

UDC 004.93.1; 681.142

^{1,2}Заяць В.М., д.т.н., професор; ³Заяць М.М., ст. викладач; ²Мошинський В.С., д.с.-г.н.: професор;

¹Рожанківський І.;В., д.т.н., професор.

¹Університет Технологічно-Природничий (УТР), м. Бидгощ, Польща.

²Національний університету водного господарства та природокористування, м. Львів, Україна.

³НУ "Львівська політехніка", м. Львів, Україна.

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ В ЕКОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Zaiats V.M., Zaiats M.M., Moshynskiy V.S., Rozankivskiy I.V. System approach to bilding models for intelligent processing of data in eco-information systems. A systematic approach to the construction of models for the intellectual processing of data in eco-information systems is proposed.. The expediency of using declarative programming languages for the processing of statistical information is substantiated.

Keywords: eco-datas network; eco-information system, application software, functional approach, declarative programming languages.

Заяць В.М., Заяць М.М., Мошинський В.С., Рожанківський І.В. Системний підхід до побудови моделей для інтелектуального опрацювання даних в екоінформаційних системах. Запропоновано системний підхід до побудови моделей для інтелектуального . опрацювання даних в екоінформаційних системах . Обґрунтовується доцільність використання декларативних мов програмування для обробки статистичної інформації.

Ключові слова: мережі екоданих; екоінформаційна система, прикладне програмне забезпечення, функціональний підхід, декларативні мови програмування.

Заяць В.М., Заяць М.М., Мошинский В.С., Рожанкивский И.В. Системный подход к построению модели для интеллектуальной обработке данных в экоиформационной системе. Предложен системный подход к построению моделт для интеллектуальной обработке данных на основе функциональных преобразований. Обосновывается целесообразность использования декларативных языков программирования для обработки статистической информации.

Ключевые слова: *сети экоданных, экоиформационная система, информационная система, прикладное программное обеспечение, функциональный подход;* декларативные языки программирования.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ. Екологічна інформаційна система (ЕІС) – це система для управління екологічною інформацією, її аналізу та подання. Екологічна інформація може надаватися у вигляді цілого набору екологічних даних, які моделюють оточуюче середовище за допомогою узагальнених структур даних. ЕІС містить набори інструментальних засобів для роботи з екологічними даними.

Здатність ЕІС вести пошук у базах даних, приєднувати власні бази, здійснювати просторові запити, безперервно нагромаджувати та коректувати наявні просторові й часові дані, моделювати та відтворювати реальні ситуації заощадить час і кошти державних та комерційних структур, унеможливить виникнення кризових ситуацій.

При створенні нових реальних пристроїв, дослідженні невивчених фізичних чи екологічних явищ або процесів, побудові систем розпізнавання та ідентифікації, що мають бажані характеристики інформаційного сигналу або невідомі характеристики, які підлягають вивченню, доцільно провести комп'ютерне моделювання та аналіз, створивши адекватні математичної моделі об'єкта, що розробляється чи вивчається. Такий підхід вимагає значно менших часових і технічних засобів порівняно з фізичним експериментом, особливо на попередній стадії розробки, за відсутності достовірної апріорної інформації про оточуюче середовище та поведінку об'єктів, що в ньому знаходяться

Останнім часом в нелінійній динаміці широке застосування знаходять дискретні моделі систем [1-4] для яких дискретність закладена в природі самого об'єкта досліджень, а не є наслідком дискретизації неперервної системи. Доцільність використання дискретних по своїй природі моделей пояснюється такими їх особливостями:

- простотою математичного опису в порівнянні з неперервними моделями;
- наявністю суттєво ширшого спектру динамічних режимів, порівняно з відомими моделями;
- нескінченною вимірністю, що дозволяє моделювати кожен нову гармоніку процесу шляхом її введення у вектор змінних стану, тоді як для неперервних системах для вирішення цієї задачі необхідно підвищувати розмірність системи;
- відсутністю необхідності визначення кроку дискретизації, оцінки локальної і глобальної похибок чисельних методів, областей стійкості та синхронізації;

– кращою адаптованістю до постановки комп'ютерного експерименту, порівняно з неперервними моделями.

Власне моделі, дискретні за своєю природою є застосовні як до побудови пристроїв, що мають бажані режими, так і до розпізнавання та ідентифікації ситуацій у системах зі складною динамікою і поведінкою, якими є екологічні системи, що дозволяє підвищити ефективність їх роботи.

