

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Інформаційні технології керування станом довкілля промислового
об'єкта

Виконав: студент VI курсу, групи САМ-61
спеціальності 124 Системний аналіз

(шифр і назва спеціальності)

Марценюк П.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Кряжич О.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Мацюк О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Боднарчук І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Луцик Н.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Боднарчук І.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

за спеціальністю

124 Системний аналіз

Студенту

Марценюку Павлу Віталійовичу

1. Тема роботи

Інформаційні технології керування станом довкілля промислового

об'єкта

Керівник роботи

Кряжич Ольга Олександрівна, к.т.н., доцент кафедри КН

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» листопада 2022 року № 4/7-947

2. Термін подання студентом завершеної роботи

21 грудня 2022р.

3. Вихідні дані до роботи

Наукові публікації про особливості розробки інформаційних технологій керування станом довкілля промислового об'єкта; статистичні дані, показники вимірів для розрахунку коефіцієнтів та розробки математичних моделей.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1 Аналіз існуючих технологій керування станом довкілля сучасного промислового підприємства. 2 Розробка імітаційної моделі та проектування інформаційної технології керування станом довкілля підприємства. 3 Алгоритмізація методики оцінки впливу техногенного забруднення та опис особливостей інформаційної технології. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1 Титульна сторінка. 2 Тема, Мета, Об'єкт, Предмет дослідження. 3 Завдання дослідження.

4 Актуальність дослідження. 5 Основні дослідники, що вивчали зазначену тему з коротким

аналізом джерел. 6 Модель забезпечення екологічного стану довкілля задля якості життя і

здоров'я людини. 7 Схема комплексного використання методів оцінки впливу техногенного

забруднення на екосистеми. 8 Результати розділу 1. 9. Імітаційна модель розвитку природного

середовища. 10 Формалізований опис задачі проблемної ситуації. 11 Вид робочого вікна модуля

дослідження ділянки ґрунту і результати обробки. 12 Блок-схема модуля з короткими

висновками по розділу 2. 13 Основні джерела забруднення ґрунтів. 14 Порядок детального

дешифрування джерел-забруднювачів. 15 Оцінка впливу техногенного забруднення та короткі

висновки за розділом 3. 16 Висновки. 17 Завершальний слайд.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання 22 листопада 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	27.09.2022-29.09.2022	Виконано
2.	Підбір наукових джерел про особливості розробки інформаційних технологій керування станом доквілля промислового об'єкта	30.09.2022-03.10.2022	Виконано
3.	Переклад та опрацювання наукових джерел про алгоритмізацію, моделювання та розробку інформаційних технологій у сфері екологічного захисту на промислових об'єктах. Алгоритмізація. Програмування.	04.10.2022-10.10.2022	Виконано
4.	Виконання дослідження щодо методики оцінки впливу техногенного забруднення. Складання алгоритмів. Програмування. Обробка експериментальної інформації.	11.10.2022-17.10.2022	Виконано
5.	Оформлення розділу «Аналіз існуючих технологій керування станом доквілля сучасного промислового об'єкта»	18.10.2022-24.10.2022	Виконано
6.	Оформлення розділу «Розробка імітаційної моделі та проектування інформаційної технології керування станом доквілля підприємства»	25.10.2022-31.10.2022	Виконано
7.	Оформлення розділу «Алгоритмізація методики оцінки впливу техногенного забруднення та опис особливостей інформаційної системи»	01.11.2022-07.11.2022	Виконано
8.	Виконання завдання до підрозділу «Охорона праці»	08.11.2022-11.11.2022	Виконано
9.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	12.11.2022-14.11.2022	Виконано
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	15.11.2022-24.11.2022	Виконано
11.	Нормоконтроль	25.11.2022-28.11.2022	Виконано
12.	Перевірка на плагіат	13.12.2022	Виконано
13.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	07.12.2022	Виконано
14.	Захист кваліфікаційної роботи	21.12.2022	

Студент

(підпис)

Марценюк П.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кряжич О.О.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Інформаційні технології керування станом довкілля промислового об'єкта // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Магістр» // Марценюк Павло Віталійович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група САМ-51 // Тернопіль, 2022 // С. 82, рис. – 17, табл. – 7, кресл. – 17, додат. – 3, бібліогр. – 58.

Ключові слова: інформаційна технологія, модель, метод, алгоритм, екологічна безпека, фактор, коефіцієнт, програмне забезпечення.

Кваліфікаційна робота присв'ячена розробці інформаційної технології керування станом довкілля промислового об'єкта. В першому розділі кваліфікаційної роботи проведено аналіз існуючих технологій управління станом довкілля сучасного промислового підприємства. Висвітлено незгодженості, неточності даних інформаційних технологіях, які покликані забезпечувати задачі керування станом довкілля. Розглянуто індикатори, на яких може базуватися модель інформаційної технології, що розробляється. Проаналізовано існуючі інформаційні технології за темою дослідження та виявлено, що вони використовують значну кількість різноманітних даних, орієнтовані на дослідження у великих масштабах, що ускладнює їх застосування на рівні одного підприємств.

В другому розділі кваліфікаційної роботи представлено розробку імітаційної моделі та проектування інформаційної технології керування станом довкілля підприємства. Подано формалізований опис проблемної ситуації, за яким пропонується створювати інформаційну технологію. Розроблено розроблено алгоритм дешифрування ділянок ґрунту та створено

модуль для програмного забезпечення ArcGIS, який дозволяє проводити автоматизоване дешифрування даних ДЗЗ.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи приведено алгоритмізацію методики оцінки впливу техногенного забруднення та опис особливостей інформаційної технології. Проаналізовано підхід індексування характеристик для оцінки впливу техногенного забруднення. Проведено експериментальне моделювання.

Об'єкт дослідження: процеси збирання та опрацювання інформації про стан довкілля на промисловому об'єкті. Предмет дослідження: методи збирання та аналітичного опрацювання інформації, що характеризує стан екологічної безпеки на промисловому об'єкті.

ANNOTATION

Information Technologies for the Environment Control of an Industrial Facility // Qualification work of the educational level "Master" // Martseniuk Pavlo // Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyuy, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science, SAm-51 group // Ternopil, 2021 // P. 82, fig. - 17, tables - 7, chair. - 17, annexes - 3, references. - 58.

Key words: information technology, model, method, algorithm, environmental safety, factor, coefficient, software safety.

This thesis is devoted to the development of an information technology for managing the state of the environment of an industrial facility. In the first section of the qualification work, an analysis of existing technologies for managing the state of the environment of a modern industrial enterprise was carried out. The inconsistencies and inaccuracies of data in information technologies, which are designed to ensure the tasks of managing the state of the environment, are highlighted. The indicators on which the information technology model being developed can be based are considered. The existing information technologies on the topic of research were analyzed and it was found that they use a significant amount of various data, focused on research on a large scale, which makes it difficult to apply them at the level of one enterprise.

The second section of the qualification work presents the development of a simulation model and the design of information technology for managing the state of the enterprise's environment. A formalized description of the problem situation is presented, according to which it is proposed to create information technology. An algorithm for deciphering soil plots has been developed and a module for

ArcGIS software has been created, which allows for the automated deciphering of data from the remote sensing.

In the third section of the qualification work, the algorithmization of the method of assessing the impact of man-made pollution and the description of the features of information technology are presented. The approach of indexing characteristics to assess the impact of technogenic pollution is analyzed. Experimental modeling was carried out.

Object of research: processes of collecting and processing information about the state of the environment at an industrial facility. Subject of research: methods of collecting and analytical processing of information characterizing the state of environmental safety at an industrial facility.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

«TAPM» (The Air Pollution Model) – Модель забруднення атмосферного повітря.

EDP (Environmentally Adjusted Net Domestic Product) – Індекс екологічно адаптованої внутрішньої продукції.

EPI (Environmental Performance Index) – Індекс екологічної ефективності.

SILAM (System for Integrated modelLling of Atmospheric coMposition) – Система для інтегрованого моделювання атмосферних осадів.

ГДК – Гранично допустима концентрація.

ГІС – Геоінформаційна система.

ДЗЗ – Дистанційне зондування Землі

ДЗЗ – Дистанційне зондування Землі.

ЄС – Європейський Союз.

ІТ – Інформаційна технологія.

МНС – Міністерство надзвичайних ситуацій.

МОЗ – Міністерство охорони здоров'я.

ЗМІСТ

ВСТУП	12
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ КЕРУВАННЯ СТАНОМ ДОВКІЛЛЯ СУЧАСНОГО ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА	15
1.1 Екологічний моніторинг довкілля як основа безпечного функціонування промислового міста	15
1.1.1 Керування станом якості повітря	18
1.1.2 Керування станом води	19
1.1.3 Управління екологічним станом ґрунтів	19
1.1.4 Управління показниками біологічного різноманіття	20
1.1.5 Контроль радіаційного забруднення	21
1.2 Концепції та складові розробки інформаційних технологій управління забрудненням довкілля навколо промислових об'єктів	21
1.3 Огляд моделей та інформаційних технологій керування станом довкілля	25
1.4 Теоретичні передумови використання космічного моніторингу стану екосистем навколо промислових об'єктів	28
1.5 Висновок до першого розділу	36
2. РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КЕРУВАННЯ СТАНОМ ДОВКІЛЛЯ ПІДПРИЄМСТВА	38
2.1 Загальна імітаційна модель розвитку природного середовища	38
2.2 Формалізований опис задачі проблемної ситуації	43
2.3 Автоматизація процесу керування станом довкілля на прикладі модуля управління екологічним станом ґрунту	48

2.4	Висновок до другого розділу	53
3.	АЛГОРИТМІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТА ОПИС ОСОБЛИВОСТЕЙ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	54
3.1	Класифікація джерел техногенного забруднення та їх основні дешифрувальні ознаки на аерокосмічних знімках	54
3.2	Моделювання процесів техногенного забруднення екосистем	59
3.3.	Алгоритмізація процесів дослідження забруднення екосистеми підприємства	60
3.4	Висновок до третього розділу	67
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	68
4.1	Небезпечні й шкідливі фактори при виконанні робіт за комп'ютером	68
4.2	Забезпечення безпеки життєдіяльності при роботі з ПК	70
	ВИСНОВКИ	74
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ	76
	ДОДАТКИ	83

ВСТУП

Актуальність теми. Рівень розвиненості будь-якої держави (збалансованість економічних і соціальних складових) є одним із показників якості життя в цілому, так і здоров'я кожного громадянина окремо та залежать від стану довкілля (середовища існування людини), якості продуктів харчування і питної води. Основним компонентом в цій системі є екологічний стан земельних ресурсів.

На сьогоднішній день, у зв'язку з погіршенням екології як у світі, так і в Україні спостерігається підвищення рівня захворюваності населення. Основний чинник цього – підвищення екологічного навантаження на ґрунти на територіях, де розташовані промислові об'єкти. Відбувається забруднення харчових ланцюгів: «ґрунт – рослина – людина», «ґрунт – рослина – тварина – людина». І це забруднення досягло рівня, за яким можливі, як стверджують експерти, катастрофічні наслідки для людства.

В Україні спостерігається негативна тенденція погіршення екологічного стану екосистем, особливо за рахунок техногенного забруднення земель, що все більше обумовлює складність виробництва на них екологічно чистої продукції. Кваліфікаційна робота рівня «Магістр» присвячена вирішенню питання щодо розробки та вдосконалення інформаційних технологій керування станом довкілля промислового об'єкта.

Питання оцінки впливу техногенного забруднення на екосистеми різними методами у своїх працях розглядали Андронніков В.Л., Красовський Г.Я., Панас Р.М., Сахацький О.І, Тараріко О.Г., Федоров М.М. та інші.

Проте, не зважаючи на змістовні багаторічні дослідження, ряд аспектів оцінки впливу техногенного забруднення на екосистеми промислових підприємств залишаються висвітленими не повною мірою, наявні підходи до

вивчення зазначеної проблеми не задовольняють потреби користувачів інформації, існує потреба у більш досконалих моделях і алгоритмах обробки інформації та створення інформаційних технологій, які не перевантажені надмірною кількістю даних і розрахунків.

Мета і задачі дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» є розробка моделей та алгоритмів для створення інформаційних технологій керування станом довкілля промислового об'єкта.

Для досягнення поставленої мети було потрібно виконати наступні завдання:

- Проаналізувати стан досліджень в даній предметній області.
- Розробити імітаційну модель та спроектувати інформаційну технологію керування станом довкілля підприємства.
- Провести алгоритмізацію методики оцінки впливу техногенного забруднення та скласти опис особливостей інформаційної технології, що розробляється.
- Навести блок-схему та клістинг коду реалізації одного з програмних модулів інформаційної технології.

Об'єкт дослідження. Процеси збирання та опрацювання інформації про стан довкілля на промисловому об'єкті.

Предмет дослідження. Методи збирання та аналітичного опрацювання інформації, що характеризує стан екологічної безпеки на промисловому об'єкті.

Наукова новизна одержаних результатів кваліфікаційної роботи полягає у тому, що удосконалено метод проведення обстеження ґрунтів на основі комплексного використання даних дистанційного зондування Землі, контактних вимірювань та застосуванням інструментів сучасних геоінформаційних систем.

Практичне значення одержаних результатів. Виконано алгоритмізацію інформаційної технології, створено модуль програмного забезпечення інформаційної технології керування станом довкілля промислового об'єкта.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні результати проведених досліджень обговорювались на X науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (8-9 грудня 2022 року) як тези конференцій.

1. Шаблій Н., Марценюк П. Системи моніторингу стану довкілля. Матеріали X науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (8-9 грудня 2022 року). Тернопіль: ТНТУ. 2022. С. 31.

Публікації. Основні результати кваліфікаційної роботи опубліковано у двох працях конференції (Див. додатки А).

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури з 58 найменувань та 2 додатків. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає 93 сторінки, з них 60 сторінки основного тексту, який містить 17 рисунків та 7 таблиць.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ КЕРУВАННЯ СТАНОМ ДОВКІЛЛЯ СУЧАСНОГО ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Екологічний моніторинг довкілля як основа безпечного функціонування промислового міста

Екологічна безпека є основою безпечної життєдіяльності людини у сучасному промисловому середовищі. Статтею 20 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» не лише регламентується створення державної системи екологічного моніторингу, а й гарантується проведення спостережень з метою керування станом довкілля для забезпечення захисту від забруднення навколишнього середовища [1]. Зазначеним Законом підприємства, робота яких може призвести до забруднення природного середовища, повинні проводити роботи для забезпечення відповідного стану довкілля з метою недопущення погіршення показників, що характеризують екологічну безпеку.

Актуальність теми полягає у тому, що сталий розвиток держави, тобто, збалансованість економічних і соціальних складових, визначає якість життя і здоров'я людини, які залежать від стану довкілля [2]. Під довкіллям розглядається середовище функціонування людини [3]. Якість життя і здоров'я людини виступають у цій системі основним критерієм забезпечення нормального життя громадянина, що гарантується Конституцією України [4].

Візуалізувати наведене можна наступною схемою (рис. 1.1). У представленій нижче системі екологічний стан є критерієм якості успішного керування станом довкілля промислового об'єкта.

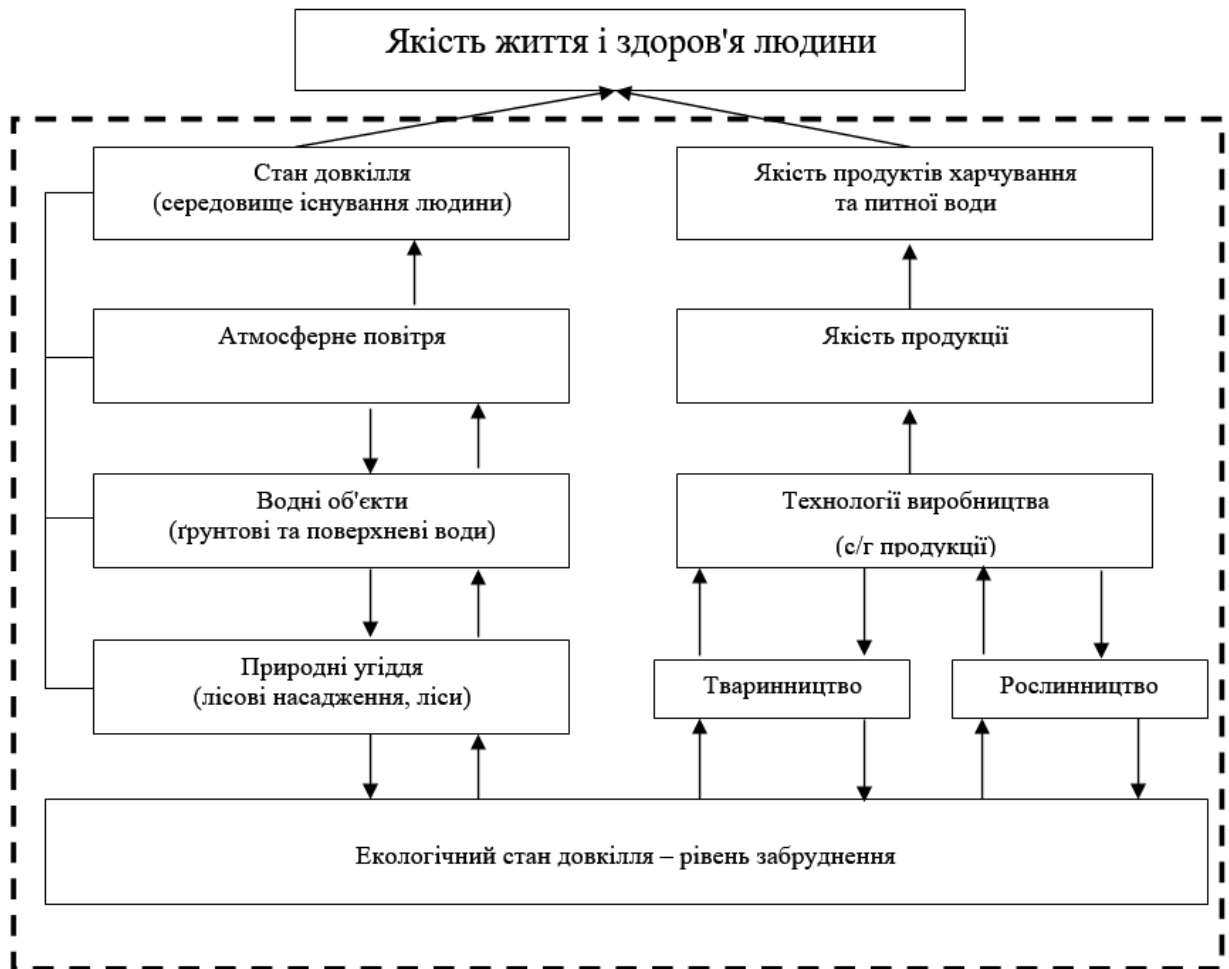


Рисунок 1.1 – Модель забезпечення екологічного стану довкілля задля якості життя і здоров'я людини

Слід зазначити, що протягом останніх двох десятиліть в Україні щорічно в атмосферне повітря викидається близько 12 млн. т різних шкідливих речовин, в поверхневі стоки потрапляє 15-19 млрд. м³ стічних вод, в ґрунтах акумулюється близько 150-190 тис. т отрутохімкатів та близько 17 млн. т залишків мінеральних добрив [5 – 6] – відбувається деградація ґрунтів та забруднення джерел прісної води і повітря. Крім того, результатом деградації ґрунтів є зменшення родючого шару та погіршення екологічного стану ґрунтів, що призводить до погіршення якості продуктів харчування та здоров'я населення.

