

УДК 504.4.054.001.5; 504.4.06.001.5; 629.7.018.74:004

КП

№ держреєстрації 0113U000359с

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ  
(ХНУРЕ)

61166, м. Харків, пр. Леніна, 14  
тел. (057) 70-21-413

ЗАТВЕРДЖУЮ  
проректор з наукової роботи  
ХНУРЕ, проф., д.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_ М.І.Сліпченко  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014р.

ЗВІТ  
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

**«РОЗРОБКА БАЗИ ДАНИХ РОЗСІЯНИХ ТА ПОТЕНЦІЙНИХ  
ПАРАМЕТРІВ ФОРМУВАННЯ ДЖЕРЕЛ ТОКСИЧНОСТІ НА ВЕЛИКИХ  
ПЛОЩАХ ВАЖКОДОСТУПНОЇ МІСЦЕВОСТІ»**

**№278-1**  
(заключний)

Керівник НДР  
зав.кафедрою БМІ  
д.ф.-м.н., проф.

\_\_\_\_\_

А.І. Бих

2014

Рукопис закінчений «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014р.

Результати роботи розглянуті науково-методичною радою ХНУРЕ,  
Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_.

## СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР зав. кафедрой БМІ д-р фіз.-мат.наук, професор	_____	Бих А.І.
	«25» грудня 2014 р.	
Відповідальний виконавець професор кафедри БМІ канд. техн. наук, доцент	_____	Висоцька О.В.
	«25» грудня 2014 р.	
Старш. наук. співроб. канд. техн. наук	_____	Порван А.П.
	«25» грудня 2014 р.	
Старш. наук. співроб.	_____	Белаш О.М.
	«25» грудня 2014 р.	
Наук. співроб. канд. техн. наук	_____	Печерська А.І.
	«25» грудня 2014 р.	
Мол. наук. співроб. канд. техн. наук	_____	Страшненко Г.М.
	«25» грудня 2014 р.	
аспірант	_____	Сушко О.А.
	«25» грудня 2014 р.	
Інж. I-ї категорії	_____	Щукін М.О.
	«25» грудня 2014 р.	
Магістрант	_____	Петухова А.Л.
	«25» грудня 2014 р.	
Магістрант	_____	Сватенко О.О.
	«25» грудня 2014 р.	
Магістрант	_____	Пащенко М.А.
	«25» грудня 2014 р.	
Магістрант	_____	Болібок О.Є.
	«25» грудня 2014 р.	

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 62 с., 13 рис., 8 табл., 71 посилання, 2 додатка.

Об'єкт дослідження – збір, накопичення та збереження даних в системах екологічного моніторингу.

Предмет дослідження – бази даних забезпечення дистанційного моніторингу місцевості.

Метою науково-дослідної роботи є створення відкритої бази даних для системи дистанційної реєстрації наявності забруднюючих речовин.

В результаті виконання проекту було розроблено концептуальну, інфологічну та фізичну моделі організації збереження даних з використанням реляційного підходу до створення БД та визначені обмеження на цілісність зв'язків між основними компонентами моделі. Під час опису БД для збільшення семантичної потужності розробленої реляційної моделі були застосовані перетворення Халмоша, що дозволило адекватно відобразити семантику зв'язків між сутностями та запитами під час визначення осередків токсичності на важкодоступних місцевостях та сформулювати правила організації зв'язків між даними у відкритій структурі бази даних. Була запропонована інформаційна технологія визначення осередків токсичності водних екосистем, що дозволяє за даними зміни спектральних параметрів мікроекосистем відрізнити стан гомеостазу водної екосистеми, в якому виникає накопичення токсичних продуктів анаеробного розкладу мертвої органічної речовини.

БАЗА ДАНИХ, МОДЕЛЬ ІНФОЛОГІЧНА, МОДЕЛЬ РЕЛЯЦІЙНА, ТЕХНОЛОГІЯ ІНФОРМАЦІЙНА, ФІТОБЕНТОС, ФІТОПЕРИФІТОН

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
1. РОЗРОБКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ БД ПАРАМЕТРІВ ФОРМУВАННЯ ОСЕРЕДКІВ ТОКСИЧНОСТІ ПРИ РІЗНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ НА ВЕЛИКИХ ДІЛЯНКАХ	7
1.1 Огляд проблеми та постановка задач дослідження	7
1.2 Розробка концептуальної моделі бази даних параметрів формування осередків токсичності	19
2. РОЗРОБКА ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ БД ПАРАМЕТРІВ ФОРМУВАННЯ ОСЕРЕДКІВ ТОКСИЧНОСТІ ПРИ РІЗНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ НА ВЕЛИКИХ ДІЛЯНКАХ	25
2.1 Розробка інфологічної моделі бази даних параметрів формування осередків токсичності	25
2.2 Розробка та реалізація фізичної моделі бази даних	36
ВИСНОВКИ	50
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	52
ДОДАТКИ	63

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ

- АДЗ - аерокосмічне дистанційне зондування
- БД - база даних
- БПЛА - безпілотний літальний апарат
- ГІС - географічна інформаційна система
- ДСС - дистанційне супутникове спостереження
- ІС - інформаційна система
- РМД - реляційна модель даних
- СКБД - система керування базами даних

## ВСТУП

В даний час існує серйозна небезпека виникнення осередків токсичності на великих ділянках водойм як результат техногенних катастроф або порушення біопродукційних процесів. Поява таких областей в будь-якому водному басейні не тільки створює небезпеку для екології, а й може сприяти розвитку тяжких захворювань у населення. Яскравим прикладом цього є Кольський затока - найбільший фьорд Лапландії, який схильний до значного антропогенного навантаження. Основними джерелами забруднення вод Кольської затоки є гарнізони Північного флоту, судна та підприємства, які скидали в затоку велику кількість стоків з мінімальним ступенем очищення. Подібні проблеми зустрічаються і на територіях інших країн СНД. В Україні екологічне оздоровлення басейну річки Дніпро є одним з пріоритетів державної політики в галузі охорони та відновлення водних ресурсів країни [1, 2].

Застосування сучасних методів і засобів своєчасного виявлення осередків токсичності часто пов'язано з отриманням і обробкою безлічі різних параметрів, які аналізуються вручну або за допомогою невеликих програм, що призводить до зайвих витрат часу й інформаційного перевантаження фахівців. Проблема автоматизації обробки отриманих даних або, принаймні, полегшення ручної обробки існує і при біомоніторингу в зоні впливу потенційно небезпечних об'єктів. Причому ця проблема є досить складною у зв'язку з великою кількістю наявних параметрів, що відрізняються за видом, структурою й інформативністю, які представлені у базі даних (БД). Для вирішення цієї проблеми пропонується застосувати реляційний підхід до створення БД, що передбачає повну незалежність даних, маніпулювання якими на рівні мови системи керування

не потребує розробки додаткового програмного забезпечення та не прив'язано до структури самої БД.

У свою чергу виявлення та оцінка екологічного ризику в короткі терміни, як найбільш важливого показника при прийнятті рішень, що стосуються охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки, в силу своєї інформаційної ємності вимагає застосування спеціальних комп'ютерних рішень.

# 1. РОЗРОБКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ БД ПАРАМЕТРІВ ФОРМУВАННЯ ОСЕРЕДКІВ ТОКСИЧНОСТІ ПРИ РІЗНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ НА ВЕЛИКИХ ДІЛЯНКАХ

## 1.1 Огляд проблеми та постановка задач дослідження

Техногенні катастрофи, на зразок тієї, що відбулася нещодавно на алюмінієвому комбінаті в Угорщині, можуть створити джерела токсичності на великих ділянках важкодоступної місцевості. Тож служби, що займаються ліквідацією наслідків таких катастроф, потребують дистанційних способів визначення локалізації таких джерел. Джерела токсичності можуть виникнути, особливо в умовах глобальних кліматичних змін, також і природним шляхом – як, приміром, сірководневі зони, що утворилися внаслідок накопичення мертвої біомаси у фіордах Шпіцбергену. У цих випадках замовниками продукції даного комплексного проекту будуть також структури, зацікавлені в господарчому (промисловому) використанні певних територій і акваторій [1].

Вода – це хімічна речовина у вигляді прозорої безбарвної рідини без запаху і смаку, (в нормальних умовах). В природі існує у трьох агрегатних станах - твердому (лід), рідкому (вода) і газоподібному (водяна пара). Молекула води складається з одного атома кисню і двох атомів водню.

Вода - це основа життя на нашій планеті, вона бере участь у всіх процесах організму. На Землі не існує жодного живого організму, в якому немає води, навіть найпростішого. Відомо, що рослини на 80-99% складаються з води, тварини – на 60-75 % , а місячний ембріон людини аж на 97 %. Коли народжується дитина, то вода – це 75-80 % від її загальної маси. У дорослої людини процентне співвідношення води від її загальної



маси тіла – близько 65 %, а в людей похилого віку – 55-60 %. Отож, можна зробити висновок, що старість – це не що інше, як сухість організму (рис. 1.1). Печінка дорослої людини щодня прокачує через себе близько двохсот літрів рідини.

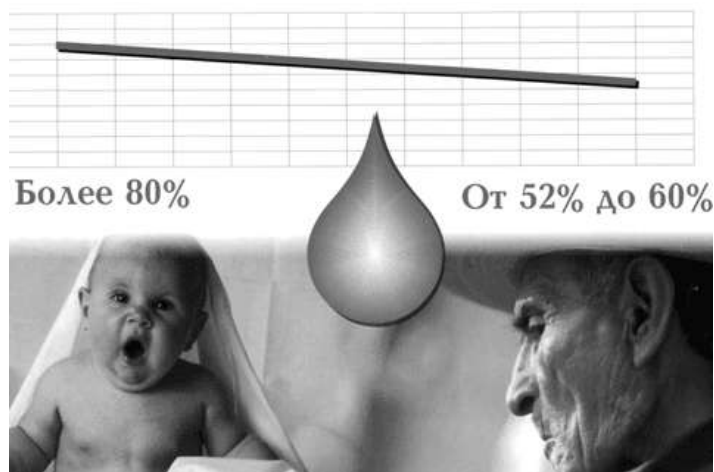


Рис. 1.1 – Відношення вмісту води (в %) до маси тіла в залежності від віку людини

Таким чином, ми бачимо, що вода – це найважливіша на нашій планеті рідина. У воді зароджується життя. Без неї неможливе існування рослин і тварин. Життя є лише там, де є вода і, навпаки, де знаходиться вода, там є життя. За словами академіка В.І. Вернадського: «Вода без життя в біосфері невідома».

Забруднення вод (загальне визначення) - насичення вод водотоків і водойм речовинами в таких кількостях або сполученнях, які погіршують якість води та зумовлюють несприятливі наслідки.

За видами забруднення вод виділяють:

- хімічне (неорганічне і органічне);
- фізичне (теплове, радіаційне);
- біологічне (мікробне, гельмінтологічне, гідрофлорне ).

За змістом забруднень водойми поділяють на три групи: що містять неорганічні, органічні, бактеріальні і біологічні речовини.

У першу групу входять мінеральні домішки, що містять частинки піску, глини, мінеральних солей, кислот, лугів, сірчані з'єднання, іони важких металів. До них слід віднести води сірчаноокислотних, содових і азотно-тукових заводів, шахт і рудників, збагачувальних фабрик свинцевих, цинкових, нікелевих руд і інших галузей промисловості, стічні води яких несприятливо діють на природну воду, значно погіршуючи її природні властивості - смак, запах, колір, прозорість, рН.

До другої групи забруднень відносять органічні речовини, в які входять і отруйні. Такі стічні води зазвичай надходять у водойми з нафтопереробних і нафтохімічних заводів, підприємств синтетичного каучуку і органічного синтезу, коксохімічних, газосланцевих, феромарганцевих та інших підприємств. Ці стоки містять небезпечні для рослинності і живих організмів водойм феноли, смоли, сірководень, аміак, кетони, нафтеніві кислоти і відходи нафтопродуктів.

Третя група забруднень - стічні води побутового господарства, скиди підприємств медицини і харчової промисловості; сюди слід віднести також стоки деяких промислових підприємств - бойен, шкіряних заводів, біофабрик, виробництв обробки вовни, хутра та ін.

За джерела забруднень стічні води поділяють на промислові, сільськогосподарські, побутові і атмосферні. Промислові стічні води є наслідком виробництва різних галузей народного господарства, серед яких найбільші споживачі води - це чорна та кольорова металургія, хімічна, нафтохімічна, лісохімічна та нафтопереробна промисловість.

Сільськогосподарські забруднення водойм обумовлені використанням отрутохімікатів для придушення шкідників і хвороб рослин, бур'янів. Ці хімікати змиваються з великих територій і неминуче виявляються у

водоймах. Крім того, великі маси забруднень надходять у водні об'єкти від тваринництва.

Побутові стічні води пов'язані з життєдіяльністю міст і населених пунктів. Це в основному побутові стоки, які містять фекалії, мікроорганізми, у тому числі патогенні.

Атмосферні води містять забруднювачі промислового походження, що потрапляють в повітря, а потім захоплювані конденсується атмосферою вологою, а також надходять з випаровуванням зі стоків води, що змиває міські вулиці, території промислових підприємств.

Для прикладу, за 2003 рік у водойми України потрапило приблизно 850 тисяч тонн нафтопродуктів, мільйон триста тисяч тонн сульфатів, мільйон чотириста тисяч тонн хлоридів, сто тридцять тисяч тонн аміаку, сімдесят дві тонни нітратів, тисяча триста тонн заліза, сорок сім тонн цинку, 30 тонн міді, 23 тонни нікелю і 15 тонн хрому.