ЦІЛІ СТАТТІ. Метою даної статті є формування основних вимог та підходів до побудови моделей інтелектуального опрацювання даних в екоінформаційних систем для забезпечення якісного та автоматизованого процесу моніторингу навколишнього середовища та прийняття рішень щодо його захисту та розвитку. Однією із цілей статті є встановлення основних вимог до побудови екоінформаційних систем та обґрунтування доцільності використання сучасних компютерних технологій та програмних засобів для інтелектуального опрацювання даних. В роботі також визначено перспективні напрямки розвитку таких систем та напрями їх застосування.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ.

На початку 1980-х років і впродовж наступних десяти років практично у всіх розвинених країнах світу було створено національні екоінформаційні системи, які охоплювали існуючі системи моніторингу природного середовища, а також системи збору і аналізу інформації про фізичне навантаження та стан здоров'я населення. У дев'яностих роках поява нових інформаційних технологій та розвиток мережі Internet зумовила об'єднання цих систем в єдину екоінформаційну систему, на серверах якої зберігають величезні обсяги інформації про стан навколишнього середовища, отримані за допомогою систем екологічного моніторингу.

Система моніторингу повинна містити такі технічні та інтелектуальні засоби:

- розпізнавання та ідентифікації об'єкта спостереження;
- збору апріорних даних про об'єкт спостереження;
- формування інформаційної моделі об'єкта дослідження;
- планування експерименту (натурного, лабораторного, числового, вимірювального);
- оцінки відповідності об'єкта спостереження його інформаційній моделі;
- прогнозу і передбачення поведінки досліджуваного об'єкта спостереження;
- подання інформації у зручній для користування формі;
- засоби інтелектуального опрацювання отриманих даних стосовно їх прикладних застосувань.

Основні цілі екологічного моніторингу полягають у забезпеченні системи управління природоохоронної діяльності та екологічної безпеки своєчасною і достовірною інформацією, що дає можливість оцінити стан навколишнього середовища, виявити причини та можливі наслідки змін його стану, а також визначити необхідні захисні дії [5]. За функціональним призначенням виділяють три види моніторингу навколишнього середовища: стандартний, кризовий, науковий.

Власне екоінформаційні системи охоплюють всі різновиди систем екологічного моніторингу і забезпечують систему управління і прийняття рішення повною і достовірною інформацією для екологічно безпечного розвитку на всій території, де поширюється їх дія.

Екоінформаційна система повинна забезпечувати розв'язання цілої низки задач:

- підготовка цілісної інформації про стан середовища, передбачення ймовірних наслідків суспільної діяльності та рекомендацій щодо вибору варіантів безпечного розвитку регіону для систем підтримки і прийняття рішення;
- моделювання процесів, що відбуваються в навколишньому середовищі та можливих результатів ухвалених управлінських рішень;
- підготовка електронних карт, що відображають стан навколишнього середовища території;
- опрацювання і накопичення у базах даних результатів моніторингу та встановлення параметрів довкілля, найчутливіших до зміни його стану;
- обґрунтування доцільної мережі спостережень для регіональної системи екологічного моніторингу;
- обмін інформацією про стан навколишнього середовища з іншими екоінформаційними системами;
- надання даних для контролю за дотриманням прийнятих законів, для розвитку екологічної освіти, для засобів масової інформації та інше [6].

наявність засобів інтелектуального опрацювання отриманих даних стосовно їх прикладних застосувань.

