

УДК 502.656

Л.А. Павленко<sup>1</sup>, М.О. Проценко<sup>1</sup>, В.В. Брук<sup>2</sup><sup>1</sup>Харківський національний економічний університет, Харків<sup>2</sup>Український науково-дослідний інститут екологічних проблем, Харків

## РОЗРОБКА МОДУЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОЦІНКИ ВПЛИВУ КРАПКОВИХ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ НА ЯКІСТЬ ВОД АЗОВСЬКОГО МОРЯ

Наведено принципи розробки модуля автоматизації оцінки впливу крапкових джерел забруднення на якість вод Азовського моря. Модуль реалізує систему оцінки стану вод моря за даними еколого-економічного моніторингу, яка дозволяє ранжувати крапкові джерела промислових підприємств по ступеню впливу на морську екосистему та відображає на електронній карті стовпчасті діаграми розподілу забруднюючих речовин для кожного з підприємств. Транзакційна база даних збереження результатів моніторингу розроблена за допомогою CASE технологій, а саме ERWin 4.0. Модуль побудований на базі ГІС технологій. Усі розрахунки виконані за допомогою вбудованої в Arcview 3,2a мови програмування Avenue. Кінцевим користувачем є еколог-аналітик Державної екологічної інспекції Азовського моря.

**Ключові слова:** якість вод, крапкові джерела забруднення, локальний вплив у зоні забруднення, відносний критерій оцінки, асиміляційна спроможність екосистеми, еколог-аналітик, морська екосистема, гранично допустима концентрація, кратність розбавлення зворотних вод, CASE інструменти, ГІС технології.

### Вступ

Господарська діяльність у басейні Азовського моря включає такі складові частини: комунальне господарство, промисловість, сільське господарство, рибальство та морський транспорт. Найважливішою складовою частиною господарської діяльності є забезпечення життя приблизно 20 млн. чол. населення басейну Азовського моря.

Суттєвими факторами негативного впливу на оточення є скид дощових та талих вод з забруднених територій, накопичення твердих та рідких відходів на поверхні, відходи комунального господарства, скиди крапковими джерелами промислових підприємств, а також зворотні води сільського господарства, зокрема колекторно-дренажні води зрошувальних систем.

Зважаючи на це, актуальним є питання вирішення проблеми інвентаризації крапкових джерел промислових підприємств та їх ранжування за ступенем впливу на водну екосистему Азовського моря, що неможливо без застосування засобів сучасних інформаційних технологій.

Вирішення задач автоматизації моніторингу стану водних об'єктів на основі ведення і обробки великих масивів даних спостережень здійснюється за допомогою програмних комплексів: «Екосфера Міні» [4], «Екологічні платежі» [5], та «Вода - об'єднання» [6]. Але для ранжування крапкових джерел забруднення ці програмні комплекси мають надлишок функціональності, що обумовлює їх досить велику вартість. Тобто використання цих систем призводить до надлишкових витрат як на саму систему та її обслуговування, так і на підготовку

фахівців для роботи з ними.

**Метою статті** є автоматизація процесу обробки даних моніторингу стану стічних вод, що скидаються крапковими джерелами промислових підприємств басейну Азовського моря. За результатом оцінки впливу крапкових джерел забруднення виконується ранжування підприємств по ступеню негативного впливу на морську екосистему, що сприятиме оперативності прийняття управлінських рішень щодо впровадження принципів екологічного менеджменту на цих підприємствах.

### Основний матеріал

Ранжування підприємств за негативним впливом спирається на багатокритеріальну систему оцінки, в яку входять розрахунки нижче наведених відносних критеріїв [2].

Першим відносним критерієм є критерій локального впливу у зоні забруднення, що враховує дію речовин у зоні забруднення та розраховується як:

$$f_{1k} = (1/N_L) \sum_{i=1}^p C_{ik} / ГДК_i ,$$

де  $N_L$  – кратність розбавлення морськими водами зворотних вод крапкового джерела забруднення на відстані  $L$ ;  $C_{ik}$  – концентрація  $i$ -ї речовини у  $k$ -му крапковому джерелі забруднення,  $mg/dm^3$ ;  $ГДК_i$  – гранично допустима концентрація  $i$ -ї забруднюючої речовини,  $mg/dm^3$ ;  $L$  – відстань від місця скиду до створу, де визначається концентрація забруднюючої речовини;  $p$  – кількість забруднюючих речовин.