Тобто, проблема забезпечення належного керування станом довкілля промислових об'єктів є багатошаровою і взаємопов'язаною.

Сучасну екологічну ситуацію в Україні можливо охарактеризувати як кризову. Вона формувалася протягом тривалого періоду часу завдяки нехтуванням об'єктивними законами розвитку і відтворення природно-ресурсного комплексу.

Основні причини сучасного екологічного стану:

- надання переваги розвитку сировинно-видобувних, найбільш екологічно-небезпечних галузей промисловості;
- використання ресурсомістких та енергоємних технологій без будівництва відповідних очисних споруд;
- відсутність ефективно діючих правових, адміністративних та економічних механізмів природокористування та без урахування вимог охорони довкілля;
- низький рівень екологічної свідомості суспільства.

Всі ці причини, а також військові дії, що тривають в Україні з 2014 року, привели до надмірного забруднення поверхневих і підземних вод, повітря і земель, нагромадження у дуже великих кількостях шкідливих, у тому числі високотоксичних, відходів виробництва. Тому комплексна система спостережень, оцінки і прогнозів стану навколишнього середовища під впливом антропогенних факторів залишається актуальною в Україні і надалі [7]. І це є відправною точкою для старту системного управління станом довкілля промислових об'єктів.

Для створення системи керування станом довкілля слід дослідити ряд факторів, що виступають керуючими впливами на систему «населення – промисловість – екологія». Ця система базується на трьох законодавчих документах – Законі України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [8], в Постанові Верховної Ради України від 24.12.1999 № 1359 «Про Концепцію сталого розвитку населених пунктів» [9] та в Указі Президента України «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» від 30.09.2019 р.

№722/2019 [10]. У зазначених документах окреслені екологічні проблеми України, виділені напрямки та цілі подальшого розвитку управління техногенною безпекою. Зокрема, враховуючи, що техногенне навантаження в Україні в декілька раз перевищує показники багатьох розвинутих країн світу та наводиться характеристика ситуації по основних екологічних сферах: атмосферне повітря; охорона вод; охорона земель і ґрунтів; охорона лісів; надра; надзвичайні ситуації; відходи та небезпечні хімічні речовини; біобезпека; біологічне та ландшафтне різноманіття; забезпечення екологічно збалансованого природокористування [8].

Одним з перших принципів політики є посилення ролі екологічного управління в системі державного управління України з метою досягнення рівності трьох складових розвитку (економічної, екологічної, соціальної), яка зумовлює орієнтування на пріоритети сталого розвитку як окремого промислового міста, так і окремого регіону або країни в цілому. Спираючись за зазначене, слід підкреслити, що керуванням станом довкілля на рівні держави та/або регіону займаються Мінприроди, міністерство надзвичайних ситуацій (МНС), Міністерство охорони здоров'я (МОЗ), Мінагрополітики, Мінжитлокомунгосп, Держводгосп, Держкомлісгосп, Держкомзем, а на локальному рівні – кожне промислове підприємство за рядом напрямків за за видами забруднення згідно сфери своєї виробничої діяльності.

1.1.1 Керування станом якості повітря

Моніторингом та керування станом якості повітря на державному та регіональному рівні здійснюється Державною гідрометеорологічною службою (МНС). Контроль забруднення повітря проводиться у всіх великих містах України та станціях транскордонного переносу. Також цими питаннями у межах делегованих завдань займаються Мінприроди та Санітарно-епідеміологічна служба МОЗ.

Кожне підприємство, яке є потенційно небезпечним та/або небезпечним промисловим об'єктом веде спостереження та управління станом атмосферного повітря [11] та обов'язковим моніторингом 7 забруднюючих речовин у повітрі [12]. Деякі підприємства здійснюють спостереження за додатковими забруднюючими речовинами згідно їх технологічного процесу.

1.1.2 Керування станом води

На 45 видах об'єктів проводиться гідробіологічне управління, що здійснюється Державною гідрометеорологічною службою МНС. Досліджуваних параметрів – 46. Це дає можливість оцінити склад води та створити моделі управління екологічним станом прісних вод.

Державна екологічна інспекція Мінприроди слідкує за станом води по 60 параметрам [13].

Санітарно-епідеміологічна служба МОЗ здійснює хімічний аналіз підземних вод, що використовуються для пиття, а також веде загальне керування джерел постачання питної води.

Державні інспекції охорони Чорного та Азовського морів Мінприроди слідкують за станом морів та узбережжя, проводячи вимірювання за 26 гідрохімічними параметрами [13].

На підприємствах, які можуть стати забруднювачами води, досліджуються не лише хімічний склад, а й рівень зважених часток, важких металів, пестицидів, радіонуклідів.

1.1.3 Управління екологічним станом ґрунтів

Екологічний моніторинг земель проводиться на рівні держави та

областей Державною гідрометеорологічною службою МНС.

Складовою частиною екологічного моніторингу є моніторинг агроєкосистем [14]. Основна задача – моніторинг ґрунтів [15], бо ґрунти є основою передачі небезпечних речовин, що потрапили у землю, через рослини дотварин і людей.

Основні методи екологічного моніторингу угідь:

- контактні методи;
- методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ): аерофотозйомка, космічна зйомка).

Рівень забруднення ґрунтів за допомогою контактних методів визначається з використанням методики еколого-хімічної зйомки, яка була розроблена в СРСР у 80-х роках ХХ ст. [16]. Основними етапами зйомки є: відбір проб, аналітична обробка, інтерпретація результатів та складання картограм.

1.1.4 Управління показниками біологічного різноманіття

Управління показниками біологічного різноманіття в Україні виконуються несистемно через брак належного фінансування. Моніторингу піддаються тільки дерева, риба і дичина, що мають промисловий інтерес. Через обмежене бюджетне фінансування управління здійснюється тільки за видами, які представляють промисловий сенс [17].

Займаються цією задачею на рівні держави Підприємства Держкомлісгоспу [18].

1.1.5 Контроль радіаційного забруднення

Контролем та спостереженням за станом забруднення радіоізотопами екосистем займаються в Україні Державна гідрометеорологічна служба МНС та Лабораторії Мінагрополітики (у ґрунтах та харчових продуктах).

Підприємства, які працюють з радіоактивними речовинами, здійснюють заходи з моніторингу та управління станом довкілля за концентрацією радіонуклідів, їх рівнем в атмосферних опадах, концентрацією радіоактивних частинок у повітрі [19].

Не зважаючи на широку нормативно-правову базу та сучасні підходи до забезпечення моніторингу та управління станом довкілля промислових об'єктів все ж існує проблема інформаційної взаємодії (передачі та обміну інформацією) з управління окремими об'єктами країни, регіону, чи, навіть, одного міста [20]. Часто проблема виникає через неточність даних, що призводить до різних прогнозів та відповідних управлінських рішень.

1.2 Концепції та складові розробки інформаційних технологій управління забрудненням довкілля навколо промислових об'єктів

Для розробки інформаційних технологій в сфері управління екологічною безпекою промислових об'єктів використовують одну з двох концепцій екологічного розвитку території – техногенну або біосферну [21].

При використанні техногенного підходу, вирішення екологічних проблем базується на створенні різноманітних програм, що стосуються оцінки забруднення, визначення техногенних ризиків, аналізі ресурсозберігаючих технологій. Саме управління базується на нормуванні показників якості екологічного стану довкілля за набором коефіцієнтів, а також різноманітних моделях розвитку ситуацій в залежності від виду небезпечної речовини, що потрапляє в довкілля [22].

Негативною характеристикою таких інформаційних технологій є те, що прогнозуються наслідки, а не їх запобігання [23]. І управління, відповідно, спрямоване на ліквідацію наслідків аварії, що вже відбулася.

Біосферна концепція дозволяє розглядати стійкість екосистеми, тобто, визначити припустиме навантаження на неї [21]. Інформаційні технології, що базуються на цій концепції, дозволяють на основі статистичних даних створити модель системи з візуалізацією окремих показників, їх ранжуванням та співвіднесенням за встановленими критеріями [22]. Інформаційні системи, створені за подібною концепцією також не відповідають на питання, як запобігти проблемі, але дозволяють чітко зазначити де, в якому місці, може виникнути проблема.

Якщо дослідити складові, які використовуються при розробці інформаційних технологій керування станом довкілля, то можна виявити, що більшість з них представлена окремими показниками, що можуть виступати у якості керівних факторів впливу на об'єкт управління. Наприклад, у роботі [24] у якості складових оцінки екологічної безпеки розглядаються: абсолютні та відносні обсяги викидів забруднюючих речовин, використання ресурсів природного середовища, відбудовні та природоохоронні заходи, а також штрафи за викиди. Як абсолютний показник пропонується використовувати оцінку екологічного ефекту функціонування господарюючих суб'єктів, що полягає в зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище. Основними економічними категоріями, що забезпечують екологічну безпеку, є: штрафи та плата за забруднення, витрати на природоохоронні заходи, а також – збиток від забруднення. Як відносний показник пропонується використовувати індекс економічної оцінки збитку з урахуванням обсягу використання та відновлення природних ресурсів. Показник використання природних ресурсів визначається як сума грошових оцінок використаних земельних, водних і лісових ресурсів. Підсумкова оцінка формується як відношення нанесеного збитку з урахуванням впливу відбудовних робіт.

У роботі [25] розглядається система критеріїв екологічної безпеки окремого промислового підприємства. А, наприклад, у дослідженні [26], де розглядається підхід до оцінки впливу на навколишнє середовище згідно з директивою Європейського Союзу (ЄС) № 337/85, а комплекс характеристик та показників повинен забезпечувати:

- 1) оцінювання рівня безпеки підприємства в умовах нормальної експлуатації, включаючи її екологічний, соціальний та еколого–економічний (вартісний) аспекти;
- 2) прогнозування рівня безпеки у випадку модернізації підприємства;
- 3) оцінки споживання ресурсів підприємством.

Зокрема, відзначається, що основними недоліками системи розрахунків шкоди як соціально-економічних критеріїв екологічної безпеки підприємств є недостатньо коректна та точна вартісна оцінка реальних збитків, завданих підприємством, водночас й складність визначення інформативних, необхідних для розрахунків вихідних даних.

Виходячи з цього, в якості критеріїв вартісної оцінки екологічної безпеки підприємства пропонуються сумарні річні платежі за забруднення навколишнього природного середовища, за нормативне та наднормативне (лімітоване або понадлімітне) використання ресурсів, яке визначається підприємству.

На цій основі пропонуються оцінки регіональної екологічної безпеки, які загалом є сумою критеріїв, визначених по всіх підприємствах регіону з урахуванням показників ресурсних балансів регіону. Незважаючи на прозорість такої оцінки, виникають питання щодо якості відображення (особливо вартісного) балансів природних ресурсів, безпосереднього використання сумарних показників, які не враховують синергетичного ефекту на природні баланси.

У зв'язку з цим, у роботі [27] вказується, що поки негативні зміни техногенного та антропогенного навантаження зворотні, то для управління

екосистемами у бюджеті треба передбачити витрати на їх відновлення. Коли ці витрати неадекватні, то зміни можуть набути незворотного характеру і наблизитися до точок біфуркації, тобто переходу системи в інший стабільний (чи ні) стан. Але в дійсності модель складається з трьох незалежних рівнянь, що не дають сукупної оцінки збалансованості ситуації. Для одержання оцінки системи використовується модифікована система індексів [28], яка є результатом агрегації більш простих індикаторів та відрізняється від міжнародних підходів.

В процесі керування станом довкілля промислового об'єкта використовуються також наступні показники.

Індекс екологічно адаптованої внутрішньої продукції (Environmentally Adjusted Net Domestic Product, EDP) використовується при екологічній корекції національних рахунків та вираховується за формулою:

$$EDP = (NDP - DPNA) - DGNA, \quad (1.1)$$

де:

NDP – чиста внутрішня продукція,

DPNA – вартісна оцінка виснаження природних ресурсів,

DGNA – вартісна оцінка екологічного збитку (розміщення відходів, забруднення повітря та водойм тощо) [29].

Індекс (1.1) є певною складовою системи національних рахунків [28], що використовується ООН, ЄС та іншими провідними міжнародними установами для аналізу стану розвитку по країнах світу. Також іноді він визначається як індекс «зеленого» валового внутрішнього продукту.

Індекс екологічної ефективності (Environmental Performance Index, EPI), замінив індекс екологічної стійкості, що був створений Єльським університетом та використовується Всесвітнім економічним форумом [30]. Спочатку порівняння стану розвитку країн виконувалося за 16 показниками

(в індексі екологічної стійкості було 76) із шести категорій політики, об'єднаних у дві групи: екологічне здоров'я та життєздатність екосистеми.

Таким чином, в частині систем індикаторів, які вимірюють характеристики стану природного середовища, одержані оцінки зводяться до вартісної характеристики, що є достатньо природним для подальшої економічної оцінки завданої шкоди та планування заходів з керування станом довкілля промислового об'єкта. В той же час, це створює умови для неоднозначного або й неправомірного визначення системи штрафів, екологічних платежів, втрат на відновлення природних ресурсів та ін., що ускладнює об'єктивність одержаних оцінок. Інша частина систем індикаторів орієнтується на визначення впливу на навколишнє середовище, здебільшого у відносних величинах, які важко узгоджуються одна з одною. Агреговані абстрактні індекси виглядають більш адекватними, особливо при визначенні впливу чи тиску на середовище. Всі варіанти оцінювання характеризуються й складністю одержання необхідних даних, їх структуризації та обробки для задач управління.

Таким чином, найбільш перспективними виглядають індикатори, що базуються на абстрактних, певним чином, порівняльних оцінках стану компонент природного середовища. В основі їх агрегації має бути змістовний розподіл окремих факторів по всіх компонентах природного середовища.

1.3 Огляд моделей та інформаційних технологій керування станом довкілля

Визначення видів репрезентативних параметрів, що характеризують забруднення, в першу чергу, залежить від моделей розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі і на яких базуються інформаційні технології керування станом довкілля.

Для моделювання розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі враховують параметри джерел забруднення та характеристики процесу переносу хімічних речовин в атмосфері, динаміку хімічних реакцій різних хімічних сполук між собою, характер підстилаючої поверхні та метеорологічні умови тощо. Чим точнішими є усі ці дані, тим точнішими будуть результати моделювання, більш дієвими управлінські рішення. Однак, не усі ці дані можуть бути зібрані або бути достовірними. Отже, вибір моделей для опису розсіювання забруднюючих речовин в повинен враховувати як умови задачі, так і обсяг наявних достовірних вхідних даних для її розв'язання.

Моделі розсіювання забруднюючих речовин в довкіллі розділяють на такі [31 – 35]:

- а) емпірично-статистичні (модель Гауса та ін.);
- б) статистичні;
- в) моделі математичної фізики.

Однією із найбільш поширених у світі серед цих моделей є модель розсіювання забруднюючих речовин Гауса [6]. За моделлю типи забруднюючих речовин діляться на класи, які розрізняються інтенсивністю вертикального перемішування повітря. Під час досліджень розсіювання та стійкій атмосферній стратифікації модель Гауса дозволяє достатньо точно описати процес розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. При цьому невелика кількість вхідних параметрів спрощує розрахунок, підвищує швидкість обчислення та потребує невисоку обчислювальну потужність у випадку комп'ютерного моделювання.

На практиці для розрахунку поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі використовуються різні інформаційні системи і технології.

Найбільш поширеною на практиці в Україні є так звана методика розрахунку «ОНД-86» (програма теж називається «ОНД-86»), яка встановлює

вимоги в розрахунках концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі під час проектування промислових об'єктів та очисних споруд.

Програма «ОНД-86» призначена для відомств та організацій, що здійснюють підготовлення документації для отримання дозволу на викиди під час проектування та будівництва промислових підприємств, під час нормування шкідливих викидів в атмосферу, для управління екологічною ситуацією довкола об'єктів і споруд.

Методика «ОНД-86» призначена для керування екологічною безпекою біля стаціонарних джерел викидів.

Методика не поширюється на розрахунок концентрацій на далеких відстанях (більше 100 км від джерела викиду) [36]. Також методика дозволяє визначити лише максимальний рівень концентрації, з врахуванням несприятливих умов та фіксованої швидкості вітру. Тобто «ОНД-86» використовує детерміновану модель, яка не враховує імовірнісний характер умов довкола об'єкта спостереження.

Модель поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі «ТАРМ» (з англ.: «The Air Pollution Model» – «Модель забруднення атмосферного повітря») є прогностичною метеорологічною моделлю забруднення повітря, яка може бути застосована в будь-якому місці у світі, тому що вона передбачає використання глобальних даних про місцевість і землекористування, а також глобальний синоптичний аналіз. Модель поширення забруднення ТАРМ базується на сітковій Ейлеровій моделі [38], що складається з рівнянь дисперсії, які враховують процеси дифузії, хімічних трансформацій, а також процеси сухого і мокрого осадження. Програма використовується більш, ніж 240 користувачами у 28 країнах. Однак, варто відмітити важливий недолік даної програми – прогнозування поширення забруднюючих речовин у дуже великих масштабах.

Система моделювання розсіювання речовин в атмосферному повітрі «SILAM» для вирішення прямої та зворотної задачі моделювання поширення

речовин (пилу, хімічних речовин, радіоактивних часток, пилку тощо). Інформаційна технологія SILAM (System for Integrated modeLling of Atmospheric coMposition) розроблена у Фінському метеорологічному інституті. Основана система на Лагранжевій моделі дисперсії речовин [38]. Для своєї роботи SILAM потребує велику кількість вхідних даних. Окрім точних параметрів джерела викиду, необхідно використовувати великий масив метеорологічних даних, отримати які не завжди є можливим.

Як можна зазначити, проаналізовані інформаційні технології мають, окрім визначених переваг, суттєві недоліки – використовують велику кількість різноманітних даних, орієнтовані на дослідження у великих масштабах, що ускладнює їх застосування на рівні одного підприємства.

1.4 Теоретичні передумови використання космічного моніторингу стану екосистем навколо промислових об'єктів

Як зазначалося вище, керування екологічним станом ґрунтів є однією з найактуальніших задач сьогодення. Бо з кожним роком підсилюється проблема вирощення безпечної продукції для споживання через надмірні викиди до навколишнього середовища небезпечних речовин від промислових об'єктів. Перенос небезпечних речовин за ланцюжком «ґрунт – рослина – людина» призводить до зростання різних захворювань та погіршення стану життя населення в багатьох розвинутих країнах світу.

Слід зазначити, що і зараз багато методик щодо визначення рівня забруднення ґрунтів використовують дані, отримані за допомогою контактних методів. Але ці методи були розроблені ще у 80-х роках ХХ століття і їх основними етапами є: відбір проб, аналітична обробка, інтерпретація результатів та складання картограм.