Отже, екоінформаційні системи повинні бути зорієнтовані на комплексне використання результатів екологічного моніторингу, забезпечуючи перетворення первинних результатів спостережень у форму, придатну для управління та прийняття рішення, які сприяють усталеному розвитку як окремих регіонів, так і всієї планети. У міру переходу від первинних результатів екологічного моніторингу до знань про стан навколишнього середовища змінюються методи роботи з інформацією. В екоінформаційній системі можна виділити три рівні, орієнтовані на розв'язання різних задач екологічного моніторингу, які різняться методами роботи з екологічною інформацією. Верхній рівень складають програмні модулі для підтримки прийняття рішень, середній - програмне забезпечення, що дає змогу здійснити системний аналіз інформації про стан навколишнього середовища, нижній – модулі опрацювання первинної екологічної інформації [7]. На нижньому рівні екоінформаційної системи для зберігання даних про стан навколишнього середовища використовуються різні системи управління базами даних (СУБД) типу Oracle чи Microsoft SQL Server, а для опрацювання результатів спостережень застосовують різноманітні програмні продукти – електронні таблиці, пакети прикладних програм типу MathCAD, Surfer та інші. Зазначимо, що із прогресивним розвитком технологій програмування типу Silverlight, Flash, AJAX та сучасних мов програмування C++, C#, Java, Turbo-Prolog, Lisp [17] можливо швидко отримувати доступ до екоданих та візуалізувати їх із будь-якої точки Землі через зв'язок із глобальною мережею Internet. Така різноманітність програмного забезпечення зумовлена величезною кількістю різнопланових задач опрацювання результатів спостережень за станом довкілля, одержаних за допомогою тих чи інших методів екологічного моніторингу. На середньому рівні екологічної інформаційної системи для аналізу інформації про стан навколишнього середовища використовуються географічні інформаційні системи (ГІС). Ці системи, забезпечуючи введення, зберігання, передавання, модифікацію (видалення, додавання), опрацювання, аналіз і візуалізацію всіх видів географічно прив'язаної інформації, дають змогу систематизувати процес отримання інформації для управління природними ресурсами та їх захисту від неприродного напряму розвитку чи бездумного знищення

Для забезпечення підтримки прийняття рішень необхідний ще один етап роботи з інформацією, який дає змогу співвіднести одержані результати зі шкалою "істинне – хибне" Очевидно системи підтримки прийняття рішень у галузі екологічної безпеки доцільно створювати, спираючись на результати математичного та комп'ютерного моделювання. У межах таких математичних чи комп'ютерних моделей стає можливим зіставлення відомостей з різних джерел та прогнозування і передбачення наслідків того або іншого управлінського рішення. На сьогоднішній день методи математичного моделювання довкілля ще недостатньо розвинуті та апробовані, щоби їх результати можна широко використовувати для підтримки прийняття рішень у галузі екології та природоохоронної діяльності. Тому сьогодні накопичення знань, необхідних для підтримки прийняття рішень, ґрунтується на різних спрощених методиках оцінки дії на навколишнє середовище, таких, як методологія оцінки дії на довкілля, індикатори стійкого розвитку та інші [8].

Основні проблеми комп'ютерної ЕІС (КЕІС). Однією з пріоритетних задач при створенні систем екологічного моніторингу є проблема забезпечення оперативності роботи системи моніторингу. Важливість цієї проблеми очевидна, оскільки надто запізніле надходження інформації про стан навколишнього середовища не дасть змоги організувати його захист. Основним способом розв'язання цієї задачі є створення систем екологічного моніторингу водного середовища на основі комп'ютерних технологій опрацювання даних у реальному часі і застосування ефективних і швидкодіючих систем передавання даних.

Другою проблемою, що має місце при розробленні системи моніторингу, є його комплексність. Суть цієї проблеми зводиться до того, що більшість систем моніторингу, контролює не один, а декілька компонент навколишнього середовища. Таким чином, питання взаємозв'язку між розташуванням і регламентом роботи різних вимірювальних складових, а також опрацювання інформації, що поставляється ними стає актуальним. Проблема комплексності може бути вирішена на уявленні про взаємозв'язок компонентів навколишнього середовища і процесів, що у них відбуваються. Тому розташування і регламент роботи різних інформаційно-вимірювальних мереж слід скоординувати

Третьою проблемою є проблема репрезентативності отриманих результатів. Суть проблеми полягає в оптимізації вибору розташування ланок інформаційно-вимірювальної мережі і

інтервалів між вимірюваннями, інакше кажучи, Таким чином, раціональний вибір просторового і часового кроку дозволяє розв'язати цю проблему. Просторовий аспекти вирішення проблем комплексності і репрезентативності можна запропонувати у вигляді ландшафтного принципу розміщення ланок інформаційно-вимірювальної мережі. Хоча такий підхід дає ефект в межах однієї ЕІС і не означає повної ідентичності розміщення вимірювальних ланок різних інформаційно-вимірювальних комплексів різних ЕІС. Питання про вибір часового кроку для отримання достовірних вхідних параметрів вирішується на основі наявних даних про часову мінливість параметрів, що вивчаються, а також обмежень на швидкість їх зміни і частоту.