Водні ресурси, що формуються в межах України, надзвичайно обмежені. Їхній обсяг складає 52 км<sup>3</sup>/рік, у тому числі поверхневі – до 39 км<sup>3</sup>/рік, підземні – до 13 км<sup>3</sup>/рік. Величина водоспоживання в країні неухильно наближається до межі ресурсів і досягає 30-36 км<sup>3</sup>/рік. При цьому 88% основних рік мають екологічний стан басейнів, що оцінюються як "погане", "дуже погане" і "катастрофічне". У 61% основних рік України вода оцінюється як "сильно забруднена", і тільки 3% рік мають воду задовільної чистоти.

Найбільш розповсюдженими забрудненнями водних джерел є нітрити (до 2 ГДК – граничнодопустимих концентрацій), феноли (до 16 ГДК) і нафтопродукти (до 10 ГДК), сполуки міді (до 11 ГДК), цинку (до 10 ГДК), марганцю (до 50 ГДК). Колі-індекс (див. п. 12.1) води десятків малих рік України сягає від 2 до 20 тисяч. Вплив антропогенного фактора на вміст азоту в загальному вмісті мінерального азоту в поверхневих водах деяких

рік складає 92%. Основними джерелами забруднення підземних вод є басейни побутових і промислових стоків, ділянки складування відходів, забруднені води поверхневих водоймищ, несправна каналізаційна мережа, надмірне застосування добрив та отрутохімікатів.

До природних джерел забруднення відносять дуже мінералізовані підземні або морські води, які можуть проникати у продуктивний прісний водоносний горизонт при експлуатації водозабірних споруд.

Виявлення та оцінка в короткі терміни екологічного ризику, як найбільш важливого показника при прийнятті рішень, що стосуються охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки регіону, в силу своєї інформаційної ємності вимагає застосування спеціальних комп'ютерних рішень. Оскільки сучасні темпи розвитку систем екологічного моніторингу багато в чому зумовлюють їх зміст, зберігання і обробка інформації, що постійно надходить, не може проводитися без такої складової, як БД.

При цьому дистанційний моніторинг за екологічною обстановкою та виявлення джерел токсичності у важкодоступних місцях вимагає врахування та зберігання великого об'єму специфічної інформації, яка використовується під час розробки рекомендацій та підходів до оптимального керування водною екосистемою. Тому розробка методів та засобів діагностики екологічного стану водних екосистем є актуальним науковим та практичним завданням.

Для вирішення цього завдання вітчизняними та зарубіжними авторами здійснювались різні дослідження екосистем та створювались відповідні географічні інформаційні системи (ГІС) дистанційної діагностики земної поверхні за допомогою як засобів дистанційної зйомки (супутники), так і безпілотних літальних апаратів (БПЛА) [3-7].

До першої категорії відносяться так звані мапографічні системи та системи, що використовують просторові дані дистанційного супутникового спостереження (ДСС) та аерокосмічного дистанційного зондування (АДЗ).

Так, відомою системою для моніторингу водних систем є ArcGIS 9.1 зі встроюваним модулем ArcEditor компанії ESRI (США). Дана система є потужним засобом для створення, управління, відображення та аналізу просторових даних й використовується як самостійний настільний ГІС-пакет, який забезпечує багатокористувальне редагування баз геоданих, що зберігаються в об'єктно-орієнтовних системах керування базами даних (СКБД) [8]. Для розширення можливостей системи пропонуються додаткові БД, які створені за об'єктно-реляційною технологією з базовими продуктами (ArcView і ArcInfo) і додають специфічну функціональність. Система дозволяє створювати географічні карти уражених місцевостей за результатами ДСС за екологічними об'єктами, має відкриту БД, яка може інтегруватися до будь-яких систем управління геоданими.

Недоліками системи є необхідність наявності додаткових модулів оцінки параметрів навколишнього середовища та непомірно висока ціна.

Іншою не менш відомою системою є MapInfo Professional [9]. Ця система має розподілену БД, що використовує технологію «клієнт-сервер» та зберігає усю необхідну інформацію, що може використовуватися під час складання земельного, лісового кадастрів та висновків, стосовно екологічного стану водного середовища та атмосфери.

Стан рослинності у водоймі є хорошим індикатором загальної екологічної обстановки заданого водного басейну, оцінюваним в динаміці при супутниковому моніторингу за індексом вегетації. Прикладом такої системи є ГІС " QGis" [10]. Об'єктно-реляційна БД, що входить до системи, враховує координати біооб'єкту, температурні контрасти, колір води,

структуру хвиль, площинні характеристики (форма, розміри), площу забруднення водної поверхні.

ГІС підтримки рішень управління екологічною безпекою Херсонської області дозволяє вирішити широке коло питань з охорони природи і управління природокористуванням на регіональному рівні Херсонської області [11, 12]. Усі види джерел інформації (топографічні карти, екологічні карти-схеми, шейп-файли, данні космознімків) зберігаються на сервері Управління екологічної безпеки Херсонської області, а оцінка стану водних екосистем та моніторинг навколишнього середовища здійснюється за допомогою системи ArcGIS 9.1. Система дозволяє визначати ступінь небезпеки забруднення підземних водоносних об'єктів, ступінь небезпеки забруднення підземних водоносних об'єктів із урахуванням підтоплення, зміни рівня ґрунтових вод, можливість візуалізувати в середовищі ГІС інформацію, отриману за допомогою приладів дистанційного зондування Землі з прив'язкою до GPS- приймачів.

До основного недоліку системи можна віднести відсутність своєї БД для зберігання отриманої інформації, що призводить до складності організації управління потоками інформації.

Існуюча система ERDAS IMAGINE (Erdas Inc., США) [13, 14] дозволяє за даними, що знаходяться у БД, ідентифікувати зони розмиву та акумуляції берегів, ареали поширення мілководь за результатами спектрального аналізу знімків супутників землі LANDSAT 4 і LANDSAT 7 на трьох спектральних каналах (0,52-0,60; 1,55-1,74; 2,08-2,38 мкм) та площинних характеристик, площі забруднення водної поверхні, кліматичних умов (температура, кількість опадів тощо). Основним недоліком цієї системи є поки що висока вартість космічних знімків високої розподільної здатності.

Наступний приклад системи моніторингу водного середовища є ГІС моніторингу водних об'єктів та нормування екологічного навантаження

[15]. Система оперує паспортними даними підприємств (джерел забруднення), результатами контрольних вимірів, що містять значення класу небезпеки та гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин. Єдина база природних і техногенних об'єктів забезпечує можливість моделювання процесів техногенного впливу з метою дослідження ситуації, що склалася і вироблення рекомендацій щодо раціонального природокористування.

Система дозволяє із застосуванням супутників проводити часовий і просторовий аналіз екосистем, оцінювати якість водних об'єктів за результатами супутникового спостереження.

Недоліками розглянутих систем є використання супутникових зображень, необхідність наявності великої кількості даних про підприємства та інші негативні фактори впливу на стан водної системи, необхідність опрацювання великої кількості графічних даних, отриманих за допомогою АДЗ та робота з різними типами вбудованих графічних редакторів, висока ціна супутникових знімків та допоміжного програмного забезпечення.

До другої категорії відносяться системи, що дозволяють контролювати стан водного середовища за результатами фізико-хімічного (абсорбційний аналіз, хроматографія тощо) та гідро-біологічного моніторингу (біоіндикація, біотестування тощо) із застосуванням БПЛА.

Так WEB-ГІС водних ресурсів Красноярського краю дозволяє за даними, що зберігаються у об'єктно-реляційних БД, проводити обчислювальні експерименти і моделювати процеси, що проходять у водних екосистемах річки Єнісей [16]. Розроблені БД включають дані про результати дослідження зоо-, бактеріо-, фітопланктону на основі інформації гідро-біологічних досліджень, дані мапографічної прив'язки та топооснови. За об'ємом даних, що мається, система також дозволяє виконувати

картографування розподілу запасів кормової бази іхтіофауни русла річки Єнісей.

ГІС «Green Enviro» (Фінляндія) дозволяє проводити моніторинг акваторії Кольської затоки за даними біотестування та хроматографічного аналізу проб води, отриманих за допомогою БПЛА [17]. Бази даних, що входять до системи, зберігають інформацію як про отримані результати моніторингу, так і характеристики поліноміальних математичних моделей процесу розмноження цианобактерій. Організація роботи з даними побудована на клієнт-серверній платформі та вимагає постійного доступу до ресурсів мережі Internet з метою синхронізації розподілених даних.

Інша існуюча комплексна система екологічного моніторингу «Мосекомоніторинг» [18] дозволяє відстежувати стан атмосферного повітря, поверхневих вод, ґрунтів, підземних вод за результатами фізико-хімічних досліджень проб повітря, води, ґрунту. Всі дані обробляються в системах QGis. Вся просторова інформація, отримана в процесі роботи, обробляється і передається в спеціалізовану базу геоданих в форматі ESRI «\*.gdb». На основі бази геоданих підготовляються і оформляються зведені ГІС-проекти в форматі документів карти «\*.mxd».

Усі розглянуті системи мають два спільні недоліки – це неможливість діагностування джерел токсичності у важкодоступних місцях та відсутність єдиної бази даних загального користування для зберігання інформації, реєстрація якої проводиться дистанційно.

Розробка БД загального користування є одним з основних напрямків діяльності в галузі обробки даних. Усі дані в теперішній час розглядаються як загальні життєво важливі ресурси, які повинні бути організовані так, щоб цінність їх була по можливості максимальною. Використання БД в ІС екологічного моніторингу стає невід'ємною складовою діяльності сучасного еколога. У зв'язку з цим більшої актуальності набуває освоєння принципів



побудови й ефективного використання відповідних технологій і програмних продуктів: СКБД, CASE - систем автоматизованого проектування, засобів адміністрування та захисту баз даних та ін. Від правильного вибору інструментальних засобів створення інформаційних систем, визначення підходящої моделі даних, обґрунтування раціональної схеми побудови бази даних, організації запитів до збережених даних і ряду інших моментів багато в чому залежить ефективність функціонування розроблюваних систем. Все це вимагає усвідомленого застосування теоретичних положень та інструментальних засобів розробки БД [19, 20].

Проблемі організації зберігання даних в екологічних інформаційних системах, в тому числі і розглянутих вище, присвячено багато публікацій як вітчизняних, так і іноземних вчених, в яких автори розглядають можливості створення БД на основі об'єктно-орієнтованої та багатомірної (розподіленої) моделей даних. Однак складність опрацювання запитів та забезпечення цілісності та несуперечливості даних, що зберігаються в таких БД, залишають відкритим питання розробки відповідних спеціалізованих БД загального користування.

В даний час широко використовуються так звані класичні моделі - ієрархічна, мережева, реляційна [21-28]. Крім того, з аналізу сучасних ГІС, видно, що останнім часом з'явилися і стали більш активно впроваджуватися в різні системи екологічного моніторингу постреляційні і об'єктно-реляційні моделі.

Ієрархічна модель даних організує доступ до даних у вигляді дерева, що є сукупністю елементів, розташованих у порядку їх підпорядкування від загального до приватного, створюючи перевернутий граф. Основним недоліком ієрархічної моделі є її громіздкість для обробки розрізненої інформації з досить складними логічними зв'язками.

Мережна модель даних представляє сукупність мережних розподілених структур, узагальнених за типом записів, що пов'язані відносинами потужності «один-до-одного» або «один-до-багатьох». Мережні моделі даних, що застосовуються у ГІС є розширеною версією ієрархічної моделі, однак основною відмінністю є те, що в мережних моделях існує покажчик в обох напрямках, який з'єднує споріднену інформацію.

Недоліком мережної моделі є висока жорсткість структури БД, а також складність виконання запитів та первинної обробки інформації. Крім того, в мережній моделі ослаблений контроль цілісності зв'язків внаслідок допустимості встановлення довільних зв'язків між записами [24, 26-28].

В об'єктно-орієнтованій моделі дані оформлені у вигляді моделей об'єктів, що включають прикладні програми, які керуються зовнішніми подіями. Між записами і функціями такої моделі встановлюються взаємозв'язки за допомогою механізмів, подібних відповідним засобам в об'єктно-орієнтованих мовах програмування. Недоліками об'єктно-орієнтованої моделі є незручність обробки даних і низька швидкість виконання запитів. Об'єктно-орієнтовані БД звичайно рекомендовані для тих випадків, коли не потрібна високопродуктивна обробка даних, що мають складну структуру.

В усіх об'єктно-реляційних БД, що використовуються в ГІС, класи об'єктів відповідають окремим таблицям-об'єктам, причому для кожного успадкованого класу створюється окрема сутність, пов'язана з БД базового класу за первинним ключем відношенням «один-до-одного». Основним недоліком такої моделі є складність вирішення проблеми забезпечення цілісності і несуперечності збережених даних.

При створенні БД на основі багатовимірної моделі універсальне ядро бази (OID) залишається орієнтованим на роботу з реляційними даними, що

негативно позначається на продуктивності, змушуючи систему щоразу виробляти формування об'єктів при обміні зі сховищем. Ще один суттєвий недолік багатовимірної БД полягає в тому, що додавання нових типів даних призводить до розширення ядра сервера, тобто модифікації ретельно налагодженого, оптимізованого механізму, і наслідки такого розширення важко передбачити. Однак складність обробки запитів та забезпечення цілісності і несуперечності даних, що зберігаються в таких БД, залишають відкритим питання розробки відповідних засобів зберігання інформації.