Кратність  $N_L$  залежить від відстані  $L$ , глибини моря у місці скиду, обсягу скидів, швидкості морсь-

кої течії, горизонтального та вертикального коефіцієнтів турбулентної дифузії.

$f_{1k}$  є безрозмірною величиною, яка характеризує вплив скиду забруднюючих речовин на стан морського середовища на відстані 50 м від скиду.

Другим відносним критерієм оцінки негативного впливу забруднюючих речовин є критерій впливу на асиміляційну спроможність екосистеми Азовського моря (глобальний вплив) [3].

$$f_{2k} = (10^{-3} / Q_{пр}) \sum_{i=1}^p \frac{L_{ki}}{\Gamma ДК_i \cdot (1 + T / \tau_i)}$$

де  $Q_{пр}$  – сумарний обсяг витрат притоку води до моря,  $км^3/рік$ ;  $L_{ki}$  – навантаження на морську воду і-ю речовиною к-го джерела забруднення,  $т/рік$ ;  $T$  – час зовнішнього водообміну Азовського моря,  $рік$ ;  $\tau_i$  – час асиміляції і-ї речовини екосистемою моря,  $рік$ .

За своїм фізичним змістом критерій  $f_{2k}$  показує, який обсяг асиміляційної спроможності екосистеми Азовського моря припадає на к-те точкове джерело забруднення.

джерело забруднення.

Нормоване значення двох розглянутих критеріїв має вигляд:

$$\bar{f}_{1k} = \frac{f_{10}}{\sigma_1}; \bar{f}_{2k} = \frac{f_{20}}{\sigma_2}$$

де  $f_{10}$  – середнє значення критерію локального впливу;  $f_{20}$  – середнє значення критерію глобального впливу;  $\sigma_1, \sigma_2$  – середньоквадратичні відхилення.

Крапкові джерела ранжуються двічі: за значеннями  $\bar{f}_{1k}$  та за  $\bar{f}_{2k}$ . Ранжування за першим критерієм дозволяє виявити підприємства з найбільшим забрудненням в зоні скиду самих підприємств. Ранжування за другим критерієм дозволяє виявити підприємства з найбільшим негативним впливом на води басейну Азовського моря.

Концепція побудови модуля автоматизації розроблена за допомогою інструменту BPM in 4.0 у вигляді контексної діаграми (рис. 1) та першого рівня декомпозиції (рис. 2).