Четверта проблема – це проблема адаптивності. При побудові системи моніторингу доцільно скористатися принцип адаптивної структури. Його суть полягає у тому, що система моніторингу змінює свою організацію (розташування ланок інформаційно-вимірювальної мережі, регламент їхньої роботи, процедури опрацювання інформації, прийняття рішень) на підставі аналізу одержаних системою даних.

П'ята проблема – інтелектуалізація ЕІС для забезпечення прийняття нею достовірного рішення про стан довкілля та вироблення коректних керуючих дій. Тобто у склад КЕІС входить підсистема прийняття рішень та керування станом оточуючого середовища, динамічні бази даних, що постійно оновлюються (бази знань), та набір моделей і правил виведення логічних висновків. По суті справи, ця підсистема утворює експертну систему, поведінка якої близька до поведінки людини-експерта з даної предметної галузі. Проте, оскільки мова йде про опрацювання надзвичайно великих обсягів інформації в стислі проміжки часу, то переваги експертної системи є очевидними, порівняно з людиною експертом. До них слід віднести

- відсутність суб'єктивності, упереджень та поспішності при прийнятті рішень та висновків;
- системний, логічно-послідовний підхід до виконання поставленого завдання, що забезпечує після опрацювання всієї заданої (введеної у комп'ютерну систему) інформації вибрати єдино правильне (найкраще за заданим критерієм) рішення з усіх можливих альтернатив, незалежно від їх кількості;
- база даних (статична) і знань (динамічна) КЕІС є надмірно великою і постійно зберігається у пам'яті комп'ютера. В той же час людина володіє обмеженою базою даних і є фахівцем у конкретній галузі знань, які при їх довгому не використанні забуваються і можуть бути втрачені назавжди;
- експертні системи не піддаються впливу зовнішніх чинників, які безпосередньо не пов'язані з розв'язуваною задачею;
- експертні системи не можуть замінити спеціаліста конкретної предметної області, а є лише інструментальним засобом для розв'язання конкретної задачі.

У експертній системі слід передбачити коментарі, зрозумілі фахівцю у цій галузі, про спосіб розв'язання поставленої задачі з метою перевірки достовірності отриманих результатів фахівцем з математичної статистики [8]. Розроблення експертних систем, призначених для опрацювання даних, стикається зі значними складностями. Інтелектуалізація комп'ютерного опрацювання первинної інформації про навколишнє середовище ґрунтується, з одного боку, на ідеях і методах конкретної галузі знання, для якої створюється система опрацювання даних. З іншого боку, у комп'ютерній системі опрацювання даних використовуються різноманітні методи прикладної математики, теорії ймовірностей і математичної статистики, теорії розв'язання обернених задач, теорії інформації, комп'ютерних систем і мереж, алгебри логіки, штучного інтелекту та інше. Очевидно, при розробленні експертних систем опрацювання даних, з одного боку, доводиться враховувати особливості методик виконання, вимірювання та методів проведення розрахунків, а з іншого – обмеження математичних алгоритмів обробки, що вимагає участі доволі великого колективу професіоналів – фахівців у цій галузі, а також: математиків, програмістів, фахівців з розроблення експертних систем. Все це зумовлює високу вартість розроблення. Тому за наявності величезної кількості систем загального призначення – пакетів для статистичного опрацювання даних, електронних таблиць, існує зовсім невелика кількість експертних систем, здатних на інтелектуальному рівні розв'язувати конкретну прикладну задачу чи реалізовувати інтелектуальну обробку даних з метою отримання нових знань та управлінських рішень.

Підходи до вибору та побудови моделі інтелектуальної обробки даних в ЕІС. Під час розроблення екоінформаційної системи важливим є вибір методики та способу зберігання та обробки даних. При створенні моделі даних, тобто способу цифрового опису просторових

об'єктів, слід врахувати усі вхідні та вихідні параметри, їх структуру, методи збору, способи збереження, кодування, передавання, обробки та візуалізації даних. Вибір способу організації даних ЕІС має важливе значення, оскільки безпосередньо визначає функціональні можливості створеної ЕІС, а також придатність тих чи інших технологій отримання та запису даних. Від вибору моделі даних залежить як просторова точність представлення графічної частини інформації, так і можливість отримання якісного картографічного матеріалу і організація контролю карт