На сьогоднішній день низкою переваг перед описаними типами організації збереження даних володіє реляційна модель, яка представляє простий і зрозумілий режим управління потоками даних, а також має логічну і фізичну незалежність перед іншими моделями. Фізична незалежність реляційної моделі полягає в тому, що модель даних не включає ніяких фізичних описів. Логічна незалежність припускає можливість застосування однієї концептуальної моделі різними користувачами. Фізична незалежність дає можливість в цілях ефективності використання БД модифікувати фізичну організацію даних і шляхи доступу. Наприклад, потрібно додати або видалити деякий зв'язок між записами без зміни програми. Для реляційних моделей безглуздо використовувати процедурну мову, оскільки забезпечена фізична незалежність даних. За допомогою команд процедурної мови програміст будує стратегію доступу до даних. Але будь-яка зміна шляху доступу призводить до необхідності модифікації програми. Реляційна модель дозволяє поліпшити вираз вимог підтримки цілісності та захисту даних шляхом використання мови високого рівня.

Із аналітичного огляду проблеми дослідження видно, що використання реляційної моделі даних для БД інформаційної системи визначення осередків токсичності водних екосистем становить певний інтерес.

Пропонований реляційний підхід до створення БД, передбачає повну незалежність даних, маніпулювання якими на рівні мови системи управління не вимагає розробки додаткового програмного забезпечення і не прив'язане до структури самої БД.

Таким чином метою роботи є створення відкритої бази даних для системи дистанційної реєстрації наявності забруднюючих речовин, яка дозволить організувати інформаційний зв'язок між даними, що відображають екологічний ризик природного середовища, а також прискорити і спростити доступ до них.

Для досягнення мети проекту необхідно вирішити наступні завдання:

- розробити концептуальну та логічну моделі даних;
- створити фізичну модель даних та визначити обмеження на цілісність зв'язків між основними компонентами моделі.

## 1.2 Розробка концептуальної моделі бази даних параметрів формування осередків токсичності

Будь-яку предметну область можна розглядати як динамічне інформаційне поле, що охоплює властивості об'єктів, їх взаємозв'язок, інформаційні потоки між ними і т.п. Зміни, що відбуваються в предметній області, призводять до генерації нової інформації, нових інформаційних елементів або їх зміни, що й дозволяє говорити про інформаційне поле і, більше того, динамічне інформаційне поле. Але при цьому виникає питання, яким чином інформаційне поле предметної області відображається на інформаційний простір баз даних або, іншими словами, які складові предметної області і наскільки повно відображаються в базах даних [29].

Реляційна модель даних (РМД) обраної предметної області, в якості якої виступає екологічний моніторинг евтрофікації водоймищ, являє собою

набір відносин, що змінюються в часі. При створенні відповідної інформаційної системи сукупність відносин дозволяє зберігати дані про об'єкти предметної області та моделювати зв'язку між ними. Елементи РМД і їх форми подання наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

## Елементи реляційної логічної моделі даних

Елемент реляційної моделі	Форма подання
Відношення	Таблиця
Схема відносини	Рядок заголовків стовпців таблиці (заголовок таблиці)
Кортеж	Рядок таблиці
Сутність	Опис властивостей об'єкта
Атрибут	Назва стовпця таблиці
Домен	Безліч допустимих значень атрибута
Значення атрибуту	Значення поля у запису
Первинний ключ	Один або кілька атрибутів з унікальними властивостями
Тип даних	Тип значень елементів таблиці

Так як в області баз даних провідне місце належить реляційним базам, а при проектуванні складних систем, програмуванні інтерфейсу доступу до даних переважно використовується об'єктно-орієнтований підхід, необхідно знайти спосіб спільного використання цих технологій. Один із шляхів - розширення реляційних баз даних до можливості роботи з об'єктами через математичний опис процесу збереження даних через визначення структури концептуальної моделі.

Для визначення структури концептуальної моделі даних звернемося до алгебри опису БД [30]. Загальну схему організації збереження даних можна представити через множину змінних  $X$ , в якості яких виступатимуть сутності, деякого відображення операцій над сутностями  $n: X \rightarrow \Gamma$ , множини символів операцій  $\Omega$ , варіативності типів даних  $\Theta$  та множини відношень  $\Phi$ . Застосувавши перетворення Халмоша визначимо набір даних, що надходять до БД через множину станів  $\Delta$ .

$$\Delta = X \times \Theta \rightarrow \Phi .$$

Тоді, загальна процедура визначення відносин між сутностями може бути виражена як трійка операцій  $(F, U, \Delta)$ , де  $F=\{f\}$  - множина обмежень зв'язків сутностей,  $U$  – множина запитів до БД. Множина  $U$  визначається як канонічний гомоморфізм через перетворення  $U \times F \rightarrow \Delta$  та зв'язана зі станом  $\Delta$ . Так отримуємо автомат  $(F, U, \Delta)$  типа вхід-вихід, який визначатиме потік даних у БД.

БД, що розробляється, характеризується наявністю великої кількості текстової, числової і графічної інформації, що описують дані про стан водної екосистеми [31-34]. Вона призначена для обробки та зберігання інформації, пов'язаної з діагностикою стану водної екосистеми і дозволяє представити всі використовувані дані в зручному, структурованому вигляді з наданням швидкого доступу до них для візуального відображення та проведення операцій, пов'язаних з їх аналізом і класифікацією.

Запропонований реляційний підхід до створення БД, передбачає повну незалежність даних, маніпулювання якими на рівні мови системи управління не вимагає розробки додаткового програмного забезпечення і не прив'язане до структури самої БД.

Нехай  $F \subset Fr$  та  $R \subset \Delta$  такі, що  $X \times \Theta \in R$  для кожного  $F \in \Delta$  та  $u \in U^3$ .  $R$  – така підалгебра в  $\Delta$ , в якій відповідь на кожний запит на кожний запит  $u \in U$  в будь-якому стані  $F \subset Fr$  належить до однієї множини автомату. Тоді з метою нормалізації процесів у БД множина запитів  $U$  може бути редукована із застосуванням множини фільтрів  $Y = \{v\}$ . Ці  $v$  — аксіоми станів множини  $F$ , оскільки еквівалентність  $f * v = 1$  означає, що  $v$  виконується на розроблювальній моделі. Множина усіх таких  $v$  є фільтром, що співпадає з перетином  $\bigcap_{f \in F} Ker f$ , де  $Ker f$  - функція алгебраїчного відображення, що характеризує  $f$  від ін'єктивного відображення.

Щоб організувати базу даних параметрів формування токсичних осередків, відповідно до описаних алгебраїчних вимог, в якості батьківських сутностей  $X$  оберемо: біоіндикатори (тестові мікроекосистеми); аналізовані параметри біоіндикаторів (спектральні параметри мікроекосистеми - значення компонентів колірної моделі RGB); об'єкти дослідження (водні середовища). З цією метою на етапі концептуального проектування виділимо дві сутності: "Об'єкт" - описує водну екосистему, і «Характеристика» - описує параметри мікроекосистем і отримані в результаті цифрової фотозйомки спектральні характеристики. Також для збереження інформації про властивості і параметри математичної моделі визначення характеру гомеостазу водної екосистеми, отриманих в результаті ДМДС [35 – 38], були виділені дочірні сутності: «Траєкторія», «FKM» (результати кореляційного аналізу спектральних характеристик), «MRS»(параметри математичної моделі). Ці сутності необхідні для зберігання інформації про біологічний об'єкт (водоймища) і результати обробки графічної інформації (фотографії спектральних характеристик).

Застосування нового класу математичних моделей – ДМДС, що розроблений у Харківському національному університеті ім. В.Н. Каразіна, дозволяє визначити структурні зв'язки між інформативними компонентами

різних біологічних систем та оцінити процеси, що перебігають в них [39 – 42].

Цілісність даних в сутності забезпечується завданням первинних ключів: "ID\_Object", "ID\_Hobject", "ID\_FKM", "ID\_MRS", "ID\_Trajectory" [43 – 46].

На підставі опису зв'язків між обраними сутностями була створена графічна діаграма концептуальної моделі (рис. 1.2).

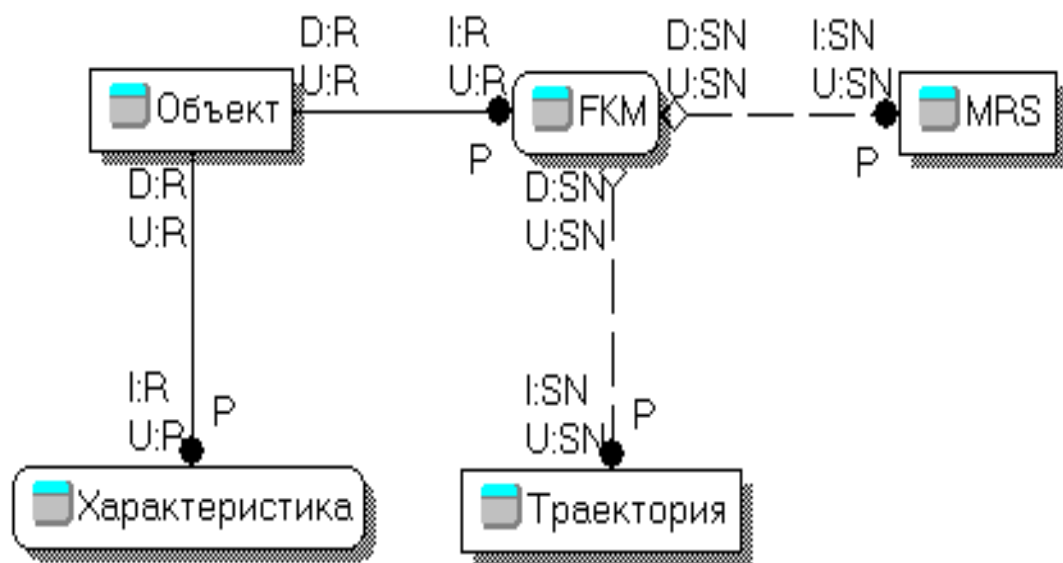


Рис. 1.2 – Концептуальна модель представлення даних в ІС оцінки гомеостазу водної екосистеми

Між усіма сутностями були встановлені відносини "один-до-багатьох" і "багато-до-багатьох", при цьому для зв'язків "один-до-багатьох" була визначена потужність 1, (P); правила довідкової цілісності для операцій "Delete", "Insert", "Update" на рівні обмеження видалення/оновлення примірників батьківської сутності і тотального видалення/оновлення примірників дочірньої сутності, яка посилається на видалений екземпляр батьківської сутності (табл. 1.2), де D:R - обмеження на видалення запису у дочірній сутності, якщо виконується обмеження  $f^*v = 1$  структури



концептуальної моделі, тобто існує хоча б одна запис у батьківській сутності,  $U:R$  - обмеження на зміну запису у дочірній сутності, якщо виконується обмеження  $v = 1$  структури концептуальної моделі, тобто існує хоча б одна запис у батьківській сутності.

Таблиця 1.2

## Ідентифікації характеристик зв'язків сутностей

Сутність	Операція		
	D	I	U
«Object» - батьківська	C	N	C
«FKM» - батьківська/дочірня	R	N	R
«Characteristic_Object» - дочірня	R	R	R
«Trajectory» - дочірня	N	N	N
«MRS» - дочірня	N	N	N

Таким чином, застосування алгебри опису БД та перетворення Халмоша дозволяє адекватно відобразити семантику предметної області, оскільки реляційна модель сама по собі слабо визначає обмеження на дію з даними і тільки її розширення дозволяє збільшити семантичну потужність. Розроблена концептуальна модель у повній мірі описує процес визначення параметрів формування осередків токсичності водних екосистем та надає можливість спроектувати повну інфологічну модель.

## 2. РОЗРОБКА ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ БД ПАРАМЕТРІВ ФОРМУВАННЯ ОСЕРЕДКІВ ТОКСИЧНОСТІ ПРИ РІЗНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ НА ВЕЛИКИХ ДІЛЯНКАХ

### 2.1 Розробка інфологічної моделі даних бази даних параметрів формування осередків токсичності

Для переходу від концептуальної моделі до реляційного етапу інфологічного проектування сутності концептуальної моделі набули змін шляхом додавання до них атрибутів та кортежів. Для завдання первинних ключів використана логіка предикатів [30, 47]:

$(X, Y \in \text{Біоіндикатор}). [\text{ID біоіндикатору } (x) = \text{ID\_Object } (y)] \rightarrow x = y$ , де  $x$  та  $y$  - кортежі відносини біоіндикаторів, а  $\text{ID біоіндикатора } (x)$ ,  $\text{ID\_Object } (y)$  - це значення атрибуту  $y$  у відповідному кортежі.

$(X, Y \in \text{Траєкторія}). [\text{ID траєкторія}(x) = \text{ID\_Trajectory } (y)] \rightarrow x = y$ , де  $x$  і  $y$  - кортежі відносини Траєкторія, а  $\text{ID траєкторія } (x)$ ,  $\text{ID\_Trajectory } (y)$  - це значення атрибуту  $y$  у відповідному кортежі.

$(X, Y \in \text{Параметр біоіндикатора}). [\text{ID параметра } (x) = \text{ID\_Characteristic\_Object } (y)] \rightarrow x = y$ , де  $x$  і  $y$  - кортежі відносини Параметр біоіндикатора, а  $\text{ID параметра } (x)$ ,  $\text{ID\_Characteristic\_Object } (y)$  - це значення атрибуту  $y$  у відповідному кортежі.

$(X, Y \in \text{FKM}). [\text{ID FKM } (x) = \text{ID\_FKM } (y)] \rightarrow x = y$ , де  $x$  і  $y$  - кортежі відносини FKM, а  $\text{ID FKM } (x)$ ,  $\text{ID\_FKM } (y)$  - це значення атрибуту  $y$  у відповідному кортежі.