Відбір ґрунту проводиться «конвертом», тобто проби відбираються по кутам та в центрі для осереднення результатів на глибині 10 см. Аналітична

обробка виконується за допомогою кількісного хімічного аналізу. Інтерпретація результатів включає в себе порівняння отриманих результатів з фоновими концентраціями тих же елементів на аналогічних ґрунтах, які розташовані на чистих ділянках далеко від зон техногенного навантаження. При цьому визначаються поелементні показники концентрації K_c та сумарні показники концентрації Z_c , за формулами:

$$K_c = C_i / C_{\phi}, \quad (1.2)$$

де:

C_i – концентрація елементів в i -тому зразку;

C_{ϕ} – відповідна фоновіа концентрація,

$$Z_c = \sum K_c - (n-1), \quad (1.3)$$

де:

n – кількість елементів.

Після обробки отриманих результатів за (1.2) та (1.3) створюються картограми, що характеризують просторовий розподіл забруднюючих речовин у ґрунті. Із збільшенням кількості проб підвищується точність картограм, але істотно збільшуються витрати на відбір проб і їх аналіз (рис. 1.2).

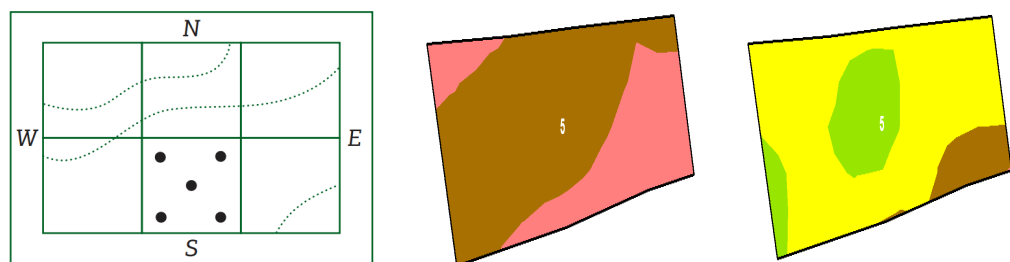


Рисунок 1.2 – Результати контактних методів дослідження ґрунтів

Контактні методи в залежності від форми відбору проб поділяються на:

- а) ручні;
- б) механізовані;
- в) автоматизовані.

В ручних методах для відбору проб використовуються: бур (або лопата), пластикове відро, пластмасова коробка для проб (або поліетиленові пакети). Після відбору, проби доставляють в лабораторію для проведення подальших досліджень.

В механізованих методах застосовуються мобільні технічні засоби (грунтовідбірники). Після відбору, проби доставляють в лабораторію для проведення подальших досліджень [31].

В сучасних, автоматизованих методах, застосовуються мобільні технічні засоби, які оснащені GPS-приймачем та приладами для обробки даних (картографування) [35]. Подальший аналіз, інтерпретація і інтерполяція отриманих даних проводиться за допомогою багатофункціонального програмного пакету геоінформаційних систем (ГІС). На основі результатів лабораторних аналізів відібраних зразків створюються електронні картограми (рис. 1.3), які характеризують якісний стан ґрунтів на досліджуваних ділянках.

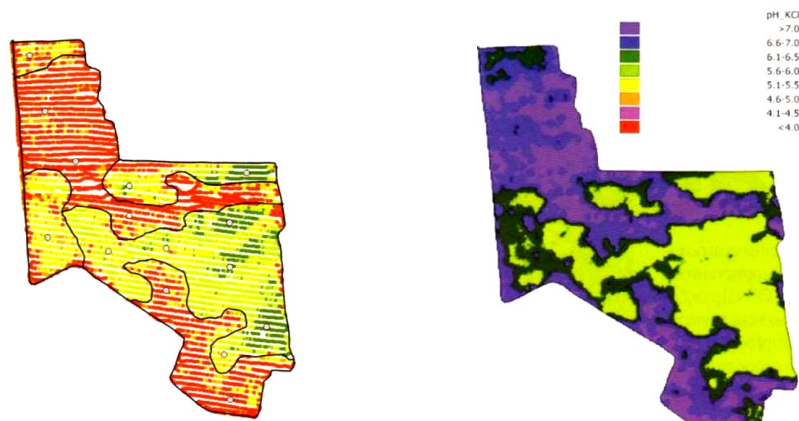


Рисунок 1.3 – Карта електропровідності ґрунту (ліворуч) та карта кислотності (рН) (праворуч)

Головними перевагами контактних методів спостереження за об'єктами навколишнього середовища є більш висока точність виміру показників, які досліджуються у порівнянні з дистанційними методами.

Недолік контактних методів – необхідність великої кількості людських ресурсів та спеціальної техніки, що відображається на збільшенні вартості проведення вимірів [27].

До другої групи відносяться різні не контактні методи вимірів, в яких використовують прилади, просторово віддалені від об'єктів, що досліджуються. Використовуються наступні дистанційні методи: аерофотозйомка (літаки, БПЛА та ін.), космічна зйомка.

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) є сучасним спостереженням за поверхнею Землі за допомогою космічних засобів. Як правило, прилади ДЗЗ ставлять на авіа- чи космічних носіях, хоча, можливо використовувати інші види носіїв, на яких ці прилади знаходяться на незначних відстанях від об'єктів, що досліджуються, але при цьому не в повній мірі вдається розкрити переваги ДЗЗ в порівнянні з контактними методами (табл. 1.1). Тому більш перспективне використання приладів ДЗЗ при розміщенні на аерокосмічних носіях (особливо космічних) [36].

Але існує і ряд обмежень методів дистанційного зондування:

- багатофакторність формування дистанційного зображення;
- пріоритет емпіричних робочих моделей над теоретично-узагальнюючими;
- обмежений набір параметрів, які можуть напряду визначатися методами дистанційного зондування;
- можлива наявність технічних шумів при дистанційній зйомці, можливість присутності хмарного покриву та інших атмосферних явищ [30].

Таблиця 1.1 – Переваги методів дистанційного зондування ґрунтів та відповідні предмети доповнення і удосконалення традиційних ґрунтознавчих методів

Переваги методів дистанційного зондування ґрунтів	Предмет доповнення та удосконалення традиційних ґрунтознавчих методів
Точність та інформативність	Можливість визначати просторову варіабельність ґрунтових показників та їх динаміку точно і безперервно, в кожній точці с/г угідь. Велика інформативність матеріалів та незначні втрати інформації при обробці та картографуванні.
Оглядовість	Здатність матеріалів охоплювати великі території з виробничою точністю.
Оперативність	Здатність швидко та своєчасно проводити відповідні обстеження с/г угідь та можливість налагодження поточних спостережень за тими чи іншими характеристиками ґрунту.
Об'єктивність	Незалежність відповідної інформації від уподобань дослідника та методу первинної обробки (на відміну від традиційної карти, яка є авторським витвором та вміщує в собі слід особистості автора).
Економічна ефективність	Заощадження значних коштів (за рахунок зменшення польового періоду та частини лабораторно-аналітичних робіт).
Невтручання в ґрунтові процеси	Неруйнівний спосіб збору ґрунтової інформації.

Варто зазначити, що в Україні проводиться еколого-агрохімічна оцінка ґрунтів (ЕАХОГ) Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України».

ЕАХОГ – порівняльна оцінка якості ґрунтів за вмістом основних елементів (N, P, K) та внесенням в агрохімічну оцінку ґрунтів поправки на забруднення його радіонуклідами, важкими металами та пестицидами. Також вводяться поправки на кліматичні умови території, зрошення, осушення, кислотність та засоленість ґрунтів. Оцінка (рис. 1.4) включає показники не лише родючості, але й дані про забрудненість ґрунтів токсикантами

антропогенного походження і є зведеним показником агроекологічного стану поля, земельної ділянки та інших територіальних одиниць.

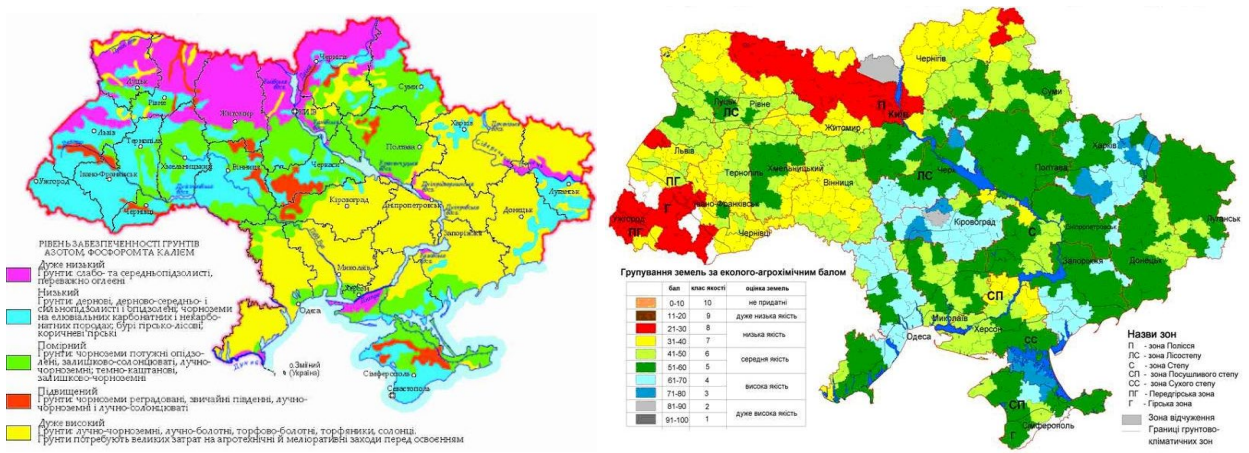


Рисунок 1.4 – Карти еколого-агрохімічної оцінки ґрунтів України

Недоліками даної оцінки є відсутність оновлених картографічних матеріалів (рис. 1.5) та застарілі обладнання та методи проведення досліджень (рис. 1.6).

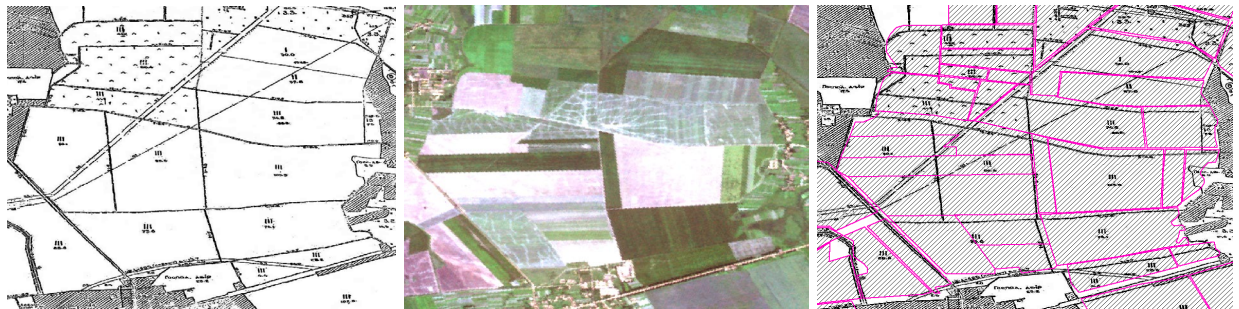


Рисунок 1.5 – Сучасний стан картографічного матеріалу

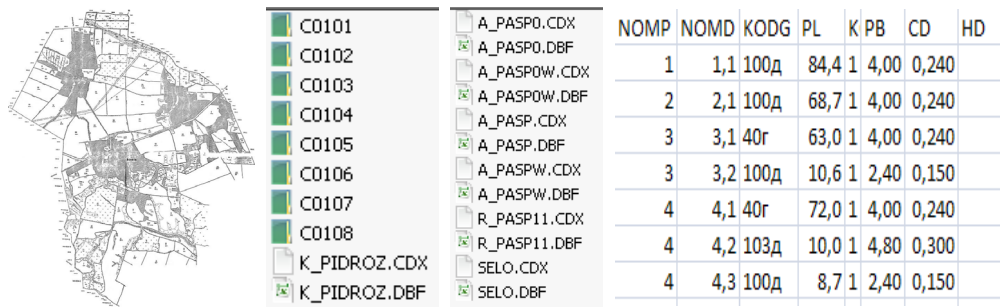


Рисунок 1.6 – Результати ЕАХОГ

Аналіз сучасного стану агроєкосистем та огляд нормативно-правової бази показує, що в Україні система моніторингу та оцінки недосконала та не забезпечує інформацією про екологічний стан ґрунтів та якість вирощеної продукції. На сьогоднішній день велика врожайність на фоні проблем з екологічним станом ґрунтів зумовлена використанням нових генномодифікованих сільськогосподарських культур, мінеральних добрив та пестицидів.

Для вирішення зазначених питань доцільним є комплексне використання існуючих методів оцінки впливу техногенного забруднення на екосистеми та застосування інструментів сучасних геоінформаційних систем і GPS-технологій (рис. 1.7).

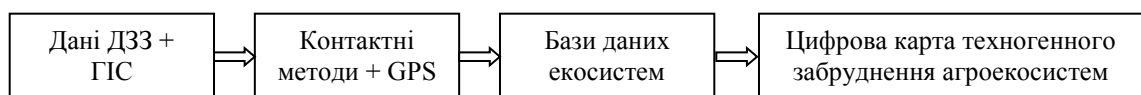


Рисунок 1.7 – Схема комплексного використання методів оцінки впливу техногенного забруднення на екосистеми

Для моніторингу екосистем використовують наступні методи: проведення контактних вимірів та даних дистанційного зондування Землі (аерокосмічна зйомка).

Можна узагальнити викладене та представити порівняльний аналіз існуючих методів екологічного моніторингу та визначити їх основні переваги та недоліки (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Порівняльний аналіз різних методів екологічного моніторингу ґрунтів

Метод моніторингу	Переваги	Недоліки
Наземні виміри	Можливість детального дослідження, висока точність результатів досліджень.	Обмеженість людських ресурсів та спеціальної техніки.
Аерофотозйомка	Обсяг робіт, що виконується одним виконавцем зростає, а вартість робіт знижуються на 15-20% (в порівнянні з наземними вимірами). Літак може літати нижче за хмари або повторити політ наступного дня. Можливо отримувати зображення з просторовим розрізненням до декількох сантиметрів.	Висока вартість оренди літальних засобів, як наслідок низька періодичність спостереження. Трудомісткість та великі витрати при обробці результатів.
Космічна зйомка	Велика смуга огляду. Одночасне одержання зображень у видимому і інфрачервоному діапазонах. Висока періодичність спостереження. Швидкість і зручність оброблення цифрових даних.	Залежність від погодних умов (хмарність) в оптичному діапазоні. Висока ціна всепогодних (радіолокаційних) космічних знімків.

Обраний метод, що стане основою до розробки інформаційної технології керування станом довкілля промислового об'єкта, підтверджений часом. За період з часу запуску перших штучних супутників Землі, космічні дослідження зайняли першорядне місце у вивченні нашої планети, а космічні знімки представляють найважливіший матеріал для спостереження за станом і змінами природного середовища та їх картографування [37]. Особливо

інтенсивний розвиток методи ДЗЗ одержали, починаючи з 70-х років, з появою можливості установки на космічних носіях апаратури ДЗЗ, досить ефективною для рішення задач моніторингу навколишнього середовища [38].

В результаті досліджень зроблено висновок, щодо необхідності удосконалення існуючих методів оцінки, з метою збереження та відновлення родючості ґрунтів, особливо на ділянках, розташованих біля великих промислових об'єктів та вздовж трас державного значення.

1.5 Висновок до першого розділу

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» визначено теоретичні основи створення інформаційних технологій керування станом довкілля промислового об'єкта.

Проаналізовані основні наукові роботи із зазначеної теми, що дали можливість виявити проблеми існуючих інформаційних технологій керування станом довкілля великих промислових об'єктів і споруд. Зокрема:

1) не зважаючи на розвинуту нормативно-правову базу та сучасні підходи до забезпечення моніторингу та управління станом довкілля промислових об'єктів все ж існує проблема передачі та обміну інформації управління не лише в межах країни, а й в межах одного промислового міста. Тоді в інформаційних технологіях, які покликані забезпечувати задачі керування станом довкілля, виникають неузгодженості, неточності даних, що призводить до різних прогнозів та невідповідності управлінських рішень;

2) при розробці інформаційних технологій керування станом довкілля промислового об'єкта найбільш перспективними виглядають індикатори, що базуються на абстрактних, порівняльних оцінках стану компонент природного середовища з розподілом окремих факторів по всіх компонентах;

3) проаналізовані існуючі інформаційні технології використовують значну кількість різноманітних даних, орієнтовані на дослідження у великих масштабах, що ускладнює їх застосування на рівні одного підприємства;

4) зроблено висновок, щодо необхідності удосконалення існуючих методів оцінки, з метою збереження та відновлення родючості ґрунтів, особливо на ділянках, розташованих біля великих промислових об'єктів та вздовж трас державного значення. Для вирішення зазначених питань доцільним є комплексне використання існуючих методів оцінки впливу техногенного забруднення на екосистеми та застосування інструментів сучасних геоінформаційних систем і GPS-технологій.

2 РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КЕРУВАННЯ СТАНОМ ДОВКІЛЛЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Загальна імітаційна модель розвитку природного середовища

Імітаційна модель керування станом довкілля промислового об'єкта базується на тому, що є відомі компоненти біогеоценозу, тобто певного природного середовища, які повноцінно відображають його надра, ґрунти, водні ресурси, атмосферу, тваринний та рослинний світ, наявні відходи тощо, тобто всі елементи, котрі характеризують його стан. У зазначеному випадку можна використати підхід [2], а також роботи [39 – 46], що дозволяють зробити наступні припущення та умови.

Зокрема, можна ототожнювати ці елементи з гравцями та позначати через $ni \in NI$, де NI – множина всіх гравців біогеоценозу. При цьому, біогеоценоз може розглядатися як певний регіон країни.

Кожен з виділених гравців, «контролюючи» певну компоненту ресурсів, не має ніяких інших інтересів, крім забезпечення її подальшого існування, яке «регламентується» природними законами біогеоценозу [2]. Зважаючи на те, що в разі відсутності в біогеоценозі супротивних компонент, наприклад, для зайців це будуть вовки [47], певний вид починає зростати, поки не досягне природного обмеження через наявність кормів, будемо вважати, що єдиним інтересом гравців біогеоценозу є збільшення їх величини (за виключенням окремих ресурсів, які знаходяться у відносно стабільному стані – камінь, пісок та ін.). Це ж відноситимемо до інтересів тварин, не зіставляючи ним притаманні людині інтереси харчування, спільного та індивідуального виживання тощо, вважаючи, що ці інтереси включені до головного інтересу «збільшення», але не можуть бути висловлені ними. Реалізація цього інтересу залежить як від внутрішніх

законів розвитку біогеоценозу, так і від зовнішнього втручання людини та природи у будь-якому його вигляді. З цього можна вважати, що без втручання людини природні закони реалізують збалансований розвиток [2], підтримуючи всю систему в стані, необхідному для подальшого розвитку, незважаючи на позитивні чи від'ємні кількісні або якісні зміни її компонент [49].

Базуючись на викладеному, можна погодитися з [2] і застосувати індекс екологічної ефективності (табл. 2.1), який базуватиметься на порівнянні різних показників, які характеризуватимуть стан середовища.