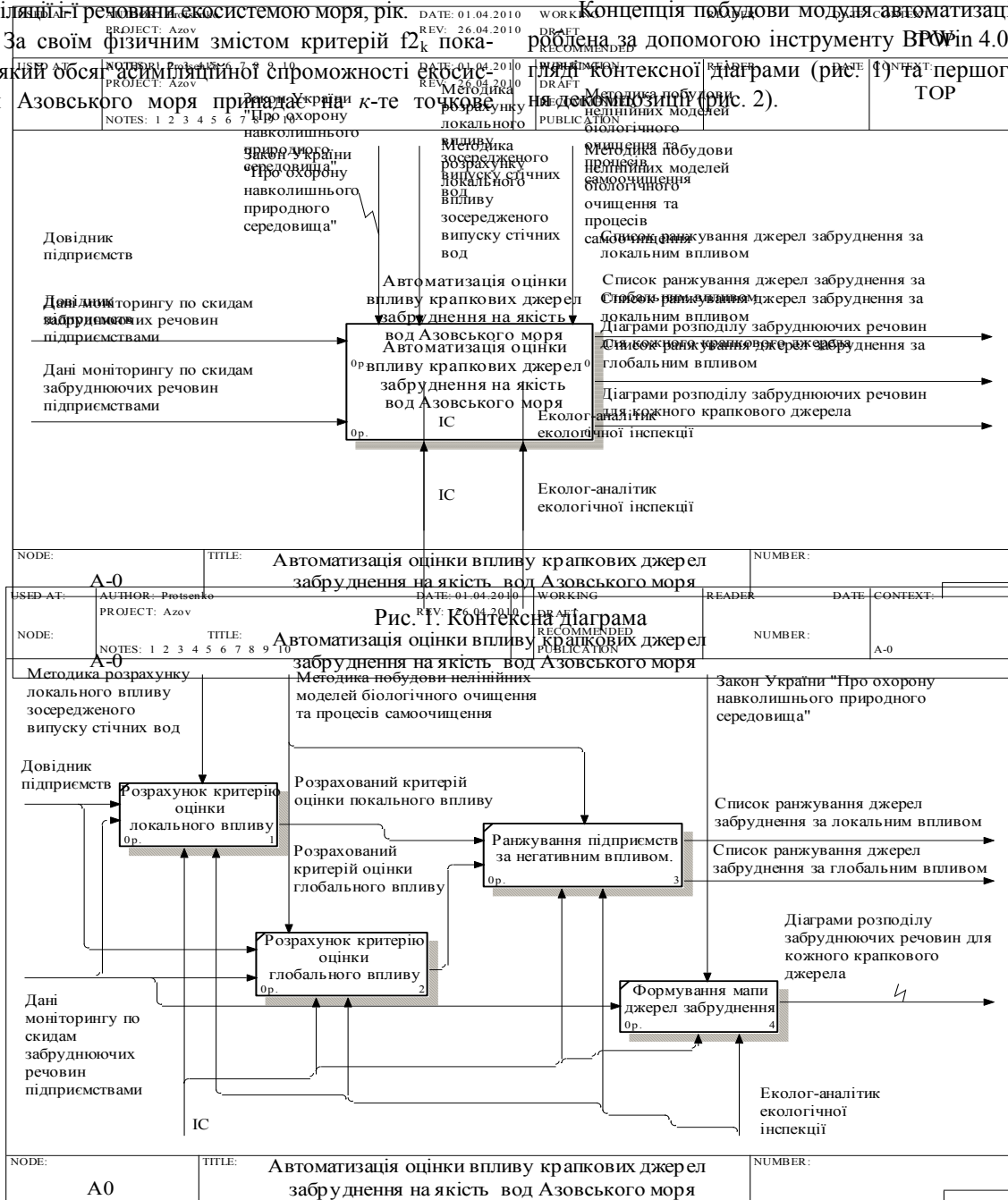


Рис. 2. Перший рівень декомпозиції  
Вхідними даними для обчислень є результати моніторингу по скидам забруднюючих речовин підприємствами. За допомогою розглянутих вище методик розрахунку створюються списки ранжування джерел забруднення, тобто підприємств, за локальним та глобальним впливами. Було побудовано діаграми розподілу забруднюючих речовин для кожного крапкового джерела, що дозволило виявити речовини, які значно перевищують ГДК.

Схема бази даних розроблена засобами інструменту ERWin 4.0 та представлена у вигляді логічної схеми даних (рис. 3). В якості СУБД вибрана MS Access.

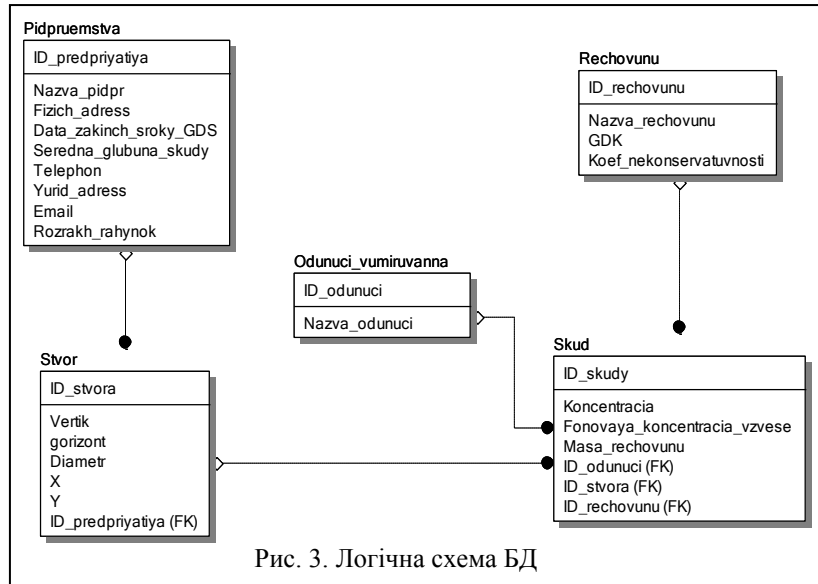


Рис. 3. Логічна схема БД

ГІС-моделювання є засобом не тільки виконання обчислень інструментами мови програмування Arcview пакету Arcview 3.2, але й забезпечує оперативність прийняття рішень завдяки наочності відображення результатів моделювання на карті. Кінцевим користувачем є еколог-аналітик Державної екологічної інспекції Азовського моря.