$(X, Y \in \text{MRS}). [\text{ID MRS } (x) = \text{ID\_MRS } (y)] \rightarrow x = y$ , де  $x$  і  $y$  - кортежі відносини MRS, а  $\text{ID MRS } (x)$ ,  $\text{ID\_MRS } (y)$  - це значення атрибуту  $y$  у відповідному кортежі.

У цілісній частині реляційної моделі даних фіксуються дві базові вимоги цілісності, які повинні підтримуватися в будь якій реляційній СУБД. Перша вимога називається вимогою цілісності сутностей: будь-яке відношення має володіти первинним ключем. Друга – повинна зберігатися приемність типів сутностей. На основі побудованих відносин концептуальної моделі та отриманого переходу була розроблена реляційна інфологічна модель, що представлена на рисунку 2.1.

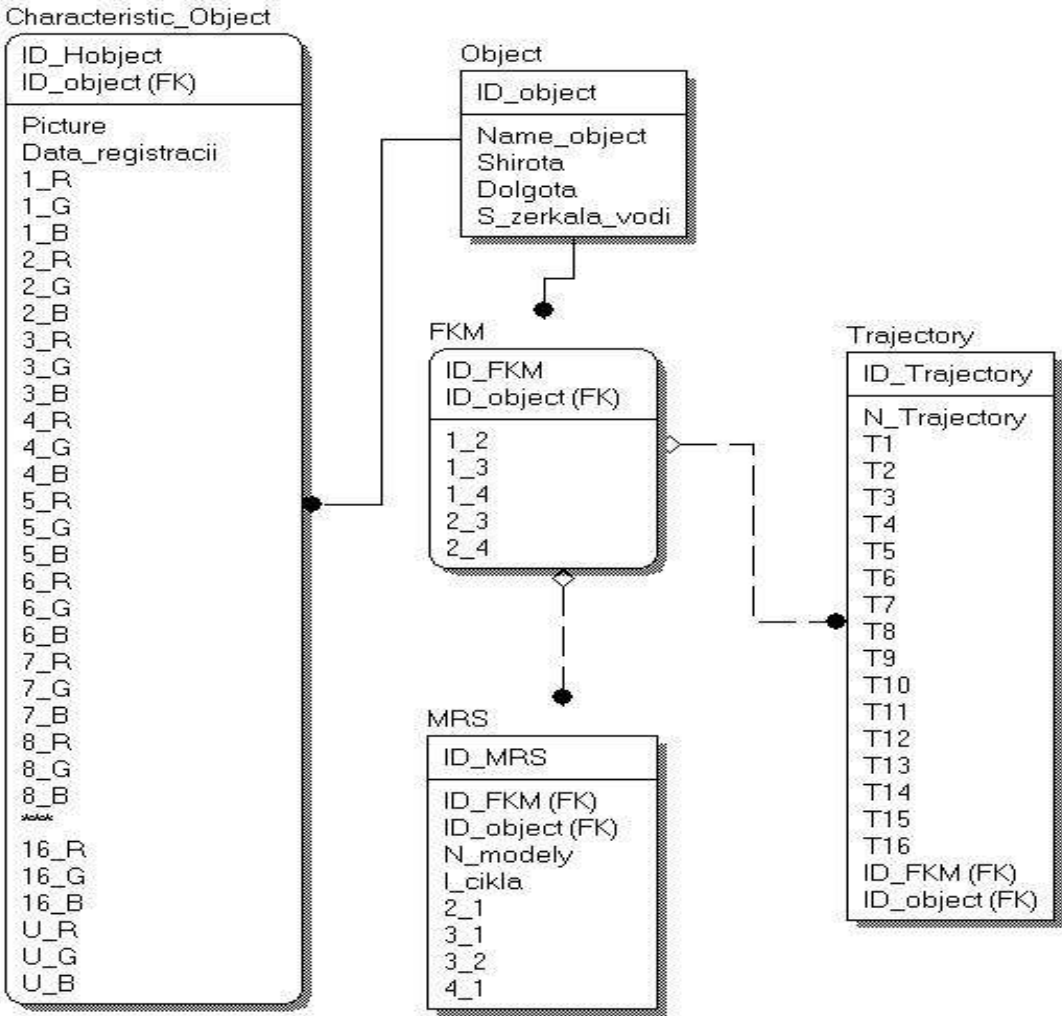


Рис. 2.1 – Інфологічна модель представлення даних параметрів формування осередків токсичності

Сутність "Object" включає атрибути первинних даних про об'єкт (наприклад, таких як, назва об'єкта, широта, довгота, площа дзеркала води).

Сутність "Characteristic\_Object" включає атрибути для зберігання інформації про зображення, дату реєстрації, а також характеристики кольорових складових (червоного, синього і зеленого).

Сутність "Trajectory" включає атрибути для зберігання інформації про траєкторії поведінки системи, розрахованих з використанням математичного апарату дискретного моделювання динамічних систем.

Сутність "FKM" включає атрибути для зберігання результатів проведення кореляційного аналізу спектральних характеристик параметрів водної екосистеми.

Сутність "MRS" включає атрибути для зберігання інформації про номер моделі, довжину циклу і коефіцієнтів кореляції Спірмена для мінорів вихідної матриці станів водної екосистеми.

Документування і масштабування логічної моделі проводиться відповідно до нотацій представлення даних IDEF1X [45, 46, 48, 49].

Розглянемо сутності, що були виділені, більш детально.

Сутність "Object" включає атрибути:

Name\_object – назва об'єкту текстового типу даних

Shirota – розміщення об'єкту, широта символічного типу даних

Dolgota - розміщення об'єкту, довгота символічного типу даних

S\_zerkala\_vodi – площа дзеркала води, що досліджується, символічного типу даних

Сутність «FKM» включає атрибути:

1\_2 - перший елемент матриці спостережень екологічного стану водної екосистеми, що знаходиться над головною діагоналлю символічного типу даних,

1\_3 - другий елемент матриці спостережень екологічного стану водної екосистеми, що знаходиться над головною діагоналлю символного типу даних,

1\_4 – третій елемент матриці спостережень екологічного стану водної екосистеми, що знаходиться над головною діагоналлю символного типу даних,

2\_3 - четвертий елемент матриці спостережень екологічного стану водної екосистеми, що знаходиться над головною діагоналлю символного типу даних,

2\_4 – п'ятий елемент матриці спостережень екологічного стану водної екосистеми, що знаходиться над головною діагоналлю символного типу даних.

Сутність «MRS» включає атрибути:

N\_modely – номер моделі символного типу даних, що досліджується,

i\_cikla – індекс циклу розрахунку моделі символного типу даних,

2\_1 - перший елемент матриці спостережень екологічного стану водної екосистеми, що знаходиться під головною діагоналлю символного типу даних,

3\_1 - другий елемент матриці спостережень екологічного стану водної екосистеми, що знаходиться під головною діагоналлю символного типу даних,

3\_2 - третій елемент матриці спостережень екологічного стану водної екосистеми, що знаходиться під головною діагоналлю символного типу даних,

4\_1 – четвертий елемент матриці спостережень екологічного стану водної екосистеми, що знаходиться під головною діагоналлю символного типу даних.

Сутність «haracteristic\_Object» включає атрибути:

Picture – зображення для дослідження цифрового типу даних,

Data\_registracii – дата реєстрації зображення, що досліджується, символічного типу даних,

1\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 1-го сегменту зображення цифрового типу даних,

1\_G - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 1-го сегменту зображення цифрового типу даних,

1\_V - спектральна характеристика B - кольору RGB-моделі 1-го сегменту зображення цифрового типу даних,

2\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 2-го сегменту зображення цифрового типу даних,

2\_G - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 2-го сегменту зображення цифрового типу даних,

2\_V – спектральна характеристика B - кольору RGB-моделі 2-го сегменту зображення цифрового типу даних,

3\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 3-го сегменту зображення цифрового типу даних,

3\_G - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 3-го сегменту зображення цифрового типу даних,

3\_V – спектральна характеристика B - кольору RGB-моделі 3-го сегменту зображення цифрового типу даних,

4\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 4-го сегменту зображення цифрового типу даних,

4\_G - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 4-го сегменту зображення цифрового типу даних,

4\_V – спектральна характеристика B - кольору RGB-моделі 4-го сегменту зображення цифрового типу даних,

5\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 5-го сегменту зображення цифрового типу даних,

5\_G - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 5-го сегменту зображення цифрового типу даних,

5\_B - спектральна характеристика B - кольору RGB-моделі 5-го сегменту зображення цифрового типу даних,

6\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 6-го сегменту зображення цифрового типу даних,

6\_G, - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 6-го сегменту зображення цифрового типу даних,

6\_B - спектральна характеристика B - кольору RGB-моделі 6-го сегменту зображення цифрового типу даних,

7\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 7-го сегменту зображення цифрового типу даних,

7\_G, - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 7-го сегменту зображення цифрового типу даних,

7\_B - спектральна характеристика B - кольору RGB-моделі 7-го сегменту зображення цифрового типу даних,

8\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 8-го сегменту зображення цифрового типу даних,

8\_G, - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 8-го сегменту зображення цифрового типу даних,

8\_B - спектральна характеристика B - кольору RGB-моделі 8-го сегменту зображення цифрового типу даних,

9\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 9-го сегменту зображення цифрового типу даних,

9\_G, - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 9-го сегменту зображення цифрового типу даних,

9\_V – спектральна характеристика V - кольору RGB-моделі 9-го сегменту зображення цифрового типу даних,

10\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 10-го сегменту зображення цифрового типу даних,

10\_G, - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 10-го сегменту зображення цифрового типу даних,

10\_V – спектральна характеристика V - кольору RGB-моделі 10-го сегменту зображення цифрового типу даних,

11\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 11-го сегменту зображення цифрового типу даних,

11\_G - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 11-го сегменту зображення цифрового типу даних,

11\_V – спектральна характеристика V - кольору RGB-моделі 11-го сегменту зображення цифрового типу даних,

12\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 12-го сегменту зображення цифрового типу даних,

12\_G - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 12-го сегменту зображення цифрового типу даних,

12\_V – спектральна характеристика V - кольору RGB-моделі 12-го сегменту зображення цифрового типу даних,

13\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 13-го сегменту зображення цифрового типу даних,

13\_G - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 13-го сегменту зображення цифрового типу даних,

13\_V – спектральна характеристика V - кольору RGB-моделі 13-го сегменту зображення цифрового типу даних,

14\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 14-го сегменту зображення цифрового типу даних,



14\_G, - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 14-го сегменту зображення цифрового типу даних,

14\_V – спектральна характеристика V - кольору RGB-моделі 14-го сегменту зображення цифрового типу даних,

15\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 15-го сегменту зображення цифрового типу даних,

15\_G - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 15-го сегменту зображення цифрового типу даних,

15\_V – спектральна характеристика V - кольору RGB-моделі 15-го сегменту зображення цифрового типу даних,

16\_R - спектральна характеристика R- кольору RGB-моделі 16-го сегменту зображення цифрового типу даних,

16\_G - спектральна характеристика G - кольору RGB-моделі 16-го сегменту зображення цифрового типу даних,

16\_V – спектральна характеристика V - кольору RGB-моделі 16-го сегменту зображення цифрового типу даних,

U\_R – середнє арифметичне значення відношення R кольорів,

U\_G – середнє арифметичне значення відношення G кольорів,

U\_V – – середнє арифметичне значення відношення V кольорів.

Сутність «Trajectory» включає атрибути:

N\_Trajectory – номер траєкторії системи символного типу даних,

T1 - траєкторія системи для 1-ої модальних точок символного типу даних,

T2 - траєкторія системи для 2-ої модальної точки символного типу даних,

T3 - траєкторія системи для 3-ої модальної точки символного типу даних,

T4 - траєкторія системи для 4-ої модальної точки символного типу даних,

T5 - траєкторія системи для 5-ої модальної точки символного типу даних,

T6 - траєкторія системи для 6-ої модальної точки символного типу даних,

T7 - траєкторія системи для 7-ої модальної точки символного типу даних,

T8 - траєкторія системи для 8-ої модальної точки символного типу даних,  
T9 - траєкторія системи для 9-ої модальної точки символного типу даних,  
T10 - траєкторія системи для 10-ої модальної точки символного типу даних,  
T11 - траєкторія системи для 11-ої модальної точки символного типу даних,  
T12 - траєкторія системи для 12-ої модальної точки символного типу даних,  
T13 - траєкторія системи для 13-ої модальної точки символного типу даних,  
T14 - траєкторія системи для 14-ої модальної точки символного типу даних,  
T15 - траєкторія системи для 15-ої модальної точки символного типу даних,  
T16 – траєкторія системи для 16-ої модальної точки символного типу даних.

БД є одним з основних елементів сучасних інформаційних технологій [47]. Це стосується й інформаційної технології дистанційного моніторингу за екологічною обстановкою та виявлення джерел токсичності у важкодоступних місцях, в якій розроблена інфологічна модель БД виконуватиме роль відтворення процесу збереження усієї необхідної для діагностики інформації.

В свою чергу, розробка інформаційної технології визначення осередків токсичності водних екосистем, доступ до яких ускладнено, є перспективним і актуальним практичним завданням, вирішення якого дозволить автоматизувати процес обробки, аналізу та зберігання великої кількості інформації, що відрізняється за видом і структурою, з метою формування природоохоронного рішення стосовно керування екосистемою [50-52]. Пропонується наступна послідовність дій по автоматизованому визначенню осередків токсичності при різних кліматичних умовах.