Таблиця 2.1 – Індекс екологічної ефективності

Група	Екологічне здоров'я		
Категорії	Екологічні фактори захворюваності	Вода (вплив на людину)	Забруднення повітря (вплив на людину)
Показники	1. Екологічні фактори захворюваності	2. Санітарні показники	4. Внутрішнє забруднення
		3. Питна вода	5. Міські тверді частки
			6. Місцевий рівень озону
Група	Життєздатність екосистеми		
Категорії	Забруднення повітря (вплив на екосистему)	Вода	Біорізноманіття та види
Показники	7. Регіональний рівень озону	9. Індекс якості води	11. Індекс ризику збереження
	8. Викиди SO ₂	10. Використання води у виробничих цілях	12. Ефективне збереження
			13. Захист критичних видів

Продовження таблиці 2.1

			14. Площа захищених морських територій
Група	Продуктивні сільськогосподарські ресурси		
Категорії	Ліси	Рибна ловля	Сільське господарство
Показники	15. Запас лісу на корені	16. Морський трофічний індекс	18. Тиск іригації
		17. Інтенсивність тралення	19. Субсидії сільському господарству
			20. Площа інтенсивного орання земель
			21. Площа стомлених земель
			22. Регулювання пестицидів
Категорії	Зміна клімату		
Показники	23. Викиди на душу населення		
	24. Викиди на одиницю виробленої електрики		
	25. Промислова ємність вуглецю		

На відміну від наявної соціальної складової вихідної системи [2], можна вважати за [41], що у гравців $ni \in NI$ наявні тільки матеріальні ресурси, які входять як підвектор до вектору Res , який характеризує вихідну систему, їх стратегіями S_{ni} є відновлення або руйнування компонент вектору Res у відповідності з природними законами, а також реакція на стратегії гравців соціальної та економічної підсистем [48]. Наприклад, якщо гравцем визначений певний вид тварин, то природним законом є його природне відновлення або вимирання чи міграція в інші регіони в разі деградації

середовища існування, яка може спричинитися економічною діяльністю та іншими техногенними факторами, висиханням водойм, вирубанням лісів, оранням земель та ін. Величина відповідних компонент ресурсів, таким чином, відобразатиме можливість подальшого існування цього виду тварин в поточному середовищі існування з врахуванням факторів, що характеризують забруднення середовища.

Якщо розглядати тільки коаліційні стратегії ns_{nc} коаліцій $nc \in NC$, NC – множина [48] всіх коаліцій, утворених з гравців біогеоценозу. Такий підхід додатково обґрунтовується саме взаємодією різнобічних учасників природного середовища, необхідною для його нормального існування, достатньо згадати обіг води в природі, баланс хижих та травоядних тварин, необхідну для останніх рослинність та ін. Нехай

$$ns_{nc} \in NS_{nc}, NS = \bigcup_{nc \in NC} NS_{nc}, \quad (2.1)$$

де NS – множина всіх коаліційних стратегій гравців біогеоценозу. Входження гравців до різних коаліцій в даному випадку відображає не тільки біорізноманіття, а й необхідні для існування інші природні ресурси – ґрунти, воду, суміжні види тощо [2].

Якщо, використовуючи (2.1) позначити вектор стратегій s_{nc} коаліцій nc в момент часу t_k розбиття відрізка $[t_0, T]$, як ситуацію $nst(t_k)$, а через $NSt(t_k)$ – множину ситуацій $nst(t_k)$, то у момент часу t_k внаслідок реалізації ситуації $nst(t_k)$ з наявних у біогеоценозі ресурсів $Res(t_{k-1})$ на попередній момент часу t_{k-1} вибираються та додаються ресурси, відповідно – $DRes(nst(t_k))$ та $ARes(nst(t_k))$. У цьому випадку буде отримана модель:

$$\begin{aligned}
 \mathit{res}(t_k) = \sum_{j \leq k} (\mathit{Ares}(n\mathit{st}(t_k)) - \mathit{Dres}(n\mathit{st}(t_k))) + \quad (2.2) \\
 + \mathit{res}(t_0), \mathit{res}(t_0) = \mathit{const},
 \end{aligned}$$

Можна вважати, що використання ресурсів $DRes(nst(t_k))$ у (2.2) виконується в результаті різнобічної діяльності людини, а відновлення (та руйнування) – $ARes(nst(t_k))$, – внаслідок природних процесів, які самі регулюють обсяг того чи іншого ресурсу в ситуації, що склалася під «зовнішнім» тиском на ресурс, який виражається величиною $DRes(nst(t_k))$. При цьому використання ресурсів має, загалом, детермінований, а відновлення – випадковий характер, відображаючи реакцію екосистеми.

Як зазначалося у [2], кожна з коаліцій nc по всіх $nc \in NC$ зацікавлена у збільшенні величини ресурсів $Res_{nc}(t_k)$ з $Res(t_k)$, що контролюються нею. Тоді, функції виграшу [48] коаліцій $H_{nc}(nst(t_k))$ вказують величину змін ресурсів коаліції nc в складі всіх ресурсів $Res(t_k)$ в ситуації $nst(t_k)$ в момент часу t_k , та можуть бути представлені, як

$$H_{nc}(nst(t_k)) = ARes_{nc}(nst(t_k)) - DRes_{nc}(nst(t_k)).$$

Задоволення одержаним виграшем або поточним станом ресурсів буде оцінено тим, хто приймає управлінське рішення (наприклад, директор підприємства). Оцінка, як і вище, може мати вигляд логічних функцій, наприклад,

$$NG_{nc}(nst(t_k)) = \sum_{i_0} P_{nc}(nst_{i_0}(t_k)) \beta_{i_0}, \quad \sum_{i_0} \beta_{i_0} = 1, \quad 0 \leq \beta_{i_0} \leq 1, \quad (2.3)$$

де $P_{nc}(nst_l(t_k))$ – предикат, визначений на векторі $Res_{nc}(t_k)$ коаліції nc , який приймає значення 0 або 1 в залежності від оцінки особи, що прийматиме управлінське рішення.

Таким чином, буде отримана наступна сукупність:

$$\Gamma_{nat} = \langle NC, Res_{nc}, NS, NSt, NG_c, H_{nc}, nc \in NC, t_k \in [t_0, T] \rangle, \quad (2.4)$$

яка і може вважатися загальною імітаційною моделлю розвитку природного середовища навколо промислового об'єкта на основі множини ситуацій, що відбуваються у довіллі цього підприємства (NSt – множина ситуацій nst).

В моделі (2.1) зміни ресурсів відображалися функціями $F_m(st(t_k))$ по всіх компонентах ресурсів m , $m = 1, \dots, M$. Виходячи з моделі (2.4), ці функції можна ототожнити [46] з функціями виграшу коаліцій $H_{nc,m}(nst(t_k))$, що є проєкціями на компоненту m функцій $H_{nc}(nst(t_k))$ – тобто значенням функції, одержаним коаліцією від змін відповідної компоненти.

Таким чином, моделі (2.1) та (2.4) відображають екологічні фактори розвитку ситуації довкола промислового об'єкта.

2.2 Формалізований опис задачі проблемної ситуації

Будь-яка задача являє собою проблемну ситуацію з відомим початковим і кінцевим (мета, ціль) станом системи, при чому алгоритм досягнення мети відомий від початку (на відміну від проблеми).

В якості основного компонента проблемної ситуації виділяється протиріччя, наявність суперечливих даних, що визначає напрямок руху думки, спонукає людину до аналізу об'єктів і явищ [49].

Під поняттям задачі проблемної ситуації розуміється мета, яку необхідно досягти шляхом перетворення заданих умов, в процесі виконання

практичних або теоретичних дій за можливості існування суперечливості відомого і нового знання [43].

Процес вирішення задачі проблемної ситуації на основі аналізу представлених знань можна розглядати як множину послідовно вирішуваних підзадач (які можуть виступати окремими модулями інформаційної технології, що реалізується), розв'язати які неможливо лише пригадуванням готових знань, адже необхідно розмірковувати, шукати зв'язки та відношення, добирати докази. Цю множину підзадач можна навести у вигляді кортежу

$$T = \langle K, K^*, Aim \rangle, \quad (2.5)$$

де:

K – модель предметної області, яка відображає проблемну ситуацію;

K^* – кортеж станів предметної області, які актуалізуються на кожному кроці досягнення цілей $K^* = \langle K^0, K^1, \dots, K^i, \dots, K^n \rangle$;

$Aim = F \times R$ – набір цілей.

При чому цілі задаються результатом, який визначено набором дій, що призводить до даного результату.

В загальному вигляді послідовність вирішення задачі проблемної ситуації (2.5) стосовно розробки інформаційної технології керування станом довкілля промислового об'єкта включає наступні етапи:

1) визначення достатності та повноти наявної інформації, необхідної для опису предметної області задачі (опис екологічного стану території підприємства та довкола нього);

2) поєднання наявної інформації з невідомою для формування нових знань:

- виділення проміжних станів задачі (збір інформації, обробка, систематизація);
- вирішення простіших етапів задачі, що відбивають деякі аспекти її повного обсягу та відображають проміжні стани її розв'язання через агрегат (мінімізація параметрів моделі, забезпечення точності отриманих результатів);
- використання візуальних засобів для представлення задачі та аналізу інформації для її вирішення різними способами;

3) виконання наведеної послідовності дій та підтвердження, що вирішення даної задачі проблемної ситуації відповідає наявній інформації (підтвердження адекватності моделі – наявність результатів, що підтверджують керування екологічним станом території).

Безпосередньо стратегія вирішення задачі, яка включає в себе етап поєднання наявної інформації з невідомою шляхом виокремлення проміжних станів розв'язання задачі, виділяє структуровану сукупність елементів даних:

$$A_d = \langle X \times R \times R_s, R^+ \times R \rangle, \quad (2.6)$$

де:

X – відібрана множина понять, які описують задану предметну область, необхідна для вирішення задачі;

R – множина концептуальних відношень між ними;

R_s – множина обмежень, що визначають область дії понятійних структур, яка може бути розглянута як замикання відношень $R_s = R^+ \times R$;

R^+ – множина властивостей, які можуть характеризувати елементи множини відношень;

D – множина додаткових визначень $D = X \times R \times R_s$.

Отже, (2.6) представляється множинами додаткових визначень та обмежень, які можуть бути представлені спрощено:

$$A_d = \langle D, R_s \rangle \rightarrow A_d' \in X. \quad (2.7)$$

Опис стану задачі (2.7) на кожному кроці її вирішення представляється у вигляді множини висловлювань або тверджень, утворених об'єктами предметної області, параметри яких використовуються в моделі, та мають непорожні множини властивостей та відношень.

Все це можна представити множинами [41].

Кожне поле обраних параметрів $X = \{X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n\}$ представляється певною множиною відношень між концептами R та декартових добутоків множини X на саму себе $R = \prod_i^n X_i$, а множина наборів дій – множиною декартових добутоків множини концептів X на множину відношень між ними $R \ F = X \times R$. При чому для набору концептів множини поля $(x_1, x_2, \dots, x_n) \in X_j \mid X_j \subset X$ завжди існує відповідний непустий набір дій $f^i(x_1, \dots, x_n) \in F_k \mid F_k \subset F$. Поле утворене множиною концептів натуральної системи і може бути розширене шляхом включення нових концептів, які в поєднанні з базовими (тими, що вже входять до складу моделі) утворюють істинні висловлювання [40]. Тобто, кожна множина властивостей, на основі яких концепти обраних для моделі полів натуральної системи групуються в тематичні класи, може бути доповнена новою властивістю, що дозволить утворити щонайменше один новий тематичний клас концептів. Таким чином, в процесі вирішення задачі задана множина концептів може бути доповнена непорожньою множиною нових концептів, на основі властивостей яких класи поля натуральної системи перевпорядковуються та розширюються за

рахунок визначення нових властивостей концептів початкової множини класів поля [50].

Непорожні декартові добутки множин концептів X та відношень між ними R можуть утворювати множину завжди істинних, незалежно від істинності складників, висловлювань – тавтологій $F_t \subset F$. На множині дій F можливо задати непорожню множину тавтологій типу $\{дія \Rightarrow результат\}$, що утворюють натуральну систему. Відповідність між категоріями дозволяє встановити той факт, що вся імітаційна модель (див. підрозділ 2.1) може бути створена на основі певної системи висловлювань стосовно стану досліджуваної системи, утворених множиною дій F над концептами X , з концептів натуральної системи, а натуральна система – з концептів обраних параметрів.

Тобто, за наведеним підходом інформаційна технологія може бути створена у вигляді окремих модулів, поєднаних однією платформою та логікою вирішення задачі.

Предметна область вирішуваної задачі програмування інформаційної технології керування станом доквілля промислового об'єкта формально може бути представлена за допомогою ієрархій [51 – 52]. А в загальному вигляді це може бути представлено наступним чином:

$$O = \langle X, R, F \rangle, \quad (2.8)$$

де:

X – множина предметної області вирішуваної задачі;

R – множина відношень та/або множина властивостей (властивості є інтерпретацією відношень: кожному відношенню відповідає певна властивість);

F – множина функцій інтерпретації (визначень) X та/або R .

Оскільки вирішення задачі проблемної ситуації може розглядатися як специфічний вид взаємодії суб'єкта (директора підприємства, фахівця, експерта, аналітика тощо) та об'єкта (предметної області, до якої належить задача) [46], доцільним є застосування засобів та методів, що забезпечать цю взаємодію, як представлено у моделях (2.7 – 2.8).

Для прикладу вирішення задачі проблемної ситуації обрано створення модулю управління забрудненням ґрунту в рамках інформаційні технології керування станом довкілля промислового об'єкта.

2.3 Автоматизація процесу керування станом довкілля на прикладі модуля управління екологічним станом ґрунту

Одним із найпоширеніших методів виділення об'єктів на аерокосмічних зображеннях Землі є сегментація. Під сегментацією, в широкому сенсі, розуміють перетворення напівтонових або кольорових зображень у зображення, що мають менше число тонів або кольорів, ніж вихідні [53 – 54]. У вузькому сенсі сегментація перетворення зображення в дворівневе (бінарне), що містить всього два рівні яскравості – мінімальний (зазвичай це 0) і максимальний (зазвичай 255) (наприклад: виділення полів з озимими культурами чи полів, де проводилася осіння оранка (рис. 2.1). При цьому об'єкт і фон розділені, легко визначити число об'єктів, характеристики їхнього місця розташування (координати, поворот виділеної осі об'єкта, щодо координатних осей і т.п.), геометричні характеристики (наприклад площу кожного об'єкта, периметр, середній, мінімальний, максимальний розміри) і, нарешті, ідентифікувати об'єкт [32].

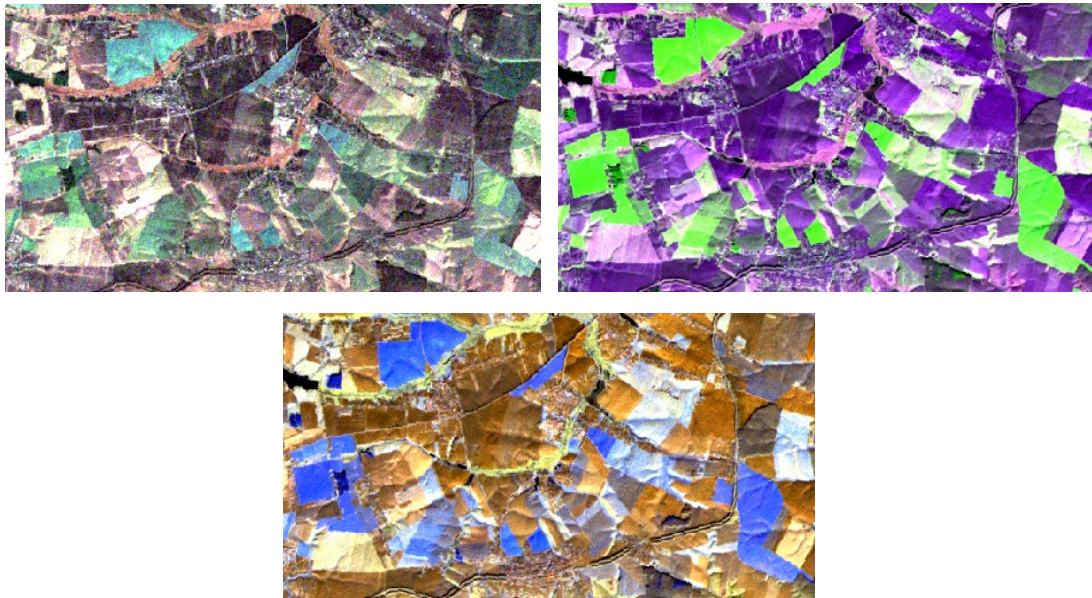


Рисунок 2.1 – Приклад сегментації космічного знімку

Метою сегментації є виділення областей, однорідних в певному заданому сенсі (сегментів). Однорідність є ознакою належності області до певного класу. Для управління екологічним станом ґрунту – виділення земель одного типу або з однаковим типом рослинності [55].

Ґрунт та рослинність, яка проростає на ньому характеризується наявністю текстури, що повторюється та складається з певних однорідних ділянок приблизно однакових розмірів.

При обробці даних ДЗЗ застосовуються три основні способи сегментації зображень: порогова, шляхом нарощування областей, шляхом виділення границь.

Для дешифрування ґрунту на аерокосмічних знімках, найбільш підходить сегментація шляхом виділення границь, яка заснована на сегментації шляхом нарощування областей.

У модулі інформаційної технології, що пропонується, представлена сегментація шляхом нарощування областей, виділяються однорідні області із значенням вектора яскравості. Схема алгоритму цього методу передбачає вибір стартового пікселя і розгляд суміжних з ним пікселів для перевірки

близькості їх значень, наприклад, по евклідовій відстані. Якщо значення яскравості поточного і якогось суміжного пікселів виявляються близькими, то ці пікселі зараховуються в одну область. Таким чином, область формується в результаті зрощування окремих пікселів. На певному етапі (залежній від модифікації алгоритму) область перевіряється на однорідність і, якщо результат перевірки виявляється негативним, то область розбивається на більш дрібні ділянки. Процес продовжується до тих пір, поки всі виділені області не витримають перевірки на однорідність [34].

Сегментація шляхом виділення границі передбачає використання оператора градієнта. Після цього для встановлення факту, що дійсно виявлена границя, застосовується процедура поділу за порогом. Потім пікселі, ідентифіковані як граничні, з'єднуються в замкнуті криві, що оточують відповідні області.

У методі, що застосовується для розробки модуля, як і в інших методах сегментації, істотним є критерій однорідності області, по характеристиці якої і обчислюються значення градієнта. Прямі методи сегментації шляхом виділення границь застосовуються до вхідного зображення.