за екологічною обстановкою. Від способу організації даних ЕІС великою мірою залежить також швидкодія системи. Як правило, всі дані розмежовані та утворюють свого роду рівні. Загалом усі рівні подання даних утворюють ієрархію, яку можна класифікувати та виділити як окремі частини ЕІС, що зображено на рис. 1. Модель даних [9], у нашому випадку є загальною концепцією організації даних у екоінформаційній системі, які являють собою створені та готові до відображення та перетворення на результат дані. До таких даних можна віднести як окремі об'єкти візуалізації, так і статистичні дані, що містять інформацію про стан навколишнього середовища. Рівень зв'язку даних є проміжним рівнем між сховищем і моделлю даних, відповідно і призначений для зв'язку. Зазвичай це матриці перетворення, векторні дані, посилання, списки та інші специфічні для кожної з ЕІС способи структурування даних. Структури даних – це найнижчий рівень, який максимально деталізує модель даних, та уможливорює нормалізацію даних. До цього рівня слід віднести структури файлів, баз даних та типи даних.

Елемент кожної моделі даних повинен містити ідентифікатори, атрибути, прив'язку до просторово-часових моделей даних, а також функції перетворення та обробки даних. Ідентифікатор – це один із основних параметрів, що бере участь у структуруванні даних. Його призначення – це формування певних ознак, інформації про об'єкт, яка може динамічно змінюватись, незважаючи на статичність самого об'єкта. Кожний об'єкт має містити власні атрибути, у яких визначаються базові властивості (наприклад: температура, вологість, тиск, площа, об'єм, маса, швидкість тощо). Оскільки кожний об'єкт може бути як окремим елементом простору, так і конкретним шаром, то потрібна чітка прив'язка до простору та часу. Для моделювання складної ЕІС недостатньо мати інформацію лише про структуру та позицію об'єкта [10]. Іноді може постати гостра проблема визначення реакції груп об'єктів на певні штучно зсимульовані ситуації. Для цього слід використовувати вбудовані методи поведінки об'єктів, що для кожного із багатьох є специфічними. Для приклада можна розглянути модель каменепаду. Кожен із каменів подається багатогранною фігурою. Кожна грань опуклого багатогранника може бути основою, якщо його поставити на горизонтальну поверхню. У правильного багатогранника центр ваги розташований всередині, так що він стійкий, якщо поставити його на будь-яку грань. Неправильні багатогранники можуть бути нестійкі, якщо встановлені на певні грані, тобто якщо їх поставити паралельно до основи, вони будуть перевертатися, а отже, неможливо застосовувати ті самі правила для складних фігур. Використання вбудованих методів поведінки дасть максимально чіткі результати при симуляції складних процесів. Завдяки вбудованим методам можна також спростити симуляцію процесів всередині ЕІС, розглядаючи її як одну із функцій ЕІС. Маючи можливість об'єднання різноманітних моделей даних [11] та їх структур у інші, можна створювати новий тип або модель даних. Створювана модель даних може бути двох видів: кінцева та проміжна. Проміжний тип даних призначений для тимчасового утримання цих даних та подальшого формування іншої моделі даних. Відповідна кінцева модель даних – це модель, що отримана в результаті розрахунків і може бути використана для візуалізації окремих тематичних наборів об'єктів. Відповідно до кожного із типів даних, інформацію слід зберігати роздільно, дотримуючись чіткої ізоляції рівнів, щоб запобігти отриманню хибних результатів. Екологічна інформаційна система має зберігати передовсім базові дані та дані, специфічні для конкретної ЕІС. Усі дані зберігаються у базах даних, що можливо умовно розділити на такі типи:

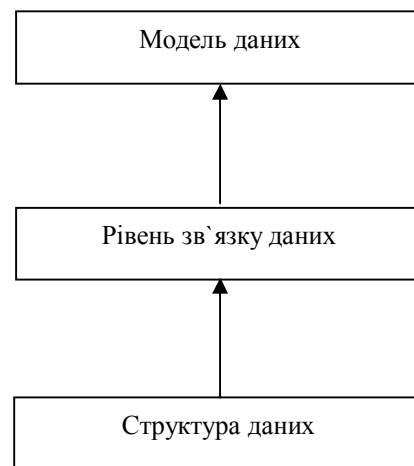


Рис. 1. Підхід до подання даних у ЕІС

а) база екоданих – це просторова база даних, що містить набори даних, які відображають екологічну інформацію у контексті загальної моделі даних ЕІС. До цих даних слід віднести векторні об'єкти, векторні зображення, растри, топологію, мережі, тривимірні об'єкти, а також усі об'єкти, що входять до складу тематичних наборів даних і є однією зі складових моделі даних ЕІС;