Етап 1. На першому етапі інформаційної технології шляхом фотографування з БПЛА, що розроблений Національним аерокосмічним університетом ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», проводиться реєстрація сигналів від НРБ про зміну спектральних параметрів ТМЕС [53 – 54], що

розроблені Харківським національним університетом ім. В.Н. Каразіна, в якості яких виступає фітобентос та фітоперифітон.

Етап 2. На другому етапі проводиться подальша комп'ютерна обробка з фільтрацією одержаних зображень, а саме підвищенням якості та контрастності із застосуванням стандартних цифрових фільтрів [55], видаленням випадкових артефактів. Також на зображеннях фітобентосу та фітоперифітону на природних та штучних субстратах визначають площу поверхні цих субстратів та значення компонентів  $R$ ,  $G$  і  $B$  колірної моделі RGB, і відношення цих компонентів один до одного. Після чого усю оброблену інформацію зберігають у розробленій реляційній БД.

Етап 3. На третьому етапі поводиться аналіз оброблених даних для виявлення інформативних показників гідробіоценозу водної екосистеми [56 – 59]. Далі визначається характер гомеостазу структури водної екосистеми і структурні зв'язки між її інформативними компонентами [60].

Для цього формують масив спостережень  $\tilde{A}$  у вигляді матриці розміром  $4 \times m$ , де  $m$  — кількість спостережень та розраховують кореляційну матрицю Спірмана  $\Xi$  між параметрами у матриці спостережень  $\tilde{A}$  та кореляційну матрицю Спірмана  $\tilde{\Xi}$  між рядками мінору  $\tilde{B}$ , що визначається як цикл траєкторії динамічної системи [61]. Потім

мінімізують значення функції 
$$D = \sum_{i,j=1}^3 \sum_{k,l=1}^4 \tilde{X}_{ij} - \tilde{X}_{kl}$$
, де  $r_{ij}$  — елемент матриці  $\Xi$ ,  $\rho_{ij}$  — елемент матриці  $\tilde{\Xi}$  та будують з використанням значень відношень значень  $G$  компонентів до значень  $B$  компонентів, а також відношення значень  $R$  компонентів до значення  $G$  компонентів виміряних для фітоперифітона і фітобентоса, умовно еталонну траєкторію системи для різних екологічних станів водної екосистеми, з подальшим збереженням у базі даних ПК.

Параметри моделі, які дають мінімальне значення  $D$ , вважаються найбільш близькими до характеристик реальної системи.

Будуються умовні еталонні траєкторії біосистеми для різних екологічних станів, які зберігаються у БД.

Фіксується притаманна для діагностованої водної екосистеми множина відношень значень  $G$  компонентів до значень  $B$  компонентів, а також відношення значень  $R$  компонентів до значення  $G$  компонентів, вимірних для фітоперифітону і фітобентосу.

За допомогою БД зіставляють певні, обрані експертним шляхом для даного випадку, значення та властивості множини параметрів з умовно еталонними траєкторіями систем, побудованих для різних екологічних станів водної екосистеми.

Визначають траєкторію системи, значення параметрів якої найбільш подібні, у сенсі цих властивостей, до властивостей, що спостерігаються у певній діагностованій водній екосистемі [62-64].

Етап 4. Діагностують екологічний стан водної екосистеми та визначають осередки токсичності [65-66].

Таким чином, розроблена інфологічна модель бази даних параметрів формування осередків токсичності дозволяє передбачити повну незалежність даних, маніпулювання якими на рівні мови системи управління не вимагає розробки додаткового програмного забезпечення і не прив'язане до структури самої БД. Пропонована інформаційна технологія визначення осередків токсичності водних екосистем дозволяє за даними зміни спектральних параметрів ТМЕС, що отримані за допомогою БПЛА та зберігаються у розробленій БД, визначити стан гомеостазу водної екосистеми.

## 2.2 Розробка та реалізація фізичної моделі бази даних

Проектування фізичної моделі даних починається з перетворення інфологічної моделі у даталогічну [67-68].

Так, на першому кроці проводиться перетворення сутностей до фізичних таблиць (рис. 2.2). При цьому кожній сутності ставиться у відповідь двомірна таблиця: Object – Object, Characteristic\_Object – Characteristic Object, Trajectory – Trajectory, FKM – FKM, MRS – MRS. Також вводиться допоміжна сутність – таблиця – Region, що характеризує кліматичний регіон реєстрації проб та є довідником.

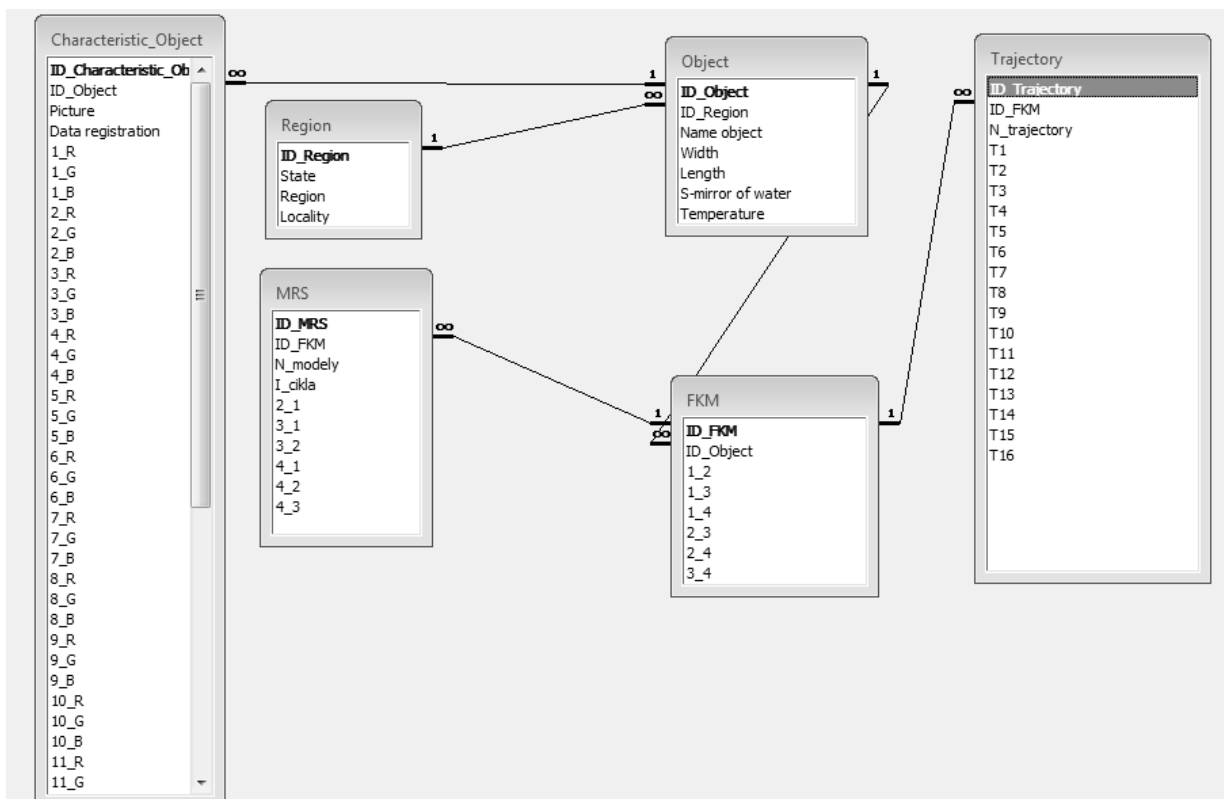


Рис. 2.2 – Схема даних БД параметрів формування токсичних осередків

На другому кроці виконується перетворення атрибутів в поля таблиць. Кожному атрибуту відповідає аналогічне поле таблиці: Таблиця "Object" - Name\_object, Shirota, Dolgota, S\_zerkala\_vodi; таблиця «FKM»: 1\_2, 1\_3,

1\_4, 2\_3, 2\_4; таблиця «MRS» включає атрибути: N\_modely, i\_cikla, 2\_1, 3\_1, 3\_2, 4\_1; таблиця «Characteristic\_Object»: Picture, Data\_registracii, 1\_R, 1\_G, 1\_B, 2\_R, 2\_G, 2\_B, 3\_R, 3\_G, 3\_B, 4\_R, 4\_G, 4\_B, 5\_R, 5\_G, 5\_B, 6\_R, 6\_G, 6\_B, 7\_R, 7\_G, 7\_B, 8\_R, 8\_G, 8\_B, 9\_R, 9\_G, 9\_B, 10\_R, 10\_G, 10\_B, 11\_R, 11\_G, 11\_B, 12\_R, 12\_G, 12\_B, 13\_R, 13\_G, 13\_B, 14\_R, 14\_G, 14\_B, 15\_R, 15\_G, 15\_B, 16\_R, 16\_G, 16\_B, U\_R, U\_G, U\_B; таблиця «Trajectory»: N\_Trajectory, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16; таблиця «Region»: State, Region, Localiti, Climat.

На третьому кроці виконується перетворення доменів до типів даних, відповідно до обраної СКБД My SQL.

Таблиця "Object" зберігає інформацію про назву об'єкта, широту та довготу координат зйомки, площу дзеркала води, що тестується. У таблиці 2.1 наведено набір атрибутів та їх тип даних відповідно до сутності Object.

Таблиця 2.1

## Опис таблиці "Object"

ID_Object	INT (4294967295)
ID_Region (FK)	INT (4294967295)
Name_object	VARCHAR (100)
Shirota	CHAR (15)
Dolgota	CHAR (15)
S_zerkala_vodi	SMALLINT ()

Таблиця "Characteristic\_Object" зберігає інформацію про відзняте зображення, дату реєстрації, спектральні характеристики кольорових складових зображення. У таблиці 2.2 наведено набір атрибутів та їх тип даних відповідно до сутності Characteristic\_Object.

Таблиця "Region" зберігає довідкову інформацію про досліджуваний регіон, назву країни, кліматичні умови (середньорічна температура, середньорічна кількість опадів) (табл. 2.3).

Таблиця 2.2

Опис таблиці "Characteristic\_Object"

ID_ Characteristic_Object	INT (4294967295)
ID_Object (FK)	INT (4294967295)
Picture	MEDIUMBLOB
Data_registracii	DATE ()
1_R, 1_G, 1_B, 2_R, 2_G, 2_B, 3_R, 3_G, 3_B, ..., 16_R, 16_G, 16_B	TINYINT (4)
U_R, U_G, U_B	FLOAT (4, 2)

Таблиця 2.3

Опис таблиці "Region"

ID_ Region	INT (4294967295)
State	VARCHAR (20)
Region	VARCHAR (100)
Locality	VARCHAR (100)
Climate	TEXT

Таблиця "Trajectory" зберігає інформацію про розраховані траєкторії поведінки досліджуваної водної екосистеми з використанням математичного апарату ДМДС (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

## Опис таблиці "Trajectory"

ID_Trajectory	INT (4294967295)
ID_FKM (FK)	INT (4294967295)
N_Trajectory	CHAR (10)
T1, T2, T3, ... , T16	FLOAT (4, 2)

Таблиця "FKM" зберігає інформацію про значення спектральних характеристик фітобентоса та фітоперифітону у матриці спостережень, що знаходяться над головною діагоналлю (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

## Опис таблиці "FKM"

ID_FKM	INT (4294967295)
ID_Object (FK)	INT (4294967295)
1_2, 1_3, 1_4, 2_3, 2_4, 3_4	FLOAT (4, 2)

Таблиця "MRS" зберігає інформацію про розраховані параметри математичної моделі відповідно до кожного об'єкту, а саме номер моделі, довжину циклу (кількість ітерацій), розраховані коефіцієнти кореляції Спірмена для мінорів вихідної матриці станів водної екосистеми (табл. 2.6).



Виконання усіх перетворень здійснюється за допомогою CASE-засобу ErWin [52]. У ErWin фізична модель є графічним представленням реально реалізованої бази даних, а логічні відносини є обмеженнями цілісності зв'язків.

Як інструмент для реалізації фізичної моделі обрано додаток C++ Builder – вільне середовище швидкої розробки прикладного програмного забезпечення з можливістю підключення інших СКБД. Вона має розвинуті можливості по створенню інтерфейсу користувача для керування усіма процесами роботи з БД, широкий набір функцій, методів і властивостей для вирішення прикладних розрахунково-обчислювальних задач.

Таблиця 2.6

## Опис таблиці "MRS"

ID_ MRS	INT (4294967295)
ID_FKM (FK)	INT (4294967295)
N_modely	CHAR (4)
i_cikla	CHAR (4)
2_1, 3_1, 3_2, 4_1, 4_2, 4_3	FLOAT (4, 2)

C ++ Builder відносять до RAD-систем, які об'єднують редактор форм, інспектор об'єктів і повністю інтегровані редактор коду та інструменти швидкої розробки програмних додатків, що забезпечують повний контроль над кодом і ресурсами БД. До основних переваг середовища C++ Builder можна віднести:

- швидкодіючі і гнучкі засоби налагодження БД;
- механізми двонаправленої розробки (two-way-tools), що забезпечують контроль за кодом за допомогою гнучкої, інтегрованої та

синхронізованої взаємодії між інструментами візуального проектування і редактором коду;

- підтримка промислових стандартів ActiveX, OLE, COM, MAPI, Windows Sockets TCP / IP, ISAPI, NSAPI, ODBC, Unicode і MBCS.