Алгоритм автоматизованого дешифрування знімків ґрунтових покривів складається з наступних етапів:

- проведення сегментації вхідного зображення для максимального розділення класів (вибір необхідної комбінації каналів);
- автоматизоване оконтурювання ділянок ґрунту методом сегментації шляхом нарощування областей. Однорідність області перевіряється на рівні порогів трьох компонент RGB-композиту (для підвищення якості дешифрування можливе ручне встановлення даних порогів);
- збереження контурів в бінарному вигляді (0 – фон, 1 – поле);
- векторизація растрових полігонів, отримання векторного типу даних в форматі *.shp;

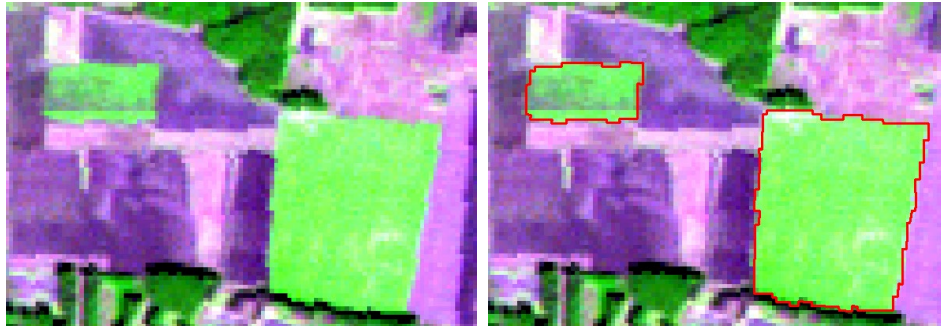


Рисунок 2.3 – Результат дешифрування ґрунтових ділянок на космічному знімку

Використовуючи дані ДЗЗ з різним просторовим розрізненням можливо створити цифрові карти ґрунтових ділянок довкола промислового об'єкта з різною точністю (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Точність створення цифрових карт земельних ділянок

Назва КА (сканер)	Похибка при визначенні	
	границь, м	площ, %
Landsat-8 (OLI)	15	6,1
СІЧ-2 (МСУ)	8	3,5
RapidEye	6,5	3
Alos (PRISM)	2,5	1
QuickBird-2	0,61	0,24
WorldView-1, 2 GeoEye-1	0,50	0,2

Для поставленої задачі можна використовувати навіть фрагменти Google-карт [45], які підвантажуються, наприклад, з Google Earth до ArcMap. Хоча точність буде значно нижчою за наведені у таблиці дані, проте недолік компенсується доступністю і можливістю працювати з відносно незначними ділянками.

Отже, автоматизація процесу дешифрування даних ДЗЗ дозволяє скоротити час та кількість даних, які потребують обробки, який затрачається на створення чи оновлення інформації відносно різноманітних вимірів, які проводяться для актуального опису ґрунтових ділянок довкола промислового об'єкту. Використання даних ДЗЗ з різним просторовим розрізненням дозволяє створити цифрові карти необхідної точності.

2.4 Висновок до другого розділу

В другому розділі кваліфікаційної роботи досліджено можливу імітаційну модель, яка може стати основою інформаційної технології керування станом довкілля промислового об'єкту, наведено формалізований опис проблемної ситуації, за яким пропонується створювати інформаційну технологію, та наведено опис автоматизації процесу керування довкіллям на прикладі модуля контролю екологічного стану ґрунту.

У підсумку:

1) розроблено алгоритм дешифрування ділянок ґрунту та створено модуль для програмного забезпечення ArcGIS, який дозволяє проводити автоматизоване дешифрування даних ДЗЗ;

2) надано порівняльну характеристику точності створення цифрових карт за даними ДЗЗ з різним просторовим розрізненням.

3 АЛГОРИТМІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТА ОПИС ОСОБЛИВОСТЕЙ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

3.1 Класифікація джерел техногенного забруднення та їх основні дешифрувальні ознаки на аерокосмічних знімках

В звичайних нормальних умовах всі процеси, що відбуваються в землі, знаходяться у рівновазі, в ґрунтах постійно ідуть процеси самоочищення. Але при акумуляції ґрунтами великої кількості шкідливих речовин, можливість їх до відновлення втрачається. В Україні щорічно в атмосферне повітря викидається близько 12 млн. т різних шкідливих речовин, в поверхневі стоки потрапляє 15-19 млрд. м³ стічних вод, в ґрунтах акумулюється близько 150-190 тис. т отрутохімікатів та близько 17 млн. т мінеральних добрив [6, 56].

Проблема збереження і підвищення родючості ґрунтів стає все більш актуальною у зв'язку з різким погіршенням їх стану, підвищенням антропогенної деградації та зростанням малопродуктивних і ґрунтів з більш низькою потенціальною родючістю. Виходячи з цього, необхідно провести оцінку екологічного стану ґрунтів, яка складається з чотирьох етапів:

1) Перший етап – проведення класифікації джерел забруднення ґрунтів (рис. 3.1) та визначити характер (вид) їх забруднення.

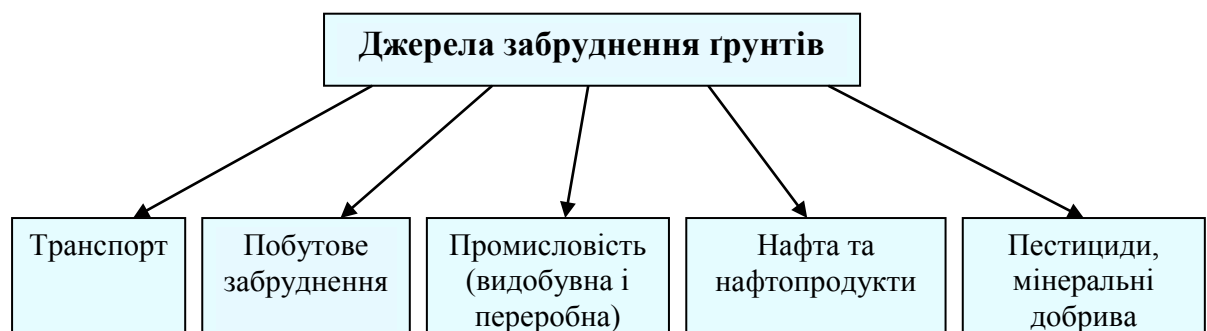


Рисунок 3.1 – Основні джерела забруднення ґрунтів

Для Тернопільської області характерні наступні види забруднення ґрунтів:

а) ареальний, пов'язаний з викидами від населених пунктів, стаціонарних джерел та транскордонний перенос забруднюючих речовин повітряними потоками;

б) лінійний – пов'язаний із забрудненням вздовж автомагістралей внаслідок інтенсивного руху транспортних засобів;

в) зосереджений – пов'язаний із забрудненням внаслідок пошкоджень різноманітних трубопроводів біля підприємств, внесенням пестицидів і агрохімікатів, несанкціонованих звалищ відходів;

2) Другий етап – визначення основних дешифрувальних ознак джерел забруднень на аерокосмічних знімках.

Основними джерелами техногенних забруднень ґрунтів у Тернопільській області являються атмосферні викиди промислових підприємств і автотранспортних засобів; видобування, транспортування й переробка корисних копалин; внесення агрохімікатів та пестицидів; стічні води та їхні осади; побутові і промислові відходи.

Внаслідок викидів від промислових підприємств, котелен, автотранспорту, спалювання сміття, звалищ відходів, атмосферних опадів, важкі метали потрапляють в ґрунт де постійно рухаються і переходять від однієї форми до іншої. Виділяють такі системи транслокації (переходу) важких металів: повітря – ґрунт, ґрунт – вода; ґрунт – рослина – тварина; ґрунт – тварина – рослина – людина; ґрунт – рослина – людина і т.інш. [56 – 57].

Для ідентифікації техногенного забруднення ґрунтів необхідно знати точне місцезнаходження всіх джерел забруднення, а не лише підприємства, довкола якого досліджується земельна ділянка. Це можливо зробити за допомогою даних ДЗЗ, після визначення основних дешифрувальних ознак джерел забруднень на аерокосмічних знімках.

Викиди та скиди великих міст (сукупний вплив газопилових викидів промислових підприємств, автотранспорту, об'єктів теплоенергетики, житлово-комунальної сфери) формують ореол регіонального забруднення (урбанізований фон), на який накладаються локальні осередки забруднення навколо окремих джерел-забруднювачів. У Тернопільській області до таких міст належать: Тернопіль, Чортків, Кременець, Бережани, Збараж, Теремовля, Заліщики. Підприємства відносно невеликі, але останні часи дають чуттєві навантаження на екологію. Основні дешифрувальні ознаки міст: зосередження великої кількості будівель на значній площі, наявність промислових об'єктів та розгалужена транспортна мережа (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Приклад фрагментів промислової зони міста Тернопіль на космічних знімках

Забруднення ґрунтів стаціонарними джерелами – промисловими підприємствами (видобувними та переробними) відбувається шляхом викидів в навколишнє середовище забруднюючих речовин та накопиченням шлаків. Основні дешифрувальні ознаки таких підприємств: розміщення біля джерел сировини (шахт, кар'єрів), зосередження на території спеціальних споруд (цехів, градирень, труб), наявність відвалів сировини та шлаків (териконів, хвостосховищ), розвинена транспортна мережа (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Приклад промислових підприємств (кар'єру) на космічних знімках

Постійне забруднення ґрунтів лінійними джерелами відбувається шляхом викидів в навколишнє середовище забруднюючих речовин автомобільним транспортом. Вміст свинцю у ґрунтах десятиметрової пришляхової смуги перевищує фонові показники в 2-7 разів, в окремих випадках – на один-два порядки. Загалом по Україні ґрунти найбільше забруднені цинком та свинцем, менше кадмієм, марганцем, міддю. Вздовж великих доріг з інтенсивним рухом транспортних засобів ширина смуг забруднення досягає до 200 м. [56].

В залежності від пропускнуої здатності, кількості смуг руху, ширини смуг, ширини проїзної частини, ширини земляного полотна, ширини смуги відводу, повздовжнього похилу дороги та радіусу закруглень дороги, автомобільні дороги поділяють на 5 категорій (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Категорії автомобільних доріг

Категорія	1	2	3	4	5
Розрахункова перспективна інтенсивність руху (у транспортних одиницях)	>1000 0	>3000- 10000	>1000- 3000	>150- 1000	<150
Кількість смуг (в обидві сторони), шт	4, 6, 8	2	2	2	1
Ширина смуги руху, м	3,75	3,75	3,5	3,0	4,0

Для визначення екологічного впливу автомобільних доріг на ґрунтовий покрив необхідно визначити їх точне положення і категорію та провести інвентаризацію придорожніх лісосмуг.

Забруднення ґрунтів від зосереджених джерел пов'язане із аварійними викидами (транспорту, який перевозить небезпечний вантаж по автомобільних чи залізничних дорогах, пошкодженням нафто- і продуктопроводів), які можуть призвести до залпового надходження забруднюючих речовин. Проблема забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами при їх транспортуванні трубопроводами, а також при проведенні бурових робіт ускладнюється з кожним роком через старіння обладнання.

Крім цього, не менш шкідливим являються місця зберігання відходів та сміттєзвалища (постійний вплив), внесення пестицидів і агрохімікатів та накопичення залишків мінеральних добрив в ґрунтах в процесі ведення с/г діяльності (періодичний вплив).

Основні дешифрувальні ознаки місць зберігання відходів: близькість населених пунктів та видобувних (переробних) промислових підприємств (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Приклад місця зберігання відходів на космічних знімках (стихійне сміттєзвалище)

Для виявлення джерел-забруднювачів, моделювання та оцінки можливих наслідків, прийняття рішення, щодо їх мінімізації та ліквідації необхідно створити точні цифрові карти їх розміщення та організувати їх в базі даних.

Після класифікації джерел техногенного забруднення та визначення їх точного місця розташування необхідно провести картографування забруднень ґрунтів.

Та перейти до наступних етапів:

3) Третій етап – розробка геомodelей техногенного забруднення агроecosистем.

4) Четвертий етап – оцінка впливу техногенного забруднення на агроecosистеми.

Після цього вже можна розпочинати безпосередньо процес дослідження забруднення території довкола окремих підприємств та отримати інформацію для управління екологічною безпекою.

3.2 Моделювання процесів техногенного забруднення екосистем

На динаміку і тенденції забруднення екосистем суттєво впливає антропогенне навантаження, яке порушує збалансованість природно-екологічних зв'язків. Це викликає гостру потребу в систематичних цілеспрямованих дослідженнях та розробці системи моніторингу, оцінки екологічного стану, конструюванню екологічно стійких агроecosистем.

На екологічний стан земель можуть впливати не тільки зосереджені об'єкти викидів забруднюючих речовин, а й просторово-розподілені, такі як території міст з розвиненою промисловістю або із значною кількістю малопотужних стаціонарних та пересувних джерел викидів.

Забруднення екосистем може відбуватися через забруднення атмосфери, поверхневих та підземних вод, ґрунтів (табл. 3.2) [58].

Таблиця 3.2 – Динаміка забруднення навколишнього середовища у
Тернопільській області

Джерела забруднення	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, тис. т	246,279	256,5	253,9
- від стаціонарних джерел, тис. т	113,202	129,4	130,7
- від пересувних джерел, тис. т	133,077	127,1	123,2
Скидання зворотних вод та забруднюючих речовин у поверхневі водні об'єкти, тис. т	197,996	207,52	185,51
Техногенно-забруднені землі, тис. га	0,737	0,737	0,737

Забруднення ґрунтів через атмосферу відбувається внаслідок випадіння техногенного пилу. Вміст шкідливих речовин, сорбованих на часточках пилу, в процесі акумуляції у фітоценозах і землях з часом може суттєво перевищити рівні їх гранично допустимих концентрацій (ГДК). Особливо помітні прояви забруднення земель і фітоценозів в зонах впливу викидів в атмосферу газопилових сумішей потужними джерелами, якими є великі міста, промислові (видобувні та переробні) підприємства, транспорт.

3.3. Алгоритмізація процесів дослідження забруднення екосистеми підприємства

Враховуючи зазначене, можна навести алгоритми картографування забруднень за видами джерел забруднення, які і можуть бути застосовані в інформаційній системі:

А) Алгоритм картографування забруднень агроєкосистем техногенними пилом:

- 1) визначення переліку джерел-забруднювачів;
- 2) визначення дешифрувальних ознак джерел-забруднювачів та їх ідентифікація на аерокосмічних знімках;
- 3) детальне дешифрування та визначення характеристик джерел-забруднювачів;

- 4) створення бази геоданих джерел-забруднювачів;
- 5) аналіз природних та метеорологічних умов;
- 6) вибір даних ДЗЗ для картографування техногенних забруднень;
- 7) створення геомodelей техногенних забруднення агроecosистем;
- 8) оцінка забруднень ґрунтів техногенними пилом.

Розміри і форма зони забруднення ґрунтів від стаціонарних джерел-забруднювачів (промислових підприємств) залежать від багатьох факторів, насамперед від технічних характеристик обладнання, яке використовується. Тому, впершу чергу, необхідно провести детальне дешифрування аерокосмічних знімків для визначення характеристик джерел-забруднювачів (кількості, висоти та діаметру димових труб).

Б) Порядок детального дешифрування джерел-забруднювачів (рис. 3.5):

- 1) визначення меж об'єкта;
- 2) визначення основних функціональних зон;
- 3) дешифрування основних елементів виробництва у функціональних зонах;
- 4) порівняльна характеристика різночасових даних та виявлення змін, які відбулися на об'єкті (збільшення чи зменшення виробничих потужностей).



Рисунок 3.5 – Порядок детального дешифрування джерел-забруднювачів

Для визначення динаміки форми і характеристичних розмірів зони забруднення ґрунтів необхідно мати дані станцій метеорологічної служби про повторюваність напрямків та швидкостей вітру. За цими даними будується річна роза вітрів та роза вітрів по місяцях (рис. 3.6).

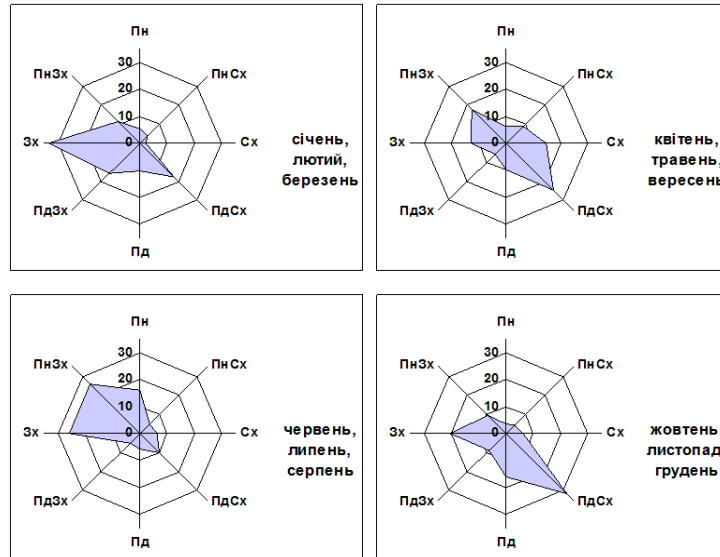


Рисунок 3.6 – Роза вітрів за місяцями

У січні, лютому і березні велика повторюваність (33,4%, 34,9% та 19,3%) західного вітру, в квітні, травні і вересні (24,5%, 20,3% та 20,7%) південно-східного напрямку, у червні, липні і серпні (25,6%, 23,2% та 19,7%) західного та північно-західного, у жовтні, листопаді і грудні (27,2%, 31,3% та 23,5%) південно-східного та західного.

У Тернопільській області найбільшу повторюваність мають вітри слабкі та помірні зі швидкістю 3-8 м/с. Швидкість більше 15 м/с спостерігається відносно рідко. Важливою характеристикою сильного вітру є його тривалість. За даними спостережень переважають сильні вітри тривалістю менше 3-х годин, але й бувають випадки, коли сильний вітер спостерігався протягом доби (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Повторюваність сильного вітру різної тривалості

Тривалість (години)	<3	3-6	6-12	12-24
Повторюваність (%)	45	9	6	2

Оскільки роза вітрів показує напрям звідки дме вітер для отримання напрямів переносу викидів в атмосферу, необхідно на 180° повернути її зображення. Таким чином, за місяцями можливо очікувати наступну повторюваність напрямів переносу викидів (рис. 3.7).

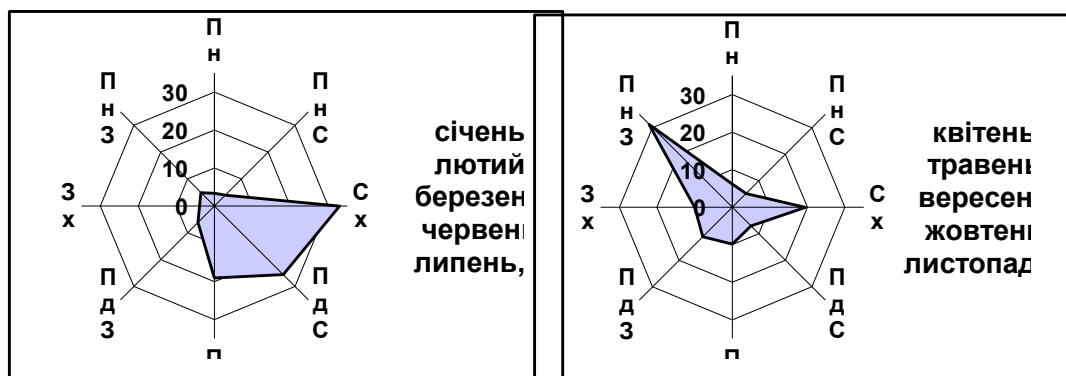


Рисунок 3.7 – Повторюваність напрямів (%) переносу викидів за місяцями

Дешифрування на космічних знімках проявів забруднення ґрунтових ділянок викидами в атмосферу проводилося шляхом використання прямих і не прямих дешифрувальних ознак. Перші з них пов'язані з варіаціями альbedo атмосфери, обумовлених наявністю в ній зважених твердих часточок техногенного або природного походжень, другі – з проявами впливу складових викидів, так званих індикаторів, які осідають на сніговий покрив.