б) база ековізуалізації – це набір інтелектуальних карт, які показують просторові об'єкти та функціональну взаємодію між об'єктами на земній поверхні. У цій базі можуть бути побудовані різні види карт і можуть використовуватися як "вікна в базу даних" [12] для підтримки запитів, аналізу та редагування інформації;

в) тип екообробки ЕІС – це набір інструментів для одержання нових наборів екологічних даних з наявних наборів даних. Функції просторових даних отримують інформацію з наборів даних, застосовують до них аналітичні функції і записують одержані результати в нові похідні набори даних. Прикладом може бути специфічний тематичний шар, для створення якого було відібрано дані інших тематичних шарів.

Для приклада, на сьогодні уже створені бази даних географічної ІС (ГІС). Так в програмному забезпеченні ESRI® ArcGIS® ці три види баз даних подані каталогом (ГІС як колекція наборів геоданих), картою (ГІС як інтелектуальний картографічний вид) і набором інструментів (ГІС як набір інструментів для інтелектуальної обробки просторових даних). Всі вони є невід'ємними складовими повноцінної ГІС і більшою чи меншою мірою використовуються у всіх ГІС-додатках.

Якщо комплексно розглядати ЕІС як одне ціле, то це особливий тип бази даних про навколишній світ – екологічна база даних (база екоданих), основою якої є структурована база даних, яка описує світ, та об'єкти, наявні в ньому, у географічному, економічному, кліматичному, ландшафтному, соціальному та інших аспектах. Створюючи дизайн бази екоданих ЕІС, визначають, як відобразатимуться різні просторові об'єкти. Наприклад, земельні ділянки зазвичай представляються як полігони, вулиці – як центральні лінії, свердловини – як точки тощо. Ці об'єкти групують у класи об'єктів, в яких кожен набір має єдине екологічне відображення. Кожен набір даних ЕІС дає просторове уявлення про якийсь аспект навколишнього світу, включаючи:

- впорядковані набори векторних об'єктів (набори точок, ліній та полігонів);
- набори растрових даних, такі як цифрові моделі рельєфу місцевості або зображення лісу;
- просторові мережі, такі як сільськогосподарські угіддя, водойми, ліси, виробничі комплекси;
- топографію місцевості та інші трьохвимірні об'єкти;
- набори даних екологічного аналізу та статистичної їх обробки;
- інші типи даних, такі як, назви вулиць, амбулаторні картки населення міст і сіл, картографічна інформація та будь-яка інша інформація, необхідна для певного тематичного шару.

Але призначення ЕІС – не лише операції зі статичними даними, але і синтез власних динамічних даних. Як приклад можна розглянути віртуально підвищений рівень опадів у певному регіоні, для перевірки міцності та надійності захисних дамб на прилеглих річках, тим самим запобігаючи екозагрозам. Для таких оцінок потрібно використовувати не лише програмну частину, а й апаратну у вигляді датчиків, сенсорів тощо. Моделюючи тематичні ландшафти на основі показників, отриманих під час дистанційного зондування, можна проаналізувати ситуації у регіонах. Такі тематичні ландшафти можуть відображати інформацію у різні моменти часу, оскільки мають просторово-часову прив'язку. Це дає змогу, аналізуючи дані за певні періоди, передбачати і прогнозувати ситуації.

Зазвичай дані є основою формування нових даних, які отримують через спеціальні функціональні залежності:

$$Data_n = Data + F(x),$$

де $Data_n$ – нові дані, $Data$ – існуючі дані; $F(x)$ – функціонал обробки вхідних даних x .