- пряме звернення до системних функцій Windows, що надає можливість при необхідності корекції структури скористатися всіма удосконаленнями сучасних операційних систем;

- спрощений процес програмування СКБД в реляційній та клієнт-серверній архітектурі використовує «Провідник баз даних» (Database Explorer) і масштабований «Словник даних» (Data Dictionary) для автоматичного налаштування засобів відображення і редагування даних відповідно до специфіки інформації;

- підтримує високопродуктивний 32-розрядний доступ до баз даних dBASE, Paradox, Sybase, Oracle, DB2, Microsoft SQL Server, My SQL, Microsoft Access.

Відповідно до запропонованої технології засобами RAD-систем C ++ Builder була розроблена низка додатків (форм), що спрощують завантаження, обробки та маніпулювання даними у розробленій БД [47, 65, 69-70].

Загальна форма БД параметрів формування осередків токсичності при різних кліматичних умовах надає можливість роботи з усіма таблицями та має наступні режими, що визначені кнопковими елементами «Об'єкт», «Регіон», «Траєкторія», «Характеристика об'єкту», «Матриця відкликів», «Stop» (рис. 2.3).

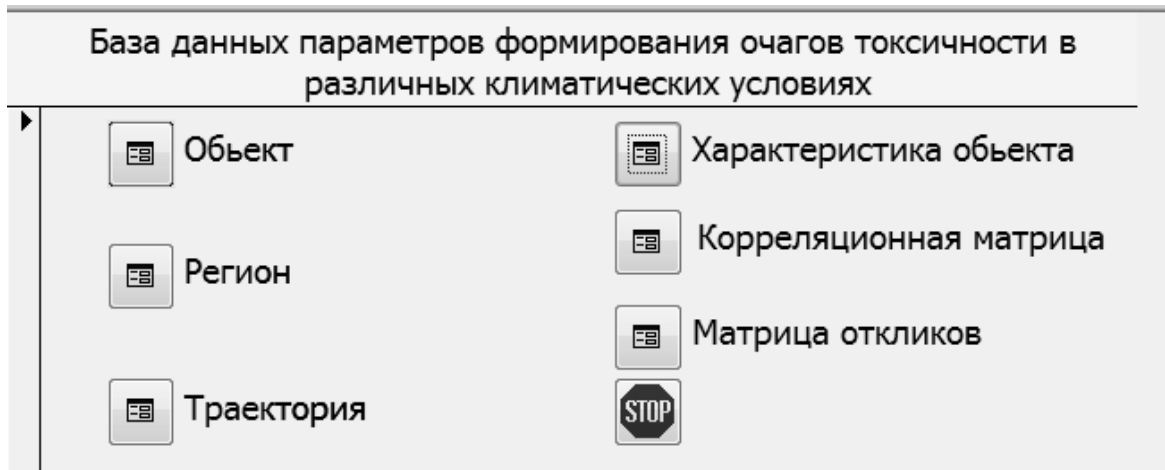


Рис. 2.3 – Загальна форма БД параметрів формування осередків токсичності при різних кліматичних умовах

Для внесення початкової інформації про досліджуваний об'єкт у відповідні таблиці використовуються форми «Об'єкт» та «Регіон» (рис. 2.4).

**Object Form:**

ID_Object	ID_Region
	1

Name object  
Печенежское водохранилище

Широта	Долгота	S-зеркала воды	Temperature
#Имя?	#Имя?	#Имя?	22

**Region Form:**

ID_Region	Государство	Область
	Украина	Харьковская обл.

Населенный пункт  
Песочин

Рис. 2.4 – Форми реєстрації первинних даних про об'єкт, що досліджується

Після внесення початкових даних проводиться комп'ютерна обробка отриманих за допомогою БПЛА цифрових зображень, а саме підвищення

якості та контрастності із застосуванням цифрових фільтрів Хеммінга [56] й визначення спектральних характеристик для подальшого збереження у БД. Для цього використовується форма, що наведена на рисунку 2.5.

Далі, отримані 48 значень спектральних характеристик RGB-компонентів цифрового зображення, що було поділено на 16 секторів, завантажуються у таблицю «Characteristic\_Object» за допомогою форми «Характеристика об'єкта», кнопка активації якої розташована на загальній формі.

Для визначення параметрів траєкторії розвитку ціанобактерій, що отримані від ТМЕС та обумовлюють наявність осередку токсичності у досліджуваному об'єкті (водному середовищі) [71], проводиться розрахунок параметрів математичної моделі у режимі форми «ДМДС» відповідної форми «Траєкторія».

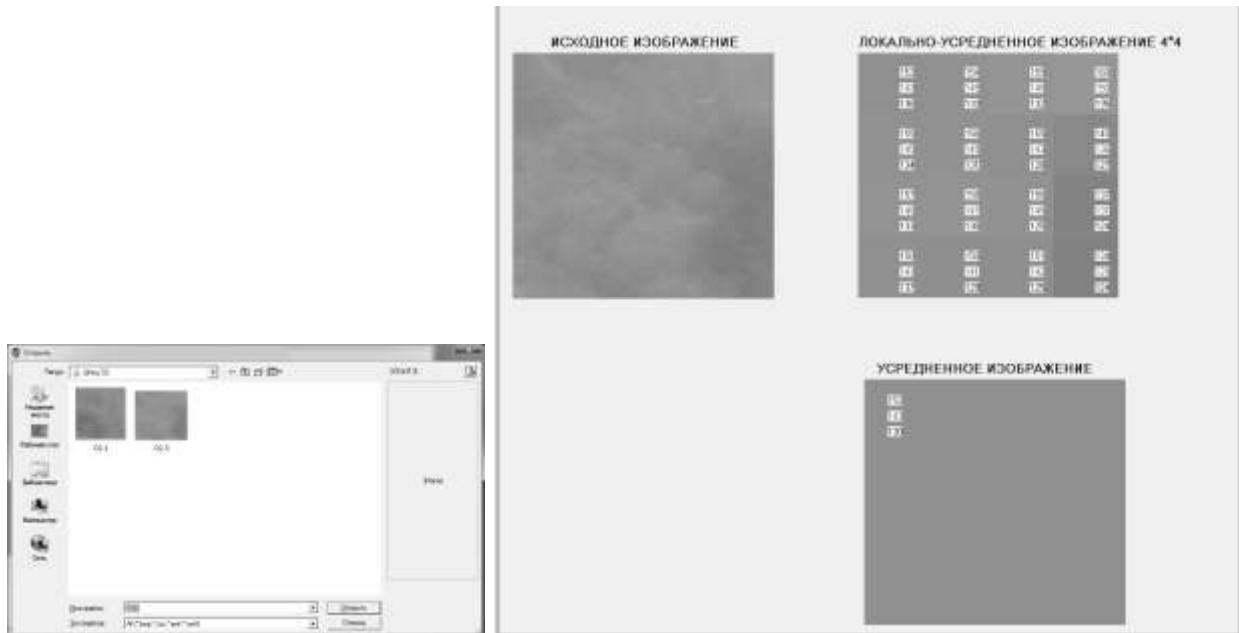


Рис. 2.5 – Форми завантаження та обробки цифрових зображень

Завантаження необхідних даних виконується за допомогою SQL-запиту, загальна структура якого наведена нижче.

```
SELECT Characteristic_Object.ID_Characteristic_Object,  
Characteristic_Object.ID_Object, Object.[Name object], Object.Width,  
Object.Length, Object.[S-mirror of water], Characteristic_Object.Picture,  
Characteristic_Object.[Data registration], Characteristic_Object.[1_R],  
Characteristic_Object.[1_G], Characteristic_Object.[1_B],  
Characteristic_Object.[2_R], Characteristic_Object.[2_G],  
Characteristic_Object.[2_B], Characteristic_Object.[3_R],  
Characteristic_Object.[3_G], Characteristic_Object.[3_B],  
Characteristic_Object.[4_R], Characteristic_Object.[4_G],  
Characteristic_Object.[4_B], Characteristic_Object.[5_R],  
Characteristic_Object.[5_G], Characteristic_Object.[5_B],  
Characteristic_Object.[6_R], Characteristic_Object.[6_G],  
Characteristic_Object.[6_B], Characteristic_Object.[7_R],  
Characteristic_Object.[7_G], Characteristic_Object.[7_B],  
Characteristic_Object.[8_R], Characteristic_Object.[8_G],  
Characteristic_Object.[8_B], Characteristic_Object.[9_R],  
Characteristic_Object.[9_G], Characteristic_Object.[9_B],  
Characteristic_Object.[10_R], Characteristic_Object.[10_G],  
Characteristic_Object.[10_B], Characteristic_Object.[11_R],  
Characteristic_Object.[11_G], Characteristic_Object.[11_B],  
Characteristic_Object.[12_R], Characteristic_Object.[12_G],  
Characteristic_Object.[12_B], Characteristic_Object.[13_R],  
Characteristic_Object.[13_G], Characteristic_Object.[13_B],  
Characteristic_Object.[14_R], Characteristic_Object.[14_G],  
Characteristic_Object.[14_B], Characteristic_Object.[15_R],  
Characteristic_Object.[15_G], Characteristic_Object.[15_B],  
Characteristic_Object.[16_R], Characteristic_Object.[16_G],  
Characteristic_Object.[16_B], Characteristic_Object.U_R,
```

Characteristic\_Object.U\_G, Characteristic\_Object.U\_B,  
 Characteristic\_Object.[R/G], Characteristic\_Object.[R/B],  
 Characteristic\_Object.[G/B]  
 FROM [Object] INNER JOIN Characteristic\_Object ON Object.ID\_Object =  
 Characteristic\_Object.ID\_Object;

Результат виконання такого запиту наведено на рисунку 2.6.

Name object	Data registration	1_R	1_G	1_B	2_R	2_G	2_B	3_R	3_G	3_B	4_R	4_G	4_B
Печеніське водокранення	10.05.2014	141	137	126	139	137	128	144	143	136	146	147	142
Печеніське водокранення	10.05.2014	141	137	126	139	137	128	144	143	136	146	147	142
Печеніське водокранення	10.05.2014	141	137	126	139	137	128	144	143	136	146	147	142
Печеніське водокранення	10.05.2014	141	137	126	139	137	128	144	143	136	146	147	142
Вілюське водокранення	11.05.2014	173	176	187	170	174	186	169	173	185	167	170	183
Вілюське водокранення	11.05.2014	173	176	187	170	174	186	169	173	185	167	170	183
Вілюське водокранення	11.05.2014	173	176	187	170	174	186	169	173	185	167	170	183
Вілюське водокранення	11.05.2014	173	176	187	170	174	186	169	173	185	167	170	183
Пруд зоопарка	12.05.2014	135	130	55	132	127	51	128	123	47	133	127	53
Пруд зоопарка	12.05.2014	135	130	55	132	127	51	128	123	47	133	127	53

Рис. 2.6 – Результат виконання запиту на завантаження спектральних характеристик RGB-компонентів цифрового зображення. Фрагмент.

Надалі завантажені значення обчислюються, а результати обчислень заносяться до таблиць «MRS» та «FKM» за допомогою форм «Кореляційна матриця» (рис. 2.7) та «Матриця відкліків» (рис. 2.8)

Рис. 2.7 – Форма «Кореляційна матриця»

ID_MRS	ID_FKM	N_modely	I_cikla	2_1
	1	1	1	0,0
3_1		3_2		4_1
+-		0,-		0,0

Рис. 2.8 – Форма «Матриця відкліків»

Для відбору даних, необхідних для розрахунку параметрів траєкторії системи використовується запит:

```
SELECT DISTINCTROW Object.ID_Object, Object.ID_Region, Object.Width,
Object.Length, Object.[S-mirror of water], Object.Temperature, FKM.ID_FKM,
FKM.ID_Object, FKM.[1_2], FKM.[1_3], FKM.[1_4], FKM.[2_3], FKM.[2_4],
FKM.[3_4], First(Object.[Name object]) AS [First - Name object],
First(MRS.ID_MRS) AS [First - ID_MRS], First(MRS.ID_FKM) AS [First -
MRS_ID_FKM], First(MRS.N_modely) AS [First - N_modely],
Avg(MRS.I_cikla) AS [Avg - I_cikla], First(MRS.[2_1]) AS [First - 2_1],
First(MRS.[3_1]) AS [First - 3_1], First(MRS.[3_2]) AS [First - 3_2],
First(MRS.[4_1]) AS [First - 4_1], First(MRS.[4_2]) AS [First - 4_2],
First(MRS.[4_3]) AS [First - 4_3]
FROM [Object] INNER JOIN (FKM INNER JOIN MRS ON FKM.ID_FKM =
MRS.ID_FKM) ON Object.ID_Object = FKM.ID_Object
GROUP BY Object.ID_Object, Object.ID_Region, Object.Width, Object.Length,
Object.[S-mirror of water], Object.Temperature, FKM.ID_FKM,
FKM.ID_Object, FKM.[1_2], FKM.[1_3], FKM.[1_4], FKM.[2_3], FKM.[2_4],
FKM.[3_4];
```

Приклад фрагменту результату виконання такого запиту наведено на рисунку 2.9.