Розсіювання світла на часточках обумовлює можливість ідентифікації на аерокосмічних знімках оптичного діапазону різних димових та пилових забруднень атмосфери – побутових та промислових викидів в атмосферу, диму від пожеж (спалювання сміття) на сміттєзвалищах та ін.

Димові шлейфи на космічних знімках оптичного діапазону виглядають світлішими, ніж підстильна поверхня, причому в короткохвильовій ділянці

спектра яскравість димового шлейфа, як правило, не збільшується. Якщо ж на димових часточках доволі велика конденсація водяної пари, димові шлейфи добре видно і в ІЧ-діапазоні. Димові шлейфи ідентифікують як по ознакам яскравості (яскравість зображення шлейфу вища, чим яскравість фону, але нижча, чим яскравість хмарності), так і по текстурним – формі контурів (частіше всього, конусоподібної) (рис. 3.8).



Рисунок 3.8 – Приклади ідентифікації забруднення на космічних знімках

В) Алгоритм картографування забруднень ґрунту викидами автомобільного транспорту:

- 1) вибір даних ДЗЗ;
- 2) створення точних цифрових карт автомобільних доріг і лісосмуг;
- 3) визначення основних характеристик автомобільних доріг;
- 4) створення геомodelей забруднень агроєкосистем вздовж придорожньої смуги;

5) оцінка забруднень ґрунту викидами автомобільного транспорту.

На сьогоднішній день проблема лісосмуг гостро стоїть для автомобільних доріг, які при будівництві розширювалися і відбувалася вирубка лісових насаджень.

Створення точних цифрових карт автомобільних доріг відбувається за даними ДЗЗ з різним просторовим розрізненням (чим детальніші аерокосмічні знімки, тим вища точність карт).

Після створення карт лісосмуг проводиться класифікація окремих ділянок автомобільних шляхів, які прилягають до земельної ділянки, яка досліджується: наявність (ширина) чи відсутність лісосмуги, визначення видового складу дерев.

Г) Алгоритм картографування забруднень агроecosystem внаслідок аварій на хімічно-небезпечних об'єктах, газо- і нафтопроводах та розповсюдження поверхневими і підземними водами небезпечних речовин з полігонів побутових (сміттєзвалища, очисні споруди) та промислових відходів (хвостосховища, терикони, кар'єри):

- 1) створення точних цифрових карт потенційно-небезпечних об'єктів;
- 2) аналіз різночасових космічних знімків та визначення факторів впливу (пожежної обстановки, паводкової ситуації та ін.);
- 3) створення цифрових моделей рельєфу;
- 4) аналіз погодних умов;
- 5) створення геомodelей забруднення агроecosystem внаслідок можливих аварій;
- 6) оцінка забруднень земельних ділянок внаслідок можливих аварій.

Для моделювання можливих зон забруднення необхідно створити базу даних небезпечних об'єктів, яка містить детальну інформацію про небезпечні речовини, які зберігаються. Після цього, з використанням математичних моделей розповсюдження хімічно-небезпечних речовин будуються зони забруднення та проводиться оцінка впливу на земельні ділянки.

Д) Для визначення напрямів міграції розчинних забруднюючих речовин за даними ДЗЗ застосовується наступний алгоритм:

1) Маскування (виділення) полів без рослинності.

Ефективність застосування матеріалів космічної зйомки для вивчення ґрунтового покриву в значній мірі залежить від часу проведення зйомки. Весняний період після сходження снігового покриву і просихання ґрунтів – період найбільшої відкритості ґрунтів – найкращий час отримання знімків для безпосереднього дешифрування ґрунтів за прямими ознаками. Осінній період оранки полів під озимі культури також оптимальний, так як характеризується великими площами відкритих ґрунтів.

2) Створення картограм вмісту гумусу.

Для дешифрування земної поверхні за допомогою космічних знімків використовуються їх спектральні характеристики, які найбільш точно відображають дешифрувальні ознаки об'єктів.

В цілому для оцінки впливу техногенного забруднення від окремого промислового підприємства на ділянки ґрунту пропонується наступний алгоритм:

1) Визначення джерел техногенного забруднення з використанням даних ДЗЗ.

2) Побудова геомodelей та визначення зон техногенного забруднення ДЗЗ.

3) Проведення наземних вимірів (агрохімічне обстеження ґрунтів).

4) Розрахунок балу екологічного стану ґрунту у межах ділянки (поля).

5) Оцінка екологічного стану ґрунту.

Оцінка впливу техногенного забруднення на агроєкосистеми полягає в розрахунку балу екологічного стану сільськогосподарської ділянки (кращій ділянці присвоюється 100 балів, менш продуктивна оцінюється нижче). Еталоном служать чорноземи вилужені і опідзолені з вмістом гумусу $\geq 8\%$, а також враховуються коефіцієнти забруднення:

$$B_{EC} = 50 * K_{AT} * K_{ПП} * K_{ПВ} * K_{ПНО} * K_{МРП} * K_{РЕ}, \quad (3.2)$$

де:

K_{AT} – коефіцієнт забруднення викидами автомобільного транспорту (близькість автомобільних доріг);

$K_{ПП}$ – коефіцієнт забруднення викидами промислових підприємств,
 $K_{ПВ}$ - коефіцієнт забруднення побутовими відходами;

$K_{ПНО}$ – коефіцієнт впливу небезпечного промислового об'єкту (внаслідок аварій на підприємстві);

$K_{МРП}$ – коефіцієнт забруднення надлишками мінеральних речовин та пестицидів;

$K_{РЕ}$ – коефіцієнт забруднення радіаційними елементами. Якщо вплив відсутній, коефіцієнт дорівнює 1.

Оцінка впливу техногенного забруднення дозволяє:

- оцінити реальний стан ґрунтових ділянок навколо промислових підприємств;
- оптимізувати співвідношення земельних угідь;
- спланувати відновлювальні роботи;
- зменшити ерозійні процеси;
- сформувати екологічно безпечні ландшафти.

Комплексна оцінка впливу техногенного забруднення на екосистеми дозволяє отримати реальну картину про їх стан та є основою ефективної системи контролю, а також сприяє правильному прийняттю управлінських рішень в галузі екологічної безпеки.

3.4 Висновок до третього розділу

В третьому розділі кваліфікаційної роботи описано алгоритми інформаційної технології керування станом довкілля промислового об'єкта.

Досліджено підхід індексування характеристик для оцінки впливу техногенного забруднення. Подано опис експерименту з моделювання.

Крім того:

1) Проведено класифікацію джерел техногенного забруднення та визначено основні дешифрувальні ознаки на аерокосмічних знімках.

2) Проведено моделювання та побудовано картографічні моделі забруднень земельних ділянок з використанням даних ДЗЗ і ГІС.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Небезпечні й шкідливі фактори при виконанні робіт за комп'ютером

Тема кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» присвячена розробці інформаційної системи керування станом довкілля промислового об'єкта.

На сьогодні основним нормативним документом, який визначає і регламентує норми і правила експлуатації електронно-обчислювальної техніки є НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» [26]. Правила встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць операторів ЕОМ.

НПАОП 0.00-7.15-18 є обов'язковим для виконання роботодавцями, операторами електронно-обчислювальних машин, операторами комп'ютерного набору, операторами комп'ютерної верстки та працівників інших професій, які у своїй роботі застосовують ЕОМ з ВДТ і ПП [26].

Згідно НПАОП 0.00-7.15-18 електронно-обчислювальні засоби повинні відповідати вимогам чинних в Україні стандартів і пройти державну санітарно-епідеміологічну експертизу у Порядку проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи.

З метою забезпечення електробезпеки користувачів ПК при використанні системи підтримки прийняття рішень щодо оптимізації мереж передачі даних необхідно, щоб комп'ютери і периферійні пристрої відповідали I-му класу захисту, або були заземленими відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01. Неприпустимим є використання клем функціонального заземлення для підключення захисного заземлення [27].

При організації робочих місць користувачів розробленої системи, необхідно забезпечити дотримання вимог щодо їх розташування, зокрема відстань робочого місця від стіни повинна складати 1м, а відстань між робочими місцями повинна становити 1,7 м. Площа, яка виділяється на одне робоче місце, обладнане ПК становить ≥ 6.0 м², а об'єм – ≥ 20 м³ [26].

При виборі кімнат для розміщення робочих місць ПК враховано ступінь відбиття світла на екранах дисплеїв, яке проходить через вікна і яке може викликати значне осліплення в тих, хто сидить перед ними, особливо влітку та в сонячні дні. Тому, ПК і оргтехніка розміщені біля стін, які не знаходяться біля вікон або навпроти них [26].

Оскільки, при незадовільному освітленні знижується продуктивність праці користувачів ПК, і можливі негативні впливи на здоров'я такі, як короткозорість, швидка втомленість, тому всі приміщення, які облаштовані робочими місцями з ПК, мають природне і штучне освітлення. Не допускається розташування робочих місць з ПК в підвальних приміщеннях [26].

Робочі місця з ПК при виконанні творчої роботи, яка потребує значної розумової концентрації, зокрема при проектуванні системи оптимізації мереж передачі даних, ізольовано одне від одного перегородкою висотою 1,6 м [26]. Поверхня підлоги у приміщеннях повинна бути оздоблена керамічною плиткою і бути рівною та зручною для очищення та вологого прибирання.

Штучне освітлення у приміщеннях повинно бути виконано у вигляді комбінованої системи освітлення з використанням люмінесцентних джерел світла у світильниках загального освітлення, які розташовувати над робочими поверхнями у рівномірно-прямокутному порядку. Штучне освітлення забезпечує на робочих місцях з ПК освітленість 300 – 500 Лк [26].

Для запобігання засвітленню екранів ПК прямими світловими потоками лінії світильників розташовані з достатнім бічним зміщенням відносно рядів робочих місць, а також паралельно до світлових отворів. При

цьому кожне вікно повинно мати світлорозсіюючі штори з коефіцієнтом відбивання 0,7 [26].

У приміщенні також необхідно забезпечити і природне освітлення, при цьому на кожному вікні закріплені жалюзі з вертикальними ламелями, що регулюються для зменшення прямого попадання сонячного світла на екран комп'ютерів.

З метою запобігання нещасним випадкам та організації охорони праці на виробництві розробляються інструкції з охорони праці і техніки безпеки при використанні комп'ютерної техніки. Дія інструкції поширюється на всі структурні підрозділи установи [27].

До роботи на ПК допускаються особи, які пройшли спеціальне навчання, медичне обстеження, вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці та інструктаж з пожежної безпеки [27].

З ергономічної точки зору, при розташуванні елементів робочого місця враховано наступні фактори [26]:

- простір для розміщення користувача;
- можливість огляду елементів робочого місця;
- можливість огляду простору за межами робочого місця;
- можливість робити записи, розміщення документації і матеріалів, які використовує користувач.

При дослідженні та експлуатації системи підтримки прийняття рішень при оптимізації мереж передачі даних проаналізовано та враховано необхідні вимоги охорони праці і правила техніки безпеки, що дозволило забезпечити зручні умови для ефективної роботи користувачів комп'ютерів.

4.2. Забезпечення безпеки життєдіяльності при роботі з ПК

Безпека життєдіяльності при роботі з ПК передбачає виконання ряду вимог щодо захисту людини від негативного впливу компонентів

комп'ютерної техніки і містить вимоги з електробезпеки, ергономічних вимог, пожежної безпеки та інших.

Заходи щодо усунення небезпеки ураження електричним струмом зводяться до правильного розміщення устаткування та електричних кабелів. Інші заходи щодо забезпечення електробезпеки, збігаються з загальними заходами пожежо- та електробезпеки [28].

В якості профілактичних заходів для забезпечення пожежної безпеки слід використовувати скриту електромережу, надійні розетки з пожежобезпечних матеріалів, силові мережі живлення устаткування виконувати кабелями, розрахованими на підключення в 3-5 разів більшого навантаження, включати й виключати живлення обладнання за допомогою штатних вимикачів [28]. Треба регулярно робити очистку внутрішніх частин комп'ютерів, іншого устаткування від пилу, розташовувати комп'ютери на окремих неспалюваних столах. Для запобігання іскріння необхідно рідше встромляти і виймати штепсельні вилки з розеток [28].

Екран дисплея повинен бути розташованим перпендикулярно до напрямку погляду. Якщо він розташований під кутом, то стає причиною сутулості. Відстань від дисплея до очей повинна трохи перевищувати звичну відстань між книгою та очима. Перед екраном монітора, особливо старих типів, повинен бути спеціальний захисний екран. При його відсутності треба сидіти на відстані витягнутої руки від монітора. Ще одним моментом, який стосується зору, є необхідність створення неоднорідного поля зору [28].

Важливою є форма спинки крісла, яка повинна повторювати форму спини. Висота крісла повинна бути такою, щоб користувач не почував тиску на куприк або стегна. Крісло бажано обладнати бильцями. Його потрібно встановити так, щоб не треба було тягтися до клавіатури. Періодично користувачу необхідно рухатися, вчасно змінювати положення тіла і робити перерви у роботі [28].

При напруженій роботі за комп'ютером щогодини необхідно робити перерву на 15 хвилин через кожну годину і треба займатися іншою справою. Декілька разів на годину бажано виконувати серію легких вправ для розслаблення.

Наслідками регулярної роботи з комп'ютером без застосування захисних засобів можуть бути: захворювання органів зору (60% користувачів); хвороби серцево-судинної системи (20%); захворювання шлунково-кишкового тракту (10%); шкірні захворювання (5%); різноманітні пухлини.

Режим праці та відпочинку при роботі з персональною електронно-обчислювальною машиною (ПЕОМ) залежить від категорії трудової діяльності. Всі роботи з ПЕОМ ділять на три категорії. Перша - епізодичне зчитування і робота з інформацією не більше 2-х годин за 8-годинну робочу зміну. Друга - зчитування інформації або творча робота не більше 4-х годин за восьми годинну зміну. Третя - зчитування інформації або творча робота тривалістю більше 4-х годин за зміну [28].

Якщо у приміщенні експлуатується більше одного комп'ютера, то треба врахувати, що на одного користувача можуть впливати випромінювання від інших, в першу чергу бокових, а також і задньої стінки сусіднього дисплея. Тому необхідний захист спеціальними фільтрами і щоб користувач розміщався від бічних і задніх стінок інших дисплеїв на відстані не ближче одного метра [28].

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) роботу з персональним комп'ютером віднесла до небезпечних, бо їй притаманний фактор постійно діючого стресу. Через це небезпеці піддаються всі життєво важливі органи людини, з'являється ризик виникнення серйозних хвороб [28].

Електромагнітні поля комп'ютерної техніки, особливо низькочастотні, негативно впливають на людину і в першу чергу на її центральну нервову систему, викликаючи головний біль, запаморочення, нудоту, депресію,

безсоння, відсутність апетиту, виникнення синдрому стресу. Причому нервова система реагує навіть на короткі за тривалістю впливи слабких полів: змінюється гормональний стан організму, порушуються біоструми мозку. Це призводить до погіршення зору, ускладненню серцево-судинних захворювань і зниження імунітету.

Характерною рисою професії оператора ПК є статичний режим роботи: великий обсяг праці треба виконувати в сидячому положенні. При цьому більшість груп м'язів постійно напружені, що призводить до швидкої стомлюваності, сприяє розвитку фахових патологічних вигинів хребта: грудному гіперкифозу, сплюсненню шийного лордозу і формуванню сколіозів [28].

Неправильне розташування дисплеїв по висоті - занадто низьке або високе, під неправильним кутом - є головною причиною появи сутулості. Занадто високе розташування дисплея призводить до тривалої напруги шийного відділу хребта, що, зрештою, може призвести до розвитку остеохондрозу. Ненормальний стан хребта може стати причиною захворювання всього організму [28].

Отже, щоб запобігти негативним впливам необхідно знати небезпечні сторони комп'ютерної техніки і правила безпечної роботи з ними, вміти використовувати засоби запобігання небезпекам. Негативні фактори перед усім пов'язані із загально відомими небезпечними чинниками – ураження електричним струмом, пожежонебезпечністю, шумом та вібрацією.

ВИСНОВКИ

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр»:

- проведено огляд наукових джерел за темою дослідження;
- виявлено неузгодженості, неточності даних інформаційних технологіях, які покликані забезпечувати задачі керування станом довкілля, що призводить до різних прогнозів та невідповідності управлінських рішень;
- досліджено індикатори, на яких може базуватися модель інформаційної технології, що розробляється;
- проаналізовано існуючі інформаційні технології за темою дослідження та виявлено, що вони використовують значну кількість різноманітних даних, орієнтовані на дослідження у великих масштабах, що ускладнює їх застосування на рівні одного підприємства;
- зроблено висновок, щодо необхідності удосконалення існуючих методів оцінки, з метою збереження та відновлення родючості ґрунтів, особливо на ділянках, розташованих біля великих промислових об'єктів та вздовж трас державного значення;
- визначено, що для вирішення зазначених питань доцільним є комплексне використання існуючих методів оцінки впливу техногенного забруднення на екосистеми та застосування інструментів сучасних геоінформаційних систем і GPS технологій.

В другому розділі кваліфікаційної роботи:

- досліджено можливу імітаційну модель, яка може ствати основою інформаційної технології керування станом довкілля промислового об'єкта;
- наведено формалізований опис проблемної ситуації, за яким пропонується створювати інформаційну технологію;
- наведено опис автоматизації процесу керування довкіллям на прикладі модуля контролю екологічного стану ґрунту;

- розроблено алгоритм дешифрування ділянок ґрунту та створено модуль для програмного забезпечення ArcGIS, який дозволяє проводити автоматизоване дешифрування даних ДЗЗ;

- надано порівняльну характеристику точності створення цифрових карт за даними ДЗЗ з різним просторовим розрізненням.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи:

- описано алгоритми інформаційної технології керування станом довкілля промислового об'єкта;

- досліджено підхід індексування характеристик для оцінки впливу техногенного забруднення;

- подано опис експерименту з моделювання;

- проведено класифікацію джерел техногенного забруднення та визначено основні дешифрувальні ознаки на аерокосмічних знімках;

- побудовано картографічні моделі забруднень земельних ділянок з використанням даних ДЗЗ і ГІС.

У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проаналізовано небезпечні й шкідливі фактори при виконанні робіт за комп'ютером. Описано створення і функціонування системи моніторингу довкілля з метою інтеграції екологічних інформаційних систем, що охоплюють певні території.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» № 1264-ХІІ від 26.06.1991. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991, № 41, ст.546 (зі змінами та доповненнями).
2. Індикативний аналіз сталості технологічного розвитку / С. К. Полумієнко, Л. О. Рибаків. За ред. члена-кореспондента НАН України Довгого С.О. – Київ: Логос, 2015. – 191 с.
3. Навколишнє середовище // Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. — Львів, 2010. — С. 130. — ISBN 978-966-7407-83-4.
4. Конституція України. Від 28 червня 1996 року. З змінами і доповненнями, внесеними законами України від 8 грудня 2004 року N 2222-IV, від 1 лютого 2011 року N 2952-VI, від 19 вересня 2013 року N 586-VII, визнано такими, що є чинними на території України згідно з Законом України від 21 лютого 2014 року N 742-VII.
5. Моніторинг забруднення земель уздовж доріг викидами автотранспорту засобами ДЗЗ / ГІС технологій / Довгий С.О., Красовський Г.Я., Трофимчук О.М., Клименко В.І. [та ін.] // Екологія і ресурси. – 2006. – № 14. – С. 43 – 49.
6. Дордоль О.Г. Екологія і розвиток транспортної мережі / О.Г. Дордоль // Екологія і ресурси. – 2003. – № 8. – С. 95 – 103.
7. Антропогенне забруднення геологічного середовища та ґрунтово-рослинного покриву / [Сафранов Т.А., Польовий А.М., Коніков Є.Г. та ін.]. – О.: Видавництво «ТЭС», 2003. – 260 с.
8. Закон України Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року. № 2697-VIII. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2019, № 16, ст.70. (зі змінами і доповненнями).