Інструментальна база ЕІС дозволяє виконувати багатокрокові операції. Інструменти перетворення застосовують операції до вже наявної інформації з метою отримання нових даних. Середовище екообробки використовують у ЕІС для послідовного виконання серії таких операцій. Операції, з'єднані в єдиний ланцюжок, формують модель процесу обробки даних. Така єдина послідовність виконання операцій потрібна в ЕІС для автоматизації виконання багатократних завдань екообробки. Розробка і застосування подібних процедур і називається екообробкою даних. Екообробка використовується для моделювання процесів передачі даних з однієї структури в іншу з метою виконання багатьох стандартних задач ЕІС, зокрема, для імпорту даних з різних форматів,

інтегрування цих даних в ЕІС, для стандартних процедур перевірки якості імпортованих даних. Можливість автоматизації та повторного виконання таких робочих процесів є перевагою ЕІС. Вона широко застосовується у численних ЕІС-додатках і сценаріях роботи з даними. Механізм, який використано для побудови робочих потоків при екообробці, повинен виконувати ряд команд в певній послідовності. Користувачі екоінформаційних систем мають мати можливість моделювати графічні процеси за допомогою інтерфейсів, що відповідають за візуалізацію. Складною вимогою до таких інтерфейсів у екоінформаційній системі є можливість інтеграції скриптів, що побудовані на певній, специфічній у межах однієї ЕІС мові програмування. Користувачі повинні мати можливість писати власні скрипти за допомогою таких інструментів програмування, як Python, VBScript і JavaScript. Екообробка широко використовується на всіх етапах роботи з ЕІС для автоматизації та компіляції даних, управління, аналізу і моделювання даних або їх подання, що пов'язано з кількістю вихідної інформації. Однак база даних ЕІС все одно має залишатися доступною для підтримки щоденної роботи і поточних оновлень, а користувачі повинні мати можливість звертатися до своїх версій та до версії загальної бази даних ЕІС. Розподілена сутність ЕІС передбачає широкі можливості для взаємодії між багатьма організаціями і системами опрацювання екологічної інформації. Співпраця та спільна робота користувачів дуже важливі для створення єдиної ЕІС. Багато екологічних наборів даних можуть компілюватися і керуватися як загальний інформаційний ресурс і спільно використовуватися спільнотою користувачів. До того ж користувачі ЕІС мають власне бачення того, як можна здійснювати обмін популярними наборами даних через web-сайти. Ключові web-сайти, що є порталами каталогів ЕІС, надають можливість користувачам як викладати власну інформацію, так і шукати доступну для використання екологічну інформацію. У результаті ЕІС-системи все більше приєднуються до "Всесвітньої павутини" і отримують нові можливості обміну і використання інформації. Це бачення вкоренилось у свідомість людей за останнє десятиліття і знайшло відображення в таких поняттях, як Національна інфраструктура просторових даних (NSDI) і Глобальна інфраструктура просторових даних (GSDI) [12]. Ці концепції постійно розвиваються і поступово впроваджуються, причому не тільки на національному та глобальному рівнях, але також на рівні різних муніципальних утворень. В узагальненому вигляді ці концепції інтегровані в поняття інфраструктури просторових даних (SDI, Spatial Data Infrastructure) [13].

Перспективи розвитку та застосування ЕІС на основі комп'ютерних технологій.

Результати проведеного аналізу вимог та підходів до побудови екоінформаційних систем засвідчують доцільність застосування комп'ютерних інструментальних засобів формування вхідних даних та їх інтелектуальної обробки з метою отримання нових даних та вироблення управлінських команд та формування рішень про стан екологічної системи та необхідних заходів для її корегування.

Одним з найбільш вузьких місць при розробленні KEIC є неповнота наборів достовірних і вивірених моделей опрацювання вхідних та вихідних сигналів, надійних повністю автоматизованих систем прийняття рішень [14] та універсальних інтелектуальних інтерфейсів спряження даних різного формату.

Оскільки ЕІС – це інформаційна системи, яка поєднує комплекс функцій, таких як отримання, зберігання, кодування, передавання, обробка, аналіз, захист та візуалізація територіально-орієнтованої інформації та екопросторових даних, які можуть бути використані при побудові інших інформаційних систем. У межах ЕІС провадяться дослідження не тільки над отриманою екологічною інформацією про навколишнє середовище, а і над усіма процесами та явищами на земній поверхні, економіці та у суспільстві. Проблеми, які вирішуються з використанням KEIC, з успіхом можуть бути використані для забезпечення ефективності економічного розвитку регіону, створення та ведення кадастрів природних ресурсів та нерухомості, здійснення екологічного моніторингу та природоохоронних заходів, запобігання та ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій [18], забезпечення містобудівної діяльності, побудові систем розпізнавання та ідентифікації невідомих об'єктів [15-17], управління освітою, медициною, енергетикою, транспортом, житлово-комунальним господарством, сферою послуг, рекреаційно-туристичним комплексом, земельними ресурсами, сільським господарством, водними та лісовими запасами, корисними копалинами та іншою сировинною базою. Потреба в інтелектуальному опрацюванні даних є стимулом для користувачів отримувати нові дані достовірними і швидкодіючими способами, зокрема, додаючи частини баз даних для своїх ЕІС на основі даних інших розробників та користувачів. Функціональні перетворення отриманих даних і видобування з

них нових доцільно реалізувати використовуючи аплікативні мови програмування, системні підходи до використання яких опсано в роботі {17}.