Object ID	Objekt	ID_Region	Width	Length	S-mirror of water	Temperature	ID_FKM	FKM ID_Object	1_2	1_3	1_4	2_3	2_4	3_4	First - Name obj	First
			1.49.54.35	36.59.56	86.2	22	1	1	0.647	-0.346	0.42	0.177	0.192	-0.231	Печенжское е	
		3	2.50.05.34	36.26.56	1.74	24	2	3	0.525	-0.176	0.478	0.008	0.271	0.138	Вяловские вод	
		5	3		0	26	3	5	0.456	0.09	-0.062	0.029	0.064	0.013	Пруд зоопарка	
		7	4		0	24	4	7	0.66	-0.036	-0.069	0.13	-0.078	-0.11	Саржин яр	

Рис. 2.9 - Фрагмент результата выполнения запроса на выбор данных, необходимых для расчета параметров траектории системы

Для вывода результатов определения осередків токсичности використовується запит наступної конструкції: `SELECT Object.[Name object], [Characteristic_Object Запрос].[Data registration], [Characteristic_Object Запрос].[1_R], [Characteristic_Object Запрос].[1_G], [Characteristic_Object Запрос].[1_B], [Characteristic_Object Запрос].[2_R], [Characteristic_Object Запрос].[2_G], [Characteristic_Object Запрос].[2_B], [Characteristic_Object Запрос].[3_R], [Characteristic_Object Запрос].[3_G], [Characteristic_Object Запрос].[3_B], [Characteristic_Object Запрос].[4_R], [Characteristic_Object Запрос].[4_G], [Characteristic_Object Запрос].[4_B], [Characteristic_Object Запрос].[5_R], [Characteristic_Object Запрос].[5_G], [Characteristic_Object Запрос].[5_B], [Characteristic_Object Запрос].[6_R], [Characteristic_Object Запрос].[6_G], [Characteristic_Object Запрос].[6_B], [Characteristic_Object Запрос].[7_R], [Characteristic_Object Запрос].[7_G], [Characteristic_Object Запрос].[7_B], [Characteristic_Object Запрос].[8_R], [Characteristic_Object Запрос].[8_G], [Characteristic_Object Запрос].[8_B], [Characteristic_Object Запрос].[9_R], [Characteristic_Object Запрос].[9_G], [Characteristic_Object Запрос].[9_B], [Characteristic_Object Запрос].[10_R], [Characteristic_Object Запрос].[10_G], [Characteristic_Object Запрос].[10_B], [Characteristic_Object Запрос].[11_R], [Characteristic_Object Запрос].[11_G], [Characteristic_Object Запрос].[11_B], [Characteristic_Object Запрос].[12_R],`



[Characteristic\_Object Запрос].[12\_G], [Characteristic\_Object Запрос].[12\_B],  
 [Characteristic\_Object Запрос].[13\_R], [Characteristic\_Object Запрос].[13\_G],  
 [Characteristic\_Object Запрос].[13\_B], [Characteristic\_Object Запрос].[14\_R],  
 [Characteristic\_Object Запрос].[14\_G], [Characteristic\_Object Запрос].[14\_B],  
 [Characteristic\_Object Запрос].[15\_R], [Characteristic\_Object Запрос].[15\_G],  
 [Characteristic\_Object Запрос].[15\_B], [Characteristic\_Object Запрос].[16\_R],  
 [Characteristic\_Object Запрос].[16\_G], [Characteristic\_Object Запрос].[16\_B],  
 [Characteristic\_Object Запрос].U\_R, [Characteristic\_Object Запрос].U\_G,  
 [Characteristic\_Object Запрос].U\_B, [Characteristic\_Object Запрос].[R/G],  
 [Characteristic\_Object Запрос].[R/B], [Characteristic\_Object Запрос].[G/B],  
 Trajectory.N\_trajectory, Trajectory.T1, Trajectory.T2, Trajectory.T3,  
 Trajectory.T4, Trajectory.T5, Trajectory.T6, Trajectory.T7, Trajectory.T8,  
 Trajectory.T9, Trajectory.T10, Trajectory.T11, Trajectory.T12, Trajectory.T13,  
 Trajectory.T14, Trajectory.T15, Trajectory.T16 FROM ([Object] INNER JOIN  
 [Characteristic\_Object Запрос] ON Object.ID\_Object = [Characteristic\_Object  
 Запрос].ID\_Object) INNER JOIN (FKM INNER JOIN Trajectory ON  
 FKM.ID\_FKM = Trajectory.ID\_FKM) ON Object.ID\_Object = FKM.ID\_Object;

Результат виконання запиту відображається у формі, наведеної на  
 рисунку 2.10, та може бути виведений на друк у вигляді звіту (рис. 2.11).

ID_Trajectory	ID_FKM	N_trajectory	T1	T2	T3
	1	1	1	1	2
T4	T5	T6	T7	T8	T9
3	3	3	3	3	3
T11	T12	T13	T14	T15	T16
3	2	1	1	1	0

Рис. 2.10 – Форма «Траєкторія»

```

дмдс 24.11.2014
мера D: 0.472107
число моделей: 8

Исходная корреляционная матрица:
      2      3      4
1     0.963  0.254 -0.354
2     -0.362  0.298
3     0.348
Модель 1

длина цикла: 10

Матрица отношений
      1      2      3      4
1     [0,0]
2     [0,0]  [0,0]
3     [0,-]  [-,0]  [0,0]
4     [-,+ ]  [0,+ ]  [0,+ ]  [0,0]

Траектория:
1     1      1      1      2      2      2      3      3      3      2
1     1      1      1      2      3      3      3      3      3      2
2     1      1      1      2      3      3      3      3      3      2
3     1      1      1      2      2      1      1      1      1      1

```

Рис. 2.11 – Варіант звіту про визначення осередків токсичності водної екосистеми

Таким чином, спроектована БД параметрів формування осередків токсичності при різних кліматичних умовах забезпечує відкритість, модифікуємість, модульність та нарощуваність структури БД і самої бази [25, 59, 60, 64]. Реалізовані механізми зберігання даних, накопичення, оновлення, пошуку і відображення інформації забезпечують достовірність вимірних параметрів біооб'єктів, отриманих з БПЛА, еталонів траєкторій поведінки систем, високу ефективність використання інформації (одноразове введення і багаторазове використання).

## ВИСНОВКИ

Виявлення та оцінка в короткі терміни екологічного ризику, як найбільш важливого показника при прийнятті рішень, що стосуються охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки регіону, в силу своєї інформаційної ємності вимагає застосування спеціальних комп'ютерних рішень. Оскільки сучасні темпи розвитку систем екологічного моніторингу багато в чому зумовлюють їх зміст, то зберігання й обробка інформації, що постійно надходить, не може проводитися без такої складової, як БД. Це особливо важливо, коли мова йде про роботу з інформацією із надзвичайно високою розсіяністю з різних напрямків в одній галузі. Саме такою є екологія.

В результаті виконання проекту було розроблено концептуальну, інфологічну та фізичну моделі організації збереження даних з використанням реляційного підходу до створення БД та визначені обмеження на цілісність зв'язків між основними компонентами моделі, що передбачають повну незалежність даних, маніпулювання якими на рівні мови СКБД не потребує розробки додаткового програмного забезпечення та не прив'язане до структури самої БД. Розробка спеціалізованої БД дозволила організувати інформаційний зв'язок між усіма даними, що відображають екологічний ризик природного середовища.

Вперше в якості атрибутів сутностей були використані інформативні показники гідробіоценозу водної екосистеми та структурні зв'язки між ними, які отримані за допомогою нового класу математичних моделей – дискретного моделювання динамічних систем, що дозволило визначити обмеження на цілісність зв'язків між основними компонентами фізичної моделі.

Набула подальшого розвитку алгебра опису БД, яка відрізняється застосуванням перетворення Халмоша для збільшення семантичної потужності розробленої реляційної моделі, що дозволило адекватно відобразити семантику зв'язків між сутностями та запитами під час визначення осередків токсичності на важкодоступних місцевостях та сформулювати правила організації зв'язків між даними у відкритій структурі бази даних.

Була запропонована інформаційна технологія визначення осередків токсичності водних екосистем, що дозволяє за даними зміни спектральних параметрів ТМЕС, в якості яких виступають фітобентос та фітоперифітон, отриманих за допомогою БПЛА, відрізнити стан гомеостазу водної екосистеми, в якому не виникає накопичення токсичних продуктів анаеробного розкладу мертвої органічної речовини, від стану, при якому цей негативний з точки зору біобезпеки ефект присутній.

Соціально-економічний ефект запропонованої БД полягає в створенні можливості на основі фактичного матеріалу, зібраного дистанційними способами на великих площах (зокрема – на великих площах важкодоступної місцевості), визначити наявність порушення гомеостазу водних екосистем, яке створює загрозу виникнення біологічної небезпеки, пов'язаної з погіршенням санітарно-гігієнічних умов життя людини та автоматизації цього процесу.

Під час впровадження розробленої БД час планування заходів з оптимізації екологічних процесів у природних ставках скоротився на 28%.

Потенційними замовниками можуть виступати установи і організації, що займаються питаннями моніторингу територій, розробкою нових методів кількісного та якісного аналізу стану навколишнього середовища.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Макаревич Е.В. Влияние температуры воды на распределение евтрофных и олиготрофных микроорганизмов Кольского залива [Текст] / Е.В. Макаревич // Современные проблемы экологии: докл. Всерос. НТК / Доклад Госкомитета по охране окружающей среды Мурманской обл. – Мурманск, 2009. – 120 с.

2. Bespalov Yu. Discrete Dynamical Modeling of System Characteristics of a Turtle's Walk in Ordinary Situations and After Slight Stress [Текст] / Bespalov Yu., Gorodnyanskiy I., Zholtkevych G. [и др.] // Бионика интеллекта. № 3 (77). - 2011. - 54-59 с.

3. Финиченко Е. Н. Моделирование параметров вегетации водно-болотной растительности с использованием спутниковых и наземных данных [Текст] / Материалы Восьмой Всероссийской открытой ежегодной конференции “Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса”. - Москва, ИКИ РАН, 15-19 ноября 2010 года. – С. 34-36.

4. Михайлов С. И. Новые возможности дистанционного зондирования для мониторинга растительного покрова и сельскохозяйственных угодий [Текст] / Материалы Девятой Всероссийской открытой ежегодной конференции “Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса” . – Москва, ИКИ РАН , 14-18 ноября 2011 года. – С. 128-131.

5. Способ дифференциации мезотрофного и эвтрофного состояния пресных непроточных водоемов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://partkom.com/patent/ru2369091/>

6. Втюрин С.А. Определение экологически значимых событий и их параметров по данным дистанционного зондирования земли из космоса

[Электронный ресурс] / С.А. Втюрин, Н.А. Князев, А.М. Антохин [и др]. – Режим доступа: URL: <http://symp.iao.ru/ru/aoo/15/proceedings/C-05.pdf>

7. Геоинформационная система мониторинга водных объектов и нормирования экологической загрузки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: /URL: [http://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=1650&SECTION\\_ID=45](http://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=1650&SECTION_ID=45)

8. ArcGIS ArcEditor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.gisa.ru/3349.html>

9. MapInfo Professional [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.gisa.ru/1428.html>

10. QGIS Project. QGIS User Guide. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://gis-lab.info/docs/qgis/user\\_guide/qgis-1.8.0\\_user\\_guide\\_ru](http://gis-lab.info/docs/qgis/user_guide/qgis-1.8.0_user_guide_ru)

11. ГІС-підтримки рішень управління екологічною безпекою Херсонської області. ДНВЦ "Природа". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://www.pryroda.gov.ua/ua/engine/print.php?newsid=672&news\\_page=1](http://www.pryroda.gov.ua/ua/engine/print.php?newsid=672&news_page=1).

12. Довгий С.О. Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.ecomm.kiev.ua/images/stories/conf/2012/16uuc/19.pdf>

13. ERDAS IMAGINE. Configuration Guide for Windows [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.tips.osmre.gov/Software/remotesensing/install/ERDAS8%20%20Installation%20and%20Configuration%20Guide.pdf>

14. ERDAS IMAGINE 8.6. TourGuides [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://web.pdx.edu/~emch/ip1/TourGuide86.pdf>

15. Алексеев В.В. Геоинформационная система мониторинга водных объектов и нормирования экологической нагрузки [Электронный ресурс] / В.В. Алексеев, Н.И. Куракина, Н.В. Орлова // ArcReview. 2006, № 1 (36). –

Режим доступа URL: [http://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=1650&SECTION\\_ID=45](http://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=1650&SECTION_ID=45).

16. Дарахвелидзе В. Р. Web-ГИС-сервер водных ресурсов Красноярского края. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://e-negotiant.ru/organization-torgovli/50-organization-torgovli/109-sozdanie-web-gis-servera-vodnyih-resursov-krasnoyarskogo-kraja.html>

17. Моисеенко Т.И. Оценка биопродуктивности водоёмов с помощью ГИС [Электронный ресурс]. // Электронный научный журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ» – Режим доступа URL: <http://zhurnal.apc.relarn.ru/articles/2006/114.pdf>.

18. Единая система экологического мониторинга города Москвы. Прогнозирование экологической обстановки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: [http://eco.mos.ru/activities/ecomonitoring/abstract\\_Mazlova\\_rus%20doc.pdf](http://eco.mos.ru/activities/ecomonitoring/abstract_Mazlova_rus%20doc.pdf).

19. Коннолли Томас. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика [Текст] / Томас Коннолли, Каролин Берг // Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management Third Edition. – 3-е изд. – М.: «Вильямс», 2003. – 1436 с.

20. Porvan A.P. Conceptual Designing Database in educational establishments. [Текст] / A.P. Porvan // Nauka I Studia. – 2014, NR 6 (74). - P. 84-89.

21. Кузнецов С. Д. Основы баз данных [Текст] / М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 484 с.

22. Порван А.П. Разработка базы данных для информационной системы оценки клинико-лабораторных показателей человека [Текст] / А.П. Порван, Е.В. Высоцкая, Н.А. Улескина, Ю.С. Шпакович и [д.р.] // Системи обробки інформації. - 2013, Вип. 4 (111). – С. 139-143.