9. Постанова Верховної Ради України від 24.12.1999 № 1359-XIV «Про Концепцію сталого розвитку населених пунктів».
10. Указ Президента України «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» від 30.09.2019 р. №722/2019.
11. Закон України. Про об'єкти підвищеної небезпеки. № 2245-III від 18.01.2001. (Зі змінами і доповненнями).
12. Методика ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів затвердженої наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи № 98 від 23.02.2006 року.
13. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку особливо небезпечних підприємств, припинення діяльності яких потребує проведення спеціальних заходів щодо запобігання заповідянню шкоди життю та здоров'ю громадян, майну, спорудам, навколишньому природному середовищу» від 06.05.2000. – №765. – 8 с.
14. Назаренко І.І. Грунтознавство: підручник / І.І. Назаренко, С.М. Польшина, В.А. Нікорич. – Чернівці: Рута, 2003. – 400 с.
15. Позняк С.П. Картографування ґрунтового покриву / С.П. Позняк, Є.Н. Красуха, М.Г. Кіт. – Львів: видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2003. – 500 с.
16. Словник з дистанційного зондування Землі / [ред. В.І. Лялько, М.О. Попов]. – К., СМП АВЕРС. – 2004. – 170 с.
17. Статистика сільського господарства та навколишнього середовища. Основні показники охорони атмосферного повітря та поводження з небезпечними відходами [Електронний ресурс]: за даними Головного управління статистики у Київській області / Головне управління статистики у Київській області; Бубнова І.Л. – Київ. – 2007. – Режим доступу до статистичної інформації:
<http://www.obiaostat.kiev.ua/content/p.php3?c=112&lang=1>.

18. Оглядовий портрет областей України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.experts.in.ua>.
19. Коваленко О.В. Моделювання міграції тритію в навколишньому середовищі / О.В. Коваленко // Математичне моделювання в економіці. – 2015. - №2. – С. 51-64.
20. Кряжич О.О., Коваленко О.В. Моделювання події радіаційного забруднення локальних територій в умовах невизначеності // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Київ. нац. Ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору; редкол. О.С. Волошкіна, О.М. Трофимчук (голов. ред.) [та ін.]. – К., 2015. – Вип. (3) 19. – С. 100-112.
21. Балацький О. Екологічний менеджмент: проблеми та перспективи становлення та розвитку / О. Балацький, В. Лук'янихін, О. Лук'янихіна // Економіка України. – 2000. – № 5. – С. 68-73.
22. Биченок М.М. Про оцінювання ризиків життєдіяльності і господарювання у природно-техногенній сфері / М.М. Биченок, О.Г. Рогожин, С.О. Яковлев // Екологія і ресурси. – 2004. – №10. – С. 28-38.
23. Косс В.А. Комплексна інтелектуальна підтримка процедур ситуаційного управління активними об'єктами / В.А. Косс // Математичні машини і системи. – 2004. – №4. – С. 13-28.
24. Клименко М.О. Моніторинг довкілля / М.О. Клименко, А.М. Прищепя, Н.М. Вознюк. – Рівне: УДУВГП, 2004. – 232 с.
25. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. М.: Академия, 2004. 336 с.
26. Ковда В.А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана / В.А. Ковда. – М.: Наука, 1987. – 182 с.
27. Красовский Г.Я. Введение в методы космического мониторинга окружающей среды / Г.Я. Красовский, В.А. Петросов. – Харьков: гос. аэрокосмический ун-т им. Н.Е.Жуковского (ХАИ), 1999 – 205 с.

28. Концепція загальнодержавної програми використання та охорони земель / А.С. Даниленко, К.Г. Радченко, Ю.М. Альбоций [та ін.] // Землевпорядний вісник. – 2004. – № 4. – С. 54 – 59.
29. Контроль аэрозольных выбросов в окрестности автотрасс / В.Ф. Рапута, В.В. Коковкин, О.В. Шуваева [и др.] // ENVIROMIS: междунар. конф., 6-12 июля 2002 г.: тезисы докл. – Томск. – 2002. – С. 121 - 124.
30. Космические методы геоэкологии / Под ред. В.И. Кравцовой. М.: Геогр. ф-т МГУ, 1998. 108 с.
31. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. Методично-нормативне забезпечення / За загальною ред. В.П. Патики та О.Г. Тараріко. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 296 с.
32. Аммосова Я.М. Охрана почв от химических загрязнений / Я.М. Аммосова, Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова. – М.: Издательство МГУ, 1989. – 96 с.
33. Антонець С.С. Шлях до ґрунтозахисного землеробства / Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні. – К.: 2000. – С 53-77.
34. Антропогенне забруднення геологічного середовища та ґрунтово-рослинного покриву / [Сафранов Т.А., Польовий А.М., Коніков Є.Г. та ін.]. – О.: Видавництво «ТЭС», 2003. – 260 с.
35. Ареали забруднення техногенним пилом земель навколо міст України по даних космічних зйомок / [Красовський Г.Я., Трофимчук О.М., Греков Д.Л., Клименко В.І. та ін.] // Екологія і ресурси. – 2005. – № 13. – С. 23 – 39.
36. Красовський Г.Я., Петросов В.А. Космічний моніторинг водних екосистем з використанням ГІС-технологій. Київ.: Український інститут досліджень навколишнього середовища і ресурсів. 2002. - 230с.
37. Тараріко О.Г. Сучасні проблеми охорони, агрохімічного обстеження та паспортизації сільськогосподарських угідь // Агроекологічний журнал. – №2. – 2001. – С 3-7.

38. Энди Митчелл Руководство по ГИС анализу. Пространственные модели и взаимосвязи; [пер. с англ.]. – ч. 1. – Киев: ЗАО ЕСОММ Со., Стилос, 2000. – 198 с.
39. Боднарчук І.О. Оцінювання якості архітектури програмного забезпечення з використанням алгоритму простого вибору [Електронний ресурс] / Боднарчук Ігор Орестович, Харченко Олександр Григорович, Яцишин Василь Володимирович : Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя , 2011 — Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/963>
40. Довгий С. О., Бідюк П. І., Трофимчук О. М. Системи підтримки прийняття рішень на основі статистично-ймовірнісних методів. – К.: Логос. – 2014. – 419 с.
41. Довгий С. О., Бідюк П. І., Трофимчук О. М., Савенков О. І. Методи прогнозування в системах підтримки прийняття рішень. – К.: Азимут-Україна. – 2011. – 608 с.
42. Bodnarchuk I. Adaptive method for assessment and selection of software architecture in flexible techniques of design / Bodnarchuk I., Lisovyi V., Kharchenko O., Galai I. // 2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2018 - Proceedings : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. , 2018 — vol. 1. — 292-297 — ISBN 9781538664636.
43. Stashchuk M. Evaluation of theoretical strength of porous materials according to catastrophe theory / Mykola Stashchuk, Zinoviy Nytrebych, Roman Hromyak // Scientific Journal of TNTU. — Tern. : TNTU, 2020. — Vol 99. — No 3. — P. 44–54.
44. Станько А. А. Розумне місто як комплексна система інтеграції послуг та функціонування міської інфраструктури / А. А. Станько, О. В. Мацюк // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції

молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. — Том 2. — С. 92–93.

45. Мацюк О. В. Особливості створення геоінформаційних систем з використанням карт google та додатків на їх основі / О. В. Мацюк, Т. Р. Склярва // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. — Том 2. — С. 88.

46. Марценко С. В. Математичне моделювання та статистичні методи обробки даних вимірювань в задачах моніторингу електронавантаження / Марценко С.В. . — Тернопіль , 2011 — 20 с.

47. Дослідження операцій. Ч. 3. Ухвалення рішень і теорія ігор / М. Я. Бартіш, І. М. Дудзяний. — Львів: Видавничий центр Львівського національного університету ім. І.Франка, 2009 . — 277 с. : іл. — Бібліогр.: с.271-272 (36 назв) . — ISBN 966-613-496-9

48. Теорія ігор / Бартіш М. Я., Роман Л. Л. — Львів: Видавничий центр ЛНУ, 2005. — 120 с.

49. Матюшкин А. М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении / А. М. Матюшкин. – М. : Педагогика, 1972. – 244 с.

50. Стрижак О. Є. Формування таксономій шарів карт в ГІС-середовищах на основі онтологій натуральних систем / О. Є. Стрижак, М. А. Попова // Радіоелектронні і комп'ютерні системи : наук.-техн. журн. – 2013. – № 4 (63). – С. 46 – 55.

51. Палагин А. В. Инструменты поддержки процессов аналитической деятельности эксперта при тематическом исследовании информационных ресурсов и источников / [Палагин А. В., Величко В. Ю., Стрижак А. Е., Попова М. А.] // International Journal “Information Technologies and Knowledge”. – 2010. – Vol. 4, Number 4. – P. 329 – 347.

52. Палагин А. В. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний: монография / А. В. Палагин, С. Л. Кривый, Н. Г. Петренко. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2012. – 324 с.
53. Энди Митчелл Руководство по ГИС анализу. Пространственные модели и взаимосвязи; [пер. с англ.]. – ч. 1. – Киев: ЗАО ECOMM Co., Стилос, 2000. – 198 с.
54. Digital soil map of the world and derived soil properties [electronic resource] / FAO; UNESCO. — Rome : FAO; UNESCO, 2003. — 1 CD-ROM — (FAO land and water digital media series / Rev.1; 1).
55. Андронников В.Л. Аэрокосмические методы изучения почв. М.: Колос, 1979. 280 с.
56. Надточій П.П. Екологія ґрунту та його забруднення / П.П. Надточій, В.Г. Гермашенко, Ф.В. Вольвач. – Київ: Аграрна наука, 1998. – 286 с.
57. Тараріко О.Г. Сучасні проблеми охорони, агрохімічного обстеження та паспортизації сільськогосподарських угідь // Агроекологічний журнал. – №2. – 2001. – С 3-7.
58. Державна служба статистики України – Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua/>.

ДОДАТКИ

Тези конференції

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

МАТЕРІАЛИ

X НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



7–8 грудня 2022 року

**ТЕРНОПІЛЬ
2022**

О. Кравчук РОЗРОБКА ТЕЛЕГРАМ БОТІВ НА PYTHON O. Kravchuk DEVELOPMENT OF TELEGRAM BOTS IN PYTHON	29
Н. Лісовий, А. Ставицька, А. Гіжовський АНАЛІТИЧНЕ ОПРАЦЮВАННЯ ВЕЛИКИХ ЗА ОБСЯГОМ ДАНИХ N. Lisovyi, A. Stavytska, A. Hizhovskiy LARGE DATA VOLUMES ANALYTICAL PROCESSING	30
Н. Шаблій, П. Марценюк СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ N. Shabliy, P. Martseniuk ENVIRONMENTAL STATE MONITORING SYSTEMS	31
Р. Маслій СИСТЕМА БЕЗПЕКИ ДЛЯ ІОТ З ВИКОРИСТАННЯМ SIEM ТЕХНОЛОГІЙ R. Maslii SECURITY SYSTEM FOR IOT USING SIEM TECHNOLOGIES	32
А. Блавицький, С. Мацюк, С. Криськова ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ПЛАТЕЖУ A. Blavitskiy, S. Matsiuk, S. Kryskova PAYMENT LIFE CYCLE	33
М. Мокрицький, Ю. Скоренький ДОСЛІДЖЕННЯ ВРАЗЛИВОСТЕЙ НЕЙРОІНТЕРФЕЙСІВ M. Mokrytskiy, Yu. Skorenkyu STUDY OF BRAIN-COMPUTER INTERFACES VULNERABILITY	34
Г. Мушинська, Л. Дмитроца АНАЛІТИКА ОПТИМІЗАЦІЇ ЧАТ-БОТА H. Mushynska, L. Dmytrotsa CHAT BOT OPTIMIZATION ANALYTICS	35
К. Ніколін РОЗВІДКА ВІДКРИТИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЗАГРОЗ БЕЗПЕКИ БІЗНЕСУ K. Nikolyn OPEN SOURCE INTELLIGENCE FOR IDENTIFYING BUSINESS SECURITY THREATS	36
Т. Патральський ТРАНСФОРМАЦІЯ ДАНИХ У НАСТРОЮВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ЗВІТИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ПАНЕЛІ LOOKER STUDIO T. Patralskiy DATA TRANSFORMATION INTO CUSTOMIZABLE INFORMATION REPORTS AND INFORMATION PANELS LOOKER STUDIO	37
Ю. Петришин СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ, МОДЕЛЬ ISO 27001 Yu. Petryshyn MANAGEMENT SYSTEMS, ISO 27001 MODEL	38
П. Прийма, А. Зав'ялова, В. Дуда ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, «ВЕЛИКІ ДАНІ» ТА АНАЛІТИКА. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕНЬ P. Pryima, A. Zavalova, V. Duda THE INTERNET OF THINGS, BIG DATA AND ANALYTICS. RESEARCH STATUS AND PROSPECTS	39
П. Прийма, А. Зав'ялова, В. Дуда ІНСТРУМЕНТИ АНАЛІТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ «ВЕЛИКИХ ДАНИХ» P. Pryima, A. Zavalova, V. Duda TOOLS FOR BIG DATA ANALYTICAL PROCESSING	40

УДК 004.67

Н. Шаблій, П. Марценюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

УДК 004.67

N. Shabliy, P. Martseniuk

ENVIRONMENTAL STATE MONITORING SYSTEMS

Стан довкілля значною мірою залежить від компетентності фахівців у галузі екологічної безпеки, які відповідають за прийняття управлінських рішень щодо зменшення негативного впливу на природне навколишнє середовище. Спеціалізовані системи управління екологічною безпекою за даними моніторингу необхідні для: виявлення і прогнозування прихованих тенденцій і закономірностей розвитку екологічних процесів, ідентифікації раніше невідомих взаємозв'язків між екологічними параметрами і факторами впливу, розробки оптимізаційних рекомендацій у галузі екологічної безпеки, візуалізації результатів аналізу, підготовки попередніх звітів і проєктів допустимих рішень з відповідним оцінюванням тощо. Об'єктом спостереження моніторингу можуть бути як окремі точки й зони, так і глобальні природні системи; різні види та рівні моніторингу відрізняються залежно від предмета спостереження, ступеня антропогенного порушення об'єктів контролю, просторово-часових параметрів досліджень, методів досліджень, джерел і факторів антропогенного впливу тощо. Система екологічного моніторингу повинна накопичувати, систематизувати та аналізувати інформацію про стан довкілля, про причини спостережуваних і ймовірних змін стану, про допустимість змін і навантажень на середовище, про існуючі резерви біосфери. Слід зазначити, що у відношенні екологічної інформації необхідно враховувати також вимоги та специфікації міжнародних зобов'язань. Поняття навколишнього середовища можна визначити як біологічні, біофізичні і хімічні чинники і ресурси, які оточують людину в процесі його життя. Необхідно відмітити однак, що існуючі статистичні дані відносяться до захворюваності і смертності, тобто, вони засновані на наявності хвороб.

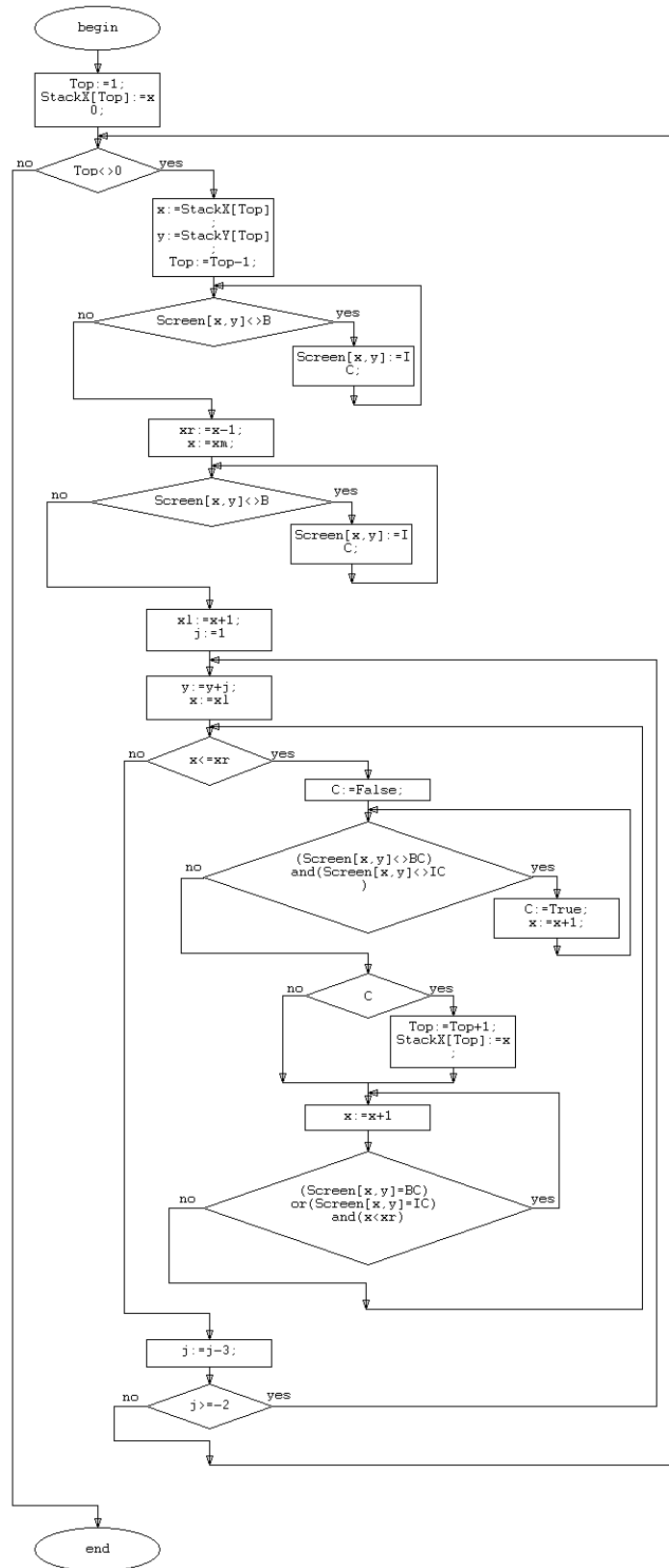
Для інформаційної системи – основним елементом може бути запропонований „показник” або «індикатор». Індикатори можуть бути в тій або іншій мірі узагальнені в залежності від необхідності спрощення, яка, в свою чергу, залежить від цільової групи, для якої вони призначені. Рухаючись вгору по піраміді узагальнення інформація стискується з початкових даних до більш комплексних і укрупнених індексів – індикаторів. Індекси складаються на основі початкових даних із застосуванням простих функцій, таких як: складання, множення або перетворення початкових даних в укрупнений індекс. Крім того, необхідно підкреслити, що індикатори не зводяться тільки до автоматичного об'єднання даних нижчого рівня, але, і, як говорилося вище, вони можуть розраховуватись із застосуванням простих функцій на основі даних нижчого рівня.