ВИСНОВКИ. В даній роботі описано основні вимоги та підходи до побудови екоінформаційних систем з метою забезпечення достовірного моніторингу навколишнього середовища та захисту його від кризових ситуацій та створення комфортних умов життя і праці населення регіону.

Розглянуто підходи до створення моделі інтелектуальної обробки даних в екологічних інформаційних системах, запропоновано системний підхід для інтелектуального опрацювання даних в екоінформаційних системах, який полягає у систематичному зборі статистичних даних про навколишнє середовище та їх функціональному перетворенні стосовно прикладної сфери застосування. Відзначено основні напрями подальшого розвитку екоінформаційних автоматизованих систем та вказані напрями їх ефективного застосування.

1. Шарковский С.Ф., Коляда А.Г., Сивак В.В., Федоренко А.Н. Динамика одномерных отображений. Киев: Наук. думка, 1989.– 216 с.
2. Заяць В.М. Построение и анализ модели дискретной колебательной системы // Кибернетика и системный анализ, № 4.– 2000.– С. 161-165.
3. Заяць В.М. Дискретні моделі коливних систем для аналізу їх динаміки Львів: Вид-во УАД, 2011.– 278 с.
4. Заяць В.М. Аналіз динаміки та умов стійкості дискретних моделей коливних систем. Вісник НУ „Львівська політехніка” "Інформаційні технології та мережі", № 519.– 2004. – С. 132-142.
5. Погребенник В., Мельник М., Бойчук М. Екологічний моніторинг: концепції, принципи, системи // Вимірювальна техніка та метрологія. – Вип. 65. – Львів, 2005. – С. 164–171.
6. Экоинформатика. Теория. Практика. Методы и системы / Под ред. академика РАН В.Е. Соколова. – СПб.: Гидрометеоздат, 1992. – 520 с.
7. Www.dux.ru/eco/handbook/WIN / Растоскуев В.В. Информационные технологии экологической безопасности, 2000. – 225 с.
8. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. – М.: Финансы и статистика, 1998.– 228 с.
9. Інформатизація космічного землезнавства / Під ред. О.І. Калашикіна, Л.В. Сивай. – К.: Наукова думка, 2001 – 606 с.
10. Красовский Г.Я., Петросов В.А. Інформаційні технології космічного моніторингу водних екосистем і прогнозу водоспоживання міст. – К.:Наукова думка, 2003. – 224 с.
11. Крета Д.Л., Перминова С.Ю. Особенности синтеза системы картографического обеспечения управления экологической безопасностью в Херсонской области // Ученые записки Таврического национального университета. – Симферополь, 2007.– Т.20 (59), №1.– С. 90–97.
12. Постанова Кабінету Міністрів України № 1198 від 3 серпня 1998 року "Про єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру".– 11 с.
13. Волошкіна О.С., Перминова С.Ю., Романенко Г.М. До питання розрахунку міграції забруднюючих речовин в межах зон санітарної охорони підземних водозаборів // Екологія і ресурси: Зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. – К.: ІПНБ, 2007. – №16. – С.69–83.
14. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. — М.: Финансы и статистика, 1998. – 228 с.
15. В.М. Заяць, М.М. Заяць. Математичний опис системи розпізнавання користувача комп'ютера. Збірник "Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології", № 2.–2005.– 146-152.
16. К. Фукунага. Введение в статистическую теорию распознавания: М.: Наука, 1979. - 512 с.
17. В.М. Заяць. Логічне і функціональне програмування. Системний підхід. Рівне: НУВГП, 2018.- 402 с.
18. Мохаммада Ракан Абед Алнабі Альджаафрех. Математичне моделювання та обчислювальні методи дослідження ергатичних систем з динамічним захистом. Дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.-Харків: ХНУРЕ, 2018.- 151 с.