23.Высоцкая Е.В. Разработка базы данных информационной поддержки принятия решений врача общей практики [Текст] / Е.В. Высоцкая, И.Ю. Панферова, Н.А. Щукин, А.С. Доброродная // Системы обработки інформації. – 2013, Вип. 6(113). – С. 268-271.

24.Высоцкая Е. В. Разработка базы данных информационной системы диагностики степени когнитивных расстройств у больных дисциркуляторной энцефалопатией [Текст] / Е.В. Высоцкая, И.Ю. Панферова, Л.М. Рисованая // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2014, №3/2(69). - С. 9-14.

25.Логическая модель разработки базы данных для информационной системы оценки клинико-лабораторных показателей человека // XXVI Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов "Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы" (БИОМЕДСИСТЕМЫ - 2013), Рязань, 11-13 декабря 2013 г. ([http://www.rsreu.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1391&Itemid=1162&lang=ru](http://www.rsreu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=1391&Itemid=1162&lang=ru)).

26.Разработка базы данных информационной системы оценки клинико-лабораторных показателей человека // Матер.VI Міжнар. Наук-прак. Конф. Молодих учених і студентів “Інформаційні процеси і технології “Інформатика -2013” , 22-26 квітня 2013 р.м. Севастополь, С.159-160.

27.База данных информационной системы анализа эпидемиологических исследований психических расстройств непсихотического характера // Сборник научных трудов 5-го Международного радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ 2014. – Харьков: АНПРЭ, ХНУРЕ, 2014, Том–III. - С. 155-157.



28. Концептуальное моделирование данных информационной системы определения степени когнитивных расстройств у больных дисциркуляторной энцефалопатией. // Сборник научных трудов 5-го Международного радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ 2014. – Харьков: АНПРЭ, ХНУРЕ, 2014, Том III. – С. 158-160.

29. Когаловский М.Р. Энциклопедия технологий баз данных. [Текст] – М.: Финансы и статистика, 2002. – 800 с.

30. Т. Л. Плоткин Т. Л. Алгебраическая логика в описании состояния базы данных / Т. Л. Плоткин, Б. И. Плоткин, С. Краус // Фундамент. и прикл. матем. - 1996, Т. 2, Вып. 3. – С. 875–910.

31. Высоцкая Е. В. Разработка базы данных для информационной системы определения очагов токсичности водных экосистем [Текст] / Е. В. Высоцкая, Ю. Г. Беспалов, К. В. Носов, А.П. Порван и [д.р.] // Технологический аудит и резервы производства (ISSN 2226-3780). – 2013, № 6/3(14). – С.42-44.

32. База данных информационной системы определения очагов токсичности водоемов // Международная научная конференция MicroCAD, Харьков, 29 – 31 мая, 2013 г. – Харьков: Издавничий центр НТУ «ХПИ», 2013. - 116 с.

33. Определение нарушения гомеостаза водных экосистем // Современные проблемы математики и её прикладные аспекты – 2013: сб. тез. науч.-практ. конф. (Пермь, 29 – 31 октября 2013 г.) / гл. ред. В.И. Яковлев; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. –Пермь, 2013. — С.70.

34. База данных информационной системы определения очагов токсичности водоемов // Тези доповідей ХХІ міжд. Наук.-практич. Конф. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я, Харків, 2013, ч.ІІІ, С.116.

35. Porvan A.P. Using Discrete Modeling of the Dynamic Systems in the Environmental Information Systems [Текст] / A.P. Porvan, Yu.G. Bespalov, K.V. Nosov, E.V. Visotska // Nauka I Studia. – 2013, NR 29(97). - P.55- 58.

36. Visotska E.V. Discrete models of dynamical systems of relationships between spectral characteristics of grass for remote sensing of effects disclosing locust crowds [Текст] / E.V. Visotska, G.N. Zholtkevych, Yu. G. Bespalov, K.V. Nosov [etc.] // Prospects of world science. Sheffield. Science and education LTD - 2014, Volume 9. Mathematics. Physics. Modern information technologies. Technical sciences. - P. 11-13.

37. Математичне забезпечення інформаційної системи виявлення осередків токсичності водних екосистем // Матеріали 18 міжнародного молодіжного форуму «Радиоелектроника и молодежь в XXI веке», Харків, 2014, 14-16 апреля, Т.1. - С.156-157.

38. Спосіб діагностики екологічного стану водної екосистеми. Патент України на корисну модель № 88189. – МПК (2014.01) G 01N 33/00. / Порван А.П., Беспалов Ю.Г., Жолткевич Г.М., Носов К.В., Утевський А.Ю., Кобрін В.М. - Бюл. № 5. – вид. 11.03.2014.

39. A new class of mathematical models in cancer research – opportunities and prospects // Materiály IX mezinárodní vědecko - praktická conference «Vědecký průmysl evropského kontinentu– 2013». - Díl 31. Matematika.Fyzika.: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o – P. 38-40.

40. Печерская А.И. Дискретное моделирование динамических систем симптоматики возникновения хронической системной недостаточности у подростков [Электронный ресурс] / А.И. Печерская, Е. В.Высоцкая, Ю. Г. Беспалов, Г.Н. Жолткевич и [д.р.] // Концепт (ISSN 2304-120X). – 2013, № 11. - Режим доступа.URL: <http://e-koncept.ru/2013/13233.htm>.

41. Спосіб прогнозування перебігу atopічного дерматиту у дітей. Патент України на корисну модель №83397. – МПК (2013.01) A61B 10/00,

G01N 33/49 (2006.01) // Висоцька О.В., Порван А.П., Бондаренко Т.П., Беспалов Ю.Г., Носов К.В., Клименко В.А., Трубіцин О.О. - Бюл.№ 17. - вид. 10.09.2013.

42. Беспалов Ю. Г. Прогнозирование течения атопического дерматита у детей с использованием дискретного моделирования динамических систем [Текст] / Ю. Г. Беспалов, Е.В. Высоцкая, К. В. Носов, А.П. Порван и [д.р.] // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2014, №3/4(69). - С. 21-25.

43. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных [Текст]/ Introduction to Database Systems. – 8-е изд. – М.: Вильямс, 2005. – 1328 с.

44. Гарсиа-Молина Г. Системы баз данных. Полный курс [Текст] / Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж.// Database Systems: The Complete Book. – Вильямс, 2003. – 1088 с.

45. Методи та засоби діагностики і прогнозування первинної відкритокутової глаукоми [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.11.17 / Г. М. Страшненко ; Харк. нац. ун-т радіоелектроніки. - Х. :, 2013. - 214 с.

46. Метод та інформаційна технологія диференційної діагностики поширених дерматозів [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.11.17 / Печерська Анна Іванівна ; Харк. нац. ун-т радіоелектрон. - Х., 2013. - 200 с.

47. Висоцька О.В. Медичні інформаційні системи: Навч. посібник для студентів денної та заочної форм навчання / О.В. Висоцька. - Харків: ХНУРЕ, 2014. – 476 с. (з грифом МОН).

48. Структурное проектирование: ERWin. Отображение модели данных в ERWin. – <http://alice.stup.ac.ru/case/caseinfo/erwin/part1.php#1>.

49. Хомоненко А.Д. и др. Базы данных: Учебник для высших учебных заведений. 4 – е изд., СПб.: «Корона – Принт», 2004. – 486 с.

50. Петухова А.Л. Информационная технология определения концентрации тяжелых металлов в растительных продуктах питания [Электронный ресурс] / А.Л. Петухова, Е.В. Высоцкая // Электронный научный журнал "Биомедицинская инженерия и электроника". – 2013, №1. – Режим доступа. URL: [www.es.rae.ru/biofbe](http://www.es.rae.ru/biofbe)

51. Использование латентных компонент дискретных моделей динамических систем в системах информационной поддержки принятия природоохранных решений // XXVI Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов "Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы" (БИОМЕДСИСТЕМЫ - 2013), Рязань, 11-13 декабря 2013 г. ([http://www.rsreu.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1391&Itemid=1162&lang=ru](http://www.rsreu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=1391&Itemid=1162&lang=ru)).

52. Исследование влияния степени загрязнения атмосферного воздуха на отношения микроэлементов в грунтовых овощах // XXVI Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов "Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы" (БИОМЕДСИСТЕМЫ - 2013), Рязань, 11-13 декабря 2013 г. ([http://www.rsreu.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1391&Itemid=1162&lang=ru](http://www.rsreu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=1391&Itemid=1162&lang=ru)).

53. Bilash O.M. Electrochemiluminescence at Nitrogen Doped Diamond-Like Carbon Film Electrodes / O.M. Bilash, A.V. Kukoba, D.V. Snizhko [etc.] // Russian Journal of Electrochemistry. – 2014, Vol. 50, Issue 3. - pp 260-266.

54. Нанофотонна сенсорна система для визначення органічних канцерогенів у водних об'єктах навколишнього середовища. Патент України на корисну модель № 87433. - МПК G 01 N 27/44 / Сушко О. А., Рожицький М. М., Білаш О. М. - Бюл. № 3. – вид. 10.02.14.

55. Хэмминг Р. У. Цифровые фильтры [Текст] / Р. У. Хэмминг — М.: Советское радио, 1980. — 224 с.

56. Zholtkevych, G. N. Mahalakshmi Abhishek Discrete Modeling of Dynamics of Zooplankton Community at the Different Stages of an Antropogeneous Eutrophication [Text] / G. N. Zholtkevych, Yu. G. Bepalov, K. V. Nosov // Acta Biotheoretica. — 2013. — № 8. — P. 48-53.

57. Печерская А.И. Дискретные модели динамических систем, определяющих стабильность гидробиоценозов [Текст] / А.И. Печерская, А.Я. Григорьев, Г.Н. Жолткевич, Носов К.В. и [д.р.] // Ветеринарна медицина. - 2014, Выпуск 99. - С. 164 – 167.

58. Dynamical model of zooplankton interspecific relationships of eutrophicated lake based on dichotomous attributes. // Сборник научных трудов 5-го Международного радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ 2014. — Харьков: АНПРЭ, ХНУРЕ, 2014, Том—III. - С. 133-134.

59. Оценка состояния гидробиоциноза с использованием дискретных моделей динамических систем // Тезисы докладов международной школы-конференции «Тараповские чтения -2013» «Современные проблемы математики, механики и информатики», г. Харьков, 29 сентября – 4 октября 2013 г. - X. :Цифрова друкарня № 1, 2013. - С.87-88.

60. Определение нарушения гомеостаза водных экосистем // Современные проблемы математики и её прикладные аспекты – 2013: сб. тез. науч.-практ. конф. (Пермь, 29 – 31 октября 2013 г.) / гл. ред. В.И. Яковлев; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. –Пермь, 2013. — С.70.

61. Высоцкая Е.В. Многомерный статистический анализу прикладных медицинских исследованиях. Монография. [Текст] / Высоцкая Е.В. — Харьков, 2013. — 136 с.

62.Высоцкая Е.В. Принятие медицинских решений в условиях неопределенности. [Текст] / Е.В. Высоцкая, А.И. Довнар, А.И. Печерская. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014, №3/4(69). – С. 16-20.

63.Автоматизированная система определения очагов токсичности водоемов // Інформаційні процеси і технології "Інформатика – 2013": матеріали VI Міжнародної наук. – практ. конф. молодих учених і студентів, Севастополь, 22-26 квіт. 2013 р./ М-во освіти і науки України, Севастоп. нац. техн. ун-т; наук. ред. С.В. Даценко – Севастополь: Вебер, 2013. – С. 224-225.

64.Інформаційна технологія виявлення осередків токсичності водних екосистем // Матер. XXII Міжн. Наук.-Практ. Конф. “Інформаційні Технології: Наука, Техніка, Технеологія, Освіта, Здоров'я”, Харьков, 2014, Ч. III. - С. 120.

65.Інформаційна технологія оцінки гомеостазу водних екосистем // Сборник научных трудов 5-го Международного радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ 2014. – Харьков: АНПРЭ, ХНУРЕ, 2014, Том III. – С. 16-17.

66.База данных информационной системы анализа эпидемиологических исследований психических расстройств непсихотического характера // Сборник научных трудов 5-го Международного радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ 2014. – Харьков: АНПРЭ, ХНУРЕ, 2014, Том III. – С. 155-157.

67.Пащенко М.А. Разработка базы данных для информационной системы определения очагов токсичности водных экосистем. [Текст] / М.А. Пащенко, Е.В. Высоцкая, Ю.Г. Беспалов, А.П. Порван [и др.]. –

Технологический аудит и резервы производства. Серия «Системы и процессы управления». - № 6/3 (14). – 2013. – С. 41-44.

68.Высоцкая Е. В. Информационная система определения влияния загрязнения атмосферного воздуха на отношения микроэлементов в овощах [Текст] / Е.В. Высоцкая, А. Н. Некос, Ю. Г. Беспалов, К. В. Носов и [д.р.] // Технологический аудит и резервы производства (ISSN 2226-3780). – 2013, № 6/3(14). – С. 44-46.

69. Информационная система определения концентрации тяжелых металлов в растительных продуктах питания. // Материалы XVII Международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодёжь в XXI веке». Сб. материалов форума. Т 1. – Харьков: ХНУРЭ. – 2013. С.210-211.

70.Порван А.П. К вопросу о влиянии антропогенных факторов на содержание микроэлементов в овощных культурах [Текст] / А.П. Порван, Е.В. Высоцкая, А. Н. Некос. // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». – 2013, Вып.2. - С. 36 -51.

71. Використання напівпровідникових наноматеріалів як детекторних елементів хімічних органічних канцерогенів // Сборник научных трудов 5-го Международного радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ 2014. – Харьков: АНПРЭ, ХНУРЕ, 2014, Том–III. - С. 224-226.