управлінні водними ресурсами річки Південний Буг та інформаційної системи моніторингу поверхневих вод Вінницької області, яку впроваджено у Держуправлінні охорони навколишнього природного середовища у Вінницькій області та інших суб'єктах державної системи моніторингу вод області.

Ключові слова: інформаційна система, база даних, секвенційний апарат, автоматизація формування звітів, спостереження якості вод, контроль стану вод.

АННОТАЦИЯ

Яцолт А. Р. Информационная технология проектирования информационных систем обработки данных наблюдения за качеством вод. — Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 — Информационные технологии. — Винницкий национальный технический университет, Винница – 2009.

Диссертационная работа посвящена автоматизированному проектированию информационных систем обработки данных наблюдения качества вод. В работе разработана новая технология проектирования информационных систем обработки данных наблюдения качества вод по формам входных и выходных данных путем идентификации и итеративной детализации составляющих, которые выполняют операции с входными, выходными и справочными данными. Для этого разработан комплекс методов, приемов, алгоритмов и программного обеспечения, которое было апробировано и внедрено на практике для решения важных прикладных задач в области экологического мониторинга и контроля в Украине. Результаты данной работы были использованы во время создания компьютеризированной системы наблюдения качества вод – „Подсистема „Вода и сбросы“ автоматизированной системы контроля „ЭкоИнспектор“ для накопления, обработки и анализа всех видов сбросов и состояния загрязнения вод в Украине” – система используется в областных подразделениях Государственной экологической инспекции Минприроды Украины, в т.ч. в г. Киев, Севастополь и Автономной Республике Крым, а также во время проектирования структуры информационной системы поддержки принятия решений для управления водными ресурсами бассейна р. Южный Буг, используемой в Бассейновом управлении водными ресурсами реки Южный Буг, и информационной системы мониторинга поверхностных вод Винницкой области, используемой в Госуправлении охраны окружающей природной среды в Винницкой области и других субъектах государственной системы мониторинга вод области.

Во введении раскрыты сущность и состояние исследований научной проблемы, основания и исходные данные для проведения исследования. Также изложены: актуальность темы диссертации, цель, задачи исследования, научная новизна и практическое значение полученных результатов, личный вклад соискателя, апробация результатов диссертации и публикации соискателя.

Первый раздел посвящен анализу современных информационных систем наблюдения качества вод. К основным недостаткам существующих систем следует отнести: отсутствие автоматизации процессов сопровождения отбора проб и измерений; не учитываются и не фиксируются погрешности измерений; недостаточный уровень соответствия современным информационным технологиям. Проанализированы современные информационные технологии для проектирования информационных систем, выделены основные проблемы, возникающие при проектировании информационных систем наблюдения качества вод. Сформулированы основные задачи, требующие решения.

Во втором разделе разработаны теоретические основы технологии проектирования, разработаны типовые модели, методы для проектирования информационной системы наблюдения качества вод и автоматизированной идентификации параметров команд для синтеза сложных отчетов информационной системы на основе секвенциального подхода.

В третьем разделе разработаны алгоритмы построения моделей классов входных и выходных данных реальной системы на основе типовых моделей. На основе разработанного алгоритма создано программное обеспечение для автоматизации обработки входящей информации и проектирования классов входных и выходных данных системы на основе типовых моделей (Проектант «ЭкоСистем»). Для данного программного обеспечения разработаны рекомендации по работе с ним. Разработан обобщенный алгоритм применения разработанной технологии для проектирования реальных систем

В четвертом разделе приведены результаты реального применения разработанной технологии проектирования информационных систем наблюдения качества вод регионов Украины.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

В приложениях содержится информация относительно унифицированного языка моделирования (UML), ER-моделей, терминологии в области мониторинга качества вод, виды наблюдений субъектов контроля за окружающей средой, основные понятия секвенциального аппарата проектирования технических систем управления, примеры разработанных форм информационной системы мониторинга поверхностных вод, примеры использования разработанной базы данных в системе мониторинга поверхностных вод Винницкой области, примеры разработанных форм информационной системы поддержки принятия решений для управления водными ресурсами бассейна реки Южный Буг, акты внедрения результатов диссертационной работы.

Ключевые слова: информационная система, база данных, секвенционный аппарат, автоматизация формирования отчетов, наблюдения качества вод, контроль состояния вод.

ANNOTATION

Yashcholt A.R. Information technology for data processing systems designing of water quality observation. — A manuscript.

Thesis for PhD degree on the speciality 05.13.06 – Information technologies — Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia – 2009.

Thesis is dedicated to the automated designing of information systems for data processing of water quality observation. The paper develops the new technology of automated designing of information systems for data processing of water quality observation on the forms of input and output data by means of identification and interactive detailing of constituents, which perform operations with input, output and reference data. There had been developed the software which had been approved and introduced on practice for the solution of important applied tasks in the sphere of ecological monitoring and control in Ukraine. The results of the given work had been used during the creation of the computerized system for water quality observation – «Subsystem «Water and water discharges» of the automated control system «EcoInspector» for accumulating, processing and analysis of all kinds of discharges and state of water pollution in Ukraine» - the system had been introduced in regional subdivision of State Ecological Inspection of Ministry for Environmental Protection of Ukraine, including the city of Kyiv, Sevastopol and Autonomous Republic of Crimea as well as during the designing of structure of decision support system for controlling over the water resources of the Southern Bug river basin, which is introduced to the Basin Administration of water resources of the Southern Bug river and information system of monitoring of surface water of Vinnitsa region, which is introduced to the State Administration of Environmental Protection in Vinnitsa region and units of State system of water monitoring in the region.

Keyword: information system, database, sequential apparatus, automation of reports formation, water quality observation, water state control.

Підписано до друку 23.02.2009 р. Формат 29,7×42 ¼
Наклад 100 прим. Зам. № 2009–044
Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького національного технічного університету
м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95. Тел.: 59-81-59