### Висновки

Модуль дозволяє оцінити локальний та глобальний вплив джерел забруднення на екосистему Азовського моря засобами сучасних інформаційних технологій. Результати обчислень дозволяють виявити підприємства, які є найбільшими забруднювачами Азовського моря, та прийняти рішення щодо необхідності впровадження принципів екологічного менеджменту на цих підприємствах [7].

Подальше вдосконалення модуля пов'язане з розробкою додаткового блоку для розрахунку плати за скид забруднюючих речовин, яка буде нараховуватися кожного кварталу наростаючим підсумком з початку року, на основі затверджених лімітів, фактичних скидів, нормативів платежу [1].

Запропонований модуль може бути корисним не тільки для екологічної інспекції цього морського регіону, а й для Державної екологічної інспекції Чорного моря.

## РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ТОЧЕЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ВОД АЗОВСКОГО МОРЯ

Л.А. Павленко, М.А. Проценко, В.В. Брук

Приведены принципы разработки модуля автоматизации оценки влияния точечных источников загрязнения на качество вод Азовского моря. Модуль реализует систему оценки состояния морских вод по данным эколого-экономического мониторинга, которая позволяет ранжировать точечные источники промышленных предприятий по степени воздействия на морскую экосистему и отображает на электронной карте столбчатые диаграммы распределения загрязняющих веществ для каждого из предприятий. Транзакционная база данных сохранения результатов мониторинга разработана с помощью CASE технологий, а именно ERWin 4.0. Модуль построен на базе ГИС технологий. Все расчеты выполнены с помощью встроенного в Arcview 3.2, а языка программирования Arcview. Конечным пользователем является эколог-аналитик Государственной экологической инспекции Азовского моря.

**Ключевые слова:** качество вод, точечные источники загрязнения, локальное воздействие в зоне загрязнения, от-

### Список літератури

1. Закон України про охорону навколишнього природного середовища [Електронний ресурс] // Сайт Верховної Ради – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1264-12>
2. Баранник В.О. Розрахунок локального впливу зосередженого випуску стічних вод на якість води водойм. / В.О. Баранник, В. Кресін. –Х. : ВНДІВО, 1985. – с. 95-101.
3. Вавілін В.Я. Нелінійні моделі біологічного очищення та процесів самоочищення в ріках. / В.Я. Вавілін. – М.: Інститут водних проблем АН СРСР, 1983. – 158 с.
4. Програмний продукт "Екосфера-Міні" [Електронний ресурс] // Офіційний сайт НВП КомЕко. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.koteco.ru/mini.php>.
5. Програмний продукт «Екологічні платежі» [Електронний ресурс] // Офіційний сайт НВП «Логус». – Режим доступу: <http://www.logus.ru/catalog/info175.htm>.
6. Програмний комплекс «Вода – об'єднання» [Електронний ресурс] // Офіційний сайт НВП «Логус». – Режим доступу: <http://www.logus.ru/catalog/info13.htm>.
7. Що таке стандарти ISO 14000? [Електронний ресурс] // Сайт науково-виробничого підприємства «Інтеграл» – Режим доступу до ресурсу: [http://www.integral.ru/article\\_iso14000.php](http://www.integral.ru/article_iso14000.php).

Надійшла до редколегії 23.04.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.П. Авраменко, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

носительный критерий оценки, ассимиляционная способность экосистемы, эколог-аналитик, морская экосистема, предельно допустимая концентрация, кратность разбавления сточных вод, CASE инструменты, ГИС технологии.

#### AUTOMATION MODULE DEVELOPMENT OF EVALUATION OF POINT POLLUTION SOURCES WHICH INFLUENCE ON THE QUALITY OF WATER IN THE AZOV SEA

L.A. Pavlenko, M.A. Protsenko, V.V. Brook

*The principles of automation module development of evaluation of point pollution sources which influence on the quality of water in the Azov sea is offered. The module implements a system for evaluation of sea water state, according to environmental and economic monitoring data, which allows you to rank the point sources of industrial enterprises by the impact on the marine ecosystem and displays distribution diagram of pollutants for each enterprise on the electronic map. Transactional database for the results of monitoring saving was designed using CASE technologies, namely ERWin 4.0. The module is based on GIS technology. All calculations were made using the built-in Arcview 3,2a programming language Avenue. The end user is the analyst of the State Environmental Inspection of the Azov Sea.*

**Keywords:** *water quality, the point sources of pollution, local pollution impact in the area, the relative criterion, assimilation capacity of ecosystems, Environmental Analyst, marine ecosystem, the maximum permissible concentration, the multiplicity of dilution water return, CASE tools, GIS technology.*