Література

1. A.O. Zaporozhets, V.S. Eremenko, R.V. Serhiienko, and S.A. Ivanov, «Development of an intelligent system for diagnosing the technical condition of the heat power equipment», XIII International Scientific and Technical Conference «Computer Sciences and Information Technologies» (CSIT 2018), Lviv, p. 48–51, 2018. URL: <https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2018.8526742>. Accessed on: December 30, 2018.
2. Дмитренко І.А. Екологічне право України. - 2-е вид., переробл. та допов. К.: Юрінком Інтер, 2001. 352 с.

Додаток Б

Блок-схема алгоритму модуля



Лістинг коду програми

```

unit Unit1;
interface
    uses Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
Forms, Dialogs, GR32_Layers, GR32_Polygons, StdCtrls, GR32_Image, GR32,
ExtCtrls, Menus, ExtDlgs, Gauges, JPEG, Grids, ActnPopup, ComCtrls, Tabs,
DockTabSet;
    type
        TFormMain = class (TForm)
            ImgView321: TImgView32; ScaleBar: TScrollBar; OptionsImPanel:
TPanel; ScaleLabel: TLabel; ScaleCombo: TComboBox; MainMenu:
TMainMenu; FileN: TMenuItem; OpenN: TMenuItem; ExitN: TMenuItem;
OpenPictureDialog1: TOpenPictureDialog; CloseN: TMenuItem; ScalePanel:
TPanel; SystemPanel: TPanel; XYPanel: TPanel; RGBPanel: TPanel; Grid:
TStringGrid; NewPolButton: TButton; EditN: TMenuItem; DelAllN: TMenuItem;
DelLastN: TMenuItem; N7: TMenuItem; ProzrCont: TScrollBar; DelPolButton:
TButton; Label1: TLabel; SavePictureDialog1: SavePictureDialog; SaveContN:
TMenuItem; N2: TMenuItem; OpenContN: TMenuItem FillPanel: TPanel;
AddDelPanel: TPanel; Label2: TLabel; TochekPanel: TPanel; RadioVidCon:
TRadioGroup; ChangePanel: TPanel; N1: TMenuItem; AutoOptPanel: TPanel;
Label8: TLabel; Label5: TLabel; EditR: TEdit; EditG: TEdit; EditB: TEdit;
Label9: TLabel; Panel1: TPanel; Panel2: TPanel; ColorDialog1: TColorDialog;
Button1: TButton; Label10: TLabel; Shape1: TShape; WxWyPanel: TPanel;
Panel4: TPanel; Label6: TLabel; UpLeftX: TEdit; Panel5: TPanel; Label7: TLabel;
UpLeftY: TEdit; Panel6: TPanel; Label3: TLabel; RazrEdit: TEdit;
SaveTextFileDialog1: TSaveTextFileDialog; Memo1: TMemo; Button2: TButton;
        procedure Button1Click (Sender: TObject);

```



```

    procedure DelAllNClick (Sender: TObject); procedure OpenContNClick
(Sender: TObject); procedure SaveContNClick (Sender: TObject); procedure
DelLastNClick (Sender: TObject); procedure DelPolButtonClick (Sender:
TObject); procedure GridMouseDown (Sender: TObject; Button: TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer); procedure GridMouseUp (Sender: TObject;
Button: TMouseButton; Shift: TShiftState; X, Y: Integer); procedure
rozrContChange (Sender: TObject); procedure CloseNClick (Sender: TObject);
procedure GridSelectCell (Sender: TObject; ACol, ARow: Integer; var CanSelect:
Boolean); procedure GridKeyDown (Sender: TObject; var Key: Word; Shift:
TShiftState); procedure NewPolButtonClick (Sender: TObject); procedure
ImgView321MouseDown (Sender: TObject; Button: TMouseButton; Shift:
TShiftState; X, Y: Integer; Layer: TCustomLayer); procedure FormCreate (Sender:
TObject); procedure OpenNClick (Sender: TObject); procedure
ScaleComboChange (Sender: TObject); procedure ScaleBarChange (Sender:
TObject); procedure ImgView321MouseMove (Sender: TObject; Shift:
TShiftState; X, Y: Integer; Layer: TCustomLayer); procedure DelContour (nomer:
integer); private Polygon: array [1..1000] of TPolygon32; Outline: TPolygon32;
procedure Build; procedure Draw (sloi: integer; proz: integer); procedure Left;
procedure Right; procedure Up; procedure Down; function ColorSrav (colFun:
TColor32): boolean; function StopUp: boolean; function StopLeft: boolean;
function StopDown: boolean; function StopRight: boolean; procedure
OtrisovkaAuto;

    var
        FormMain: TFormMain; CurDir: string; p: TPoint; conty: array [1..1000] of
TBitmapLayer; id: word; points: word; colg,rowg: integer; mm: boolean;
        scrollfill: boolean; xt,yt: array [0..1000] of integer; dlina: array [1..1000] of
real;
        square: array [1..1000] of real; prozra: array [1..1000] of integer; // dot: array
[1..10000,1..10000] of integer; dot: array of array of array of integer; x_g,y_g:
integer; col,colP: TColor32; StopperSlayer: boolean;

```

```

procedure Area; var i: Integer; begin xt [0]: = xt [points]; yt [0]: = yt
[points]; square [id]: = 0; i: = 0; repeat square [id]: = square [id] + (xt [i] +xt [i+1])
* (yt [i] - yt [i+1]); i: = i+1; until not (i<=points-1); square [id]: = 0.5*Abs (square
[id]); end; procedure perimetr; vari: integer; begin dlina [id]: =0; for i: = 1 to
points-1 do dlina [id]: =dlina [id] + sqrt ( (xt [i] - xt [i+1]) * (xt [i] - xt [i+1]) + (yt
[i] - yt [i+1]) * (yt [i] - yt [i+1])); dlina [id]: =dlina [id] +sqrt ( (xt [1] - xt [points])
* (xt [1] - xt [points]) + (yt [1] - yt [points]) * (yt [1] - yt [points])); end;

```

```

procedure Delay (ms: longint); var TheTime: LongInt; begin TheTime: =
GetTickCount + ms; while GetTickCount < TheTime do Application.
ProcessMessages; end;

```

```

procedure TFormMain. Build; var TmpPoly: TPolygon32; begin Outline.
Free; Outline: = nil; TmpPoly: = Polygon [id]. Outline; Outline: = TmpPoly. Grow
(Fixed (0), 0); Outline. FillMode: = pfWinding; TmpPoly. Free;

```

```

end; procedure TFormMain. DelAllNClick (Sender: TObject); vari:
integer; begin for i: = 1 to id do begin Grid. Rows [i]. Clear (); Polygon [id]. Clear;
Conty [i]. Free; end; id: =0; DelPolButton. Enabled: =False; end;

```

```

procedure TFormMain. DelLastNClick (Sender: TObject); begin if (id<>0)
then DelContour (id); end; procedure TFormMain. DelPolButtonClick (Sender:
TObject);

```

```

begin DelContour (rowg); end;

```

```

procedure TFormMain. Draw (sloi: integer; proz: integer); begin Conty
[sloi]. Bitmap. BeginUpdate; Conty [sloi]. Bitmap. Clear ($00); Conty [sloi].
Bitmap. Draw (0, 0, Conty [sloi]. Bitmap); Polygon [sloi]. DrawFill (Conty [sloi].
Bitmap, SetAlpha (clBlue32, proz)); Polygon [sloi]. DrawEdge (Conty [sloi].
Bitmap, SetAlpha (clBlack32, 255)); Conty [sloi]. Bitmap. EndUpdate; Conty
[sloi]. Bitmap. Changed; ImgView321. Refresh; end; procedure TFormMain.
SaveContNClick (Sender: TObject); var: integer; bm: TBitmap32; fFileHandle:
TextFile; begin bm: = TBitmap32. Create (); bm. SetSize (ImgView321. Bitmap.
Width, ImgView321. Bitmap. Height); bm. FillRect (0,0,bm. Width,bm.
Height,$0f000000); for i: = 1 to id do conty [i]. bitmap. DrawTo (bm); if

```

```

SavePictureDialog1. Execute then bm. SaveToFile (SavePictureDialog1.
FileName); memo1. lines. Add (razredit. text); memo1. lines. Add ('0.0'); memo1.
lines. Add ('0.0'); memo1. lines. Add ('-razredit. text); memo1. lines. Add
(UpLeftX. text); memo1. lines. Add (UpLeftY. text); memo1. Lines. SaveToFile
('c: \test. jgw'); memo1. Clear; end; procedure TFormMain. NewPolButtonClick
(Sender: TObject); varswap: integer; beginscrollfill: =true; if ( (points>=3) or
(id=0)) and (radiovidcon. ItemIndex=0) then Begin inc (id); conty [id]:
=TBitmapLayer. Create (ImgView321. Layers); conty [id]. Bitmap. SetSizeFrom
(ImgView321. Bitmap); conty [id]. Bitmap. DrawMode: = dmBlend; conty [id].
Location: = FloatRect (0, 0, conty [id]. Bitmap. Width, conty [id]. Bitmap.
Height); conty [id]. Scaled: =True; {conty [id]. Bitmap. MoveTo (0,0); conty [id].
Bitmap. pencolor: =Color32 (clBlack);
    conty [id]. bitmap. LineToS (200, 200); }Polygon [id]: = TPolygon32.
Create; Polygon [id]. NewLine; points: =0; Grid. Cells [0, id]: = (IntToStr (id));
Grid. Cells [1, id]: ='set ' + IntToStr (3-points) + ' dots'; Grid. Cells [2, id]: ='set ' +
IntToStr (3-points) + ' dots'; prozra [id]: =ProzrCont. Position; end; end;
    procedure TFormMain. FormCreate (Sender: TObject);
beginStopperSlayer: =true;
    GetDir (0, CurDir); id: =0; points: =0; mm: =true; DelPolButton. enabled:
=false;
    rowg: =0; colg: =0; scrollfill: =true; Grid. Cols [0]. Add ('Контур'); Grid.
Cols [1]. Add ('Периметр'); Grid. Cols [2]. Add ('Площадь'); end; procedure
TFormMain. GridKeyDown (Sender: TObject; var Key: Word;
    Shift: TShiftState);
    var i: integer; begin if (Key = VK_DELETE) then DelContour (rowg);
    if (Key = VK_INSERT) and (Grid. Cells [colg, rowg] <> "") then begin draw
(Rowg, 1); Delay (50); draw (Rowg, 200); Delay (50); draw (Rowg, Prozra [rowg]);
Delay (50); end; end;
    procedure TFormMain. GridMouseDown (Sender: TObject; Button:
TMouseButton;

```

```

Shift: TShiftState; X, Y: Integer); beginmm: =true; end; procedure
TFormMain. GridMouseUp (Sender: TObject; Button: TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
beginmm: =false; end; procedure TFormMain. GridSelectCell (Sender:
TObject; ACol, ARow: Integer; var CanSelect: Boolean); begin scrollfill: =false;
colg: =ACol; rowg: =ARow;
DelPolButton. Enabled: =True;
if Grid. Cells [Colg,Rowg] <>" then begin while mm=True do begin draw
(Rowg,1); Delay (50); draw (Rowg, 200); Delay (50); draw (Rowg,Prozra [rowg]);
Delay (50); end; end; end;
procedure TFormMain. Left; var i,j: integer; beginrepeat for j: = 0 to
mgview321. Bitmap. Height do begin for i: = 0 to imgview321. Bitmap. Width-1
do begin if (dot [id, i,j] =0) and (dot [id, i+1,j] =1) then begin if ColorSrav
(ImgView321. Bitmap. PixelS [i,j]) =True then begin dot [id, i,j]: =1; if i=0 then
dot [id, i,j]: =2; end else dot [id, i,j]: =2; end; end; end;
until StopLeft=False; end; procedure TFormMain. Right; var i,j: integer;
beginrepeat for j: = 1 to imgview321. Bitmap. Height do begin for i: =
imgview321. Bitmap. Width downto 1 do begin if (dot [id, i,j] =0) and (dot [id, i-
1,j] =1) then begin if lorSrav (ImgView321. Bitmap. PixelS [i,j]) =True then begin
dot [id, i,j]: =1; if i=imgview321. Bitmap. Width then dot [id, i,j]: =2; end else dot
[id, i,j]: =2; end; end; end; until StopRight=False; end; procedure TFormMain. Up;
var i,j: integer; beginrepeat for i: = 0 to imgview321. Bitmap. Width do begin for j:
= 0 to imgview321. Bitmap. Height do begin if (dot [id, i,j] =0) and (dot [id, i,j+1]
=1) then begin if ColorSrav (ImgView321. Bitmap. PixelS [i,j]) =True then begin
dot [id, i,j]: =1; if j=0 then dot [id, i,j]: =2; end else dot [id, i,j]: =2; end; end;
end; until StopUp=False; end; procedure TFormMain. Down; var i,j: integer;
beginrepeat for i: = 1 to imgview321. Bitmap. Width do begin for j: =
imgview321. Bitmap. Height downto 1 do begin if (dot [id, i,j] =0) and (dot [id, i,j-
1] =1) then begin if ColorSrav (ImgView321. Bitmap. PixelS [i,j]) =True then
begin dot [id, i,j]: =1; if j=imgview321. Bitmap. Height then dot [id, i,j]: =2; end

```

```

else dot [id, i,j]: =2; end; end; end; until StopDown=False; end; function
TFormMain. ColorSrav (colFun: TColor32): boolean; beginif (abs (TColor32Entry
(ColFun). R-TColor32Entry (Col). R) <=StrToInt (EditR. Text)) and (abs
(TColor32Entry (ColFun). G-TColor32Entry (Col). G) <=StrToInt (EditG. Text))
and (abs (TColor32Entry (ColFun). B-TColor32Entry (Col). B) <=StrToInt (EditB.
Text)) then Result: = True else Result: = False; end; function TFormMain.
StopDown: boolean; vari,j,k: integer; begin for i: = 1 to imgview321. Bitmap.
Width do begin for j: = imgview321. Bitmap. Height downto 1 do begin if (dot [id,
i,j] =0) and (dot [id, i,j-1] =1) then k: =1; end; end; if k=1 then Result: =True else
Result: =False; end; function TFormMain. StopUp: boolean; vari,j,k: integer; begin
for i: = 1 to imgview321. Bitmap. Width do begin for j: = 1 to imgview321.
Bitmap. Height do begin if (dot [id, i,j] =0) and (dot [id, i,j+1] =1) then k: =1; end;
end; if k=1 then Result: =True else Result: =False; end; function TFormMain.
StopRight: boolean; vari,j,k: integer; begin for j: = 1 to imgview321. Bitmap.
Height do begin for i: = imgview321. Bitmap. Width downto 1 do begin if (dot [id,
i,j] =0) and (dot [id, i-1,j] =1) then k: =1; end; end; if k=1 then Result: =True else
Result: =False; end; function TFormMain. StopLeft: boolean; vari,j,k: integer;
begin for j: = 1 to imgview321. Bitmap. Height do begin for i: = 1 to imgview321.
Bitmap. Width-1 do begin if (dot [id, i,j] =0) and (dot [id, i+1,j] =1) then k: =1;
end; end; if k=1 then Result: =True else Result: =False; end; procedure
TFormMain. OtrisovkaAuto; var i,j: integer; beginfor i: = 0 to conty [id]. Bitmap.
Width do begin for j: = 0 to conty [id]. Bitmap. Height do begin if dot [id, i,j] =2
then conty [id]. Bitmap [i,j]: = Color32 (0,255,0); end; conty [id]. Changed; end;
end; procedure TFormMain. ImgView321MouseDown (Sender: TObject; Button:
MouseButton; Shift: TShiftState; X, Y: Integer; Layer: TCustomLayer); var i,j,t:
integer; l: real; beginif RadioVidCon. ItemIndex=1 thenbegin if Button = mbLeft
then begin if (p. X>=1) and (p. X<imgview321. Bitmap. Width) and (p. Y>=1) and
p. Y<imgview321. Bitmap. Height) then begin x_g: =p. X; y_g: =p. Y; col: =
ImgView321. Bitmap. Pixels [x_g,y_g]; setlength (dot, id+1, imgview321.
Bitmap. Width+1, imgview321. Bitmap. Height+1);

```

```

conty [id]: =TBitmapLayer. Create (ImgView321. Layers); conty [id].
Bitmap. SetSizeFrom (ImgView321. Bitmap); conty [id]. Bitmap. DrawMode: =
dmBlend; conty [id]. Location: = FloatRect (0, 0, conty [id]. Bitmap. Width, onty
[id]. Bitmap. Height); conty [id]. Scaled: =True; dot [id,x_g,y_g]: =1 repeat Up;
Right; Down; Left; until (StopUp=False) and (StopLeft=False) and
(StopRight=False) and StopDown=False); t: =0; for i: = 0 to imgview321. Bitmap.
Width do begin for j: = 0 to imgview321. Bitmap. Height do begin if dot [id, i,j] =1
then inc (t); end; end; if t>3 then begin Grid. Cells [0, id]: = (IntToStr (id)); Grid.
Cells [2, id]: = (IntToStr (t*strtoint (RazrEdit. Text))); l: =2*sqrt (Pi*t); Grid. Cells
[1, id]: = (IntToStr (round (l))); end else begin showmessage ('В области менее
трех точек. '); conty [id]. Free; dot [id]: =nil; id: =id-1; end; OtrisovkaAuto; end
else showmessage ('Попали в (за) край снимка! '); end; if Button = mbRight then
// условие на левый клик Begin conty [id]. Free; dot [id]: =nil; Grid. Rows [id].
Clear (); if id>=1 then id: =id-1 else if id=0 then id: =0; end; end; if RadioVidCon.
ItemIndex=0 then Begin if (id>0) then Begin if (p. X<ImgView321. Bitmap.
Width) and (p. Y < ImgView321. Bitmap. Height) and (p. X>0) and (p. Y>0) and
(xt [points] <>p. X) and (yt [points] <>p. Y)) then Begin if Button = mbLeft then
Begin Polygon [id]. Add (FixedPoint (p. X, p. Y)); inc (points); TochekPanel.
Caption: ='Вершин: '+ IntToStr (points); xt [points]: =p. X; yt [points]: =p. Y; if
points >=3 then begin perimetr; area; Grid. Cells [1, id]: =FloatToStr (dlina [id]
*StrToFloat (RazrEdit. Text));

```

```

rid. Cells [2, id]: =FloatToStr (square [id] *StrToFloat (RazrEdit. Text)
*StrToFloat (RazrEdit. Text)); end else DelContour (id); End; Build; Draw
(id,ProzrCont. Position); end; end; end; procedure TFormMain.
ImgView321MouseMove (Sender: TObject; Shift: TShiftState; X, Y: Integer;
Layer: TCustomLayer); var col: TColor32; begin p. x: = X; p. y: = Y; p:
=ImgView321. ControlToBitmap (p); col: = ImgView321. Bitmap. PixelS [p. X,p.
Y]; if (p. X<=ImgView321. Bitmap. Width) and (p. Y <= ImgView321. Bitmap.
Height)

```

```

    and (p. X>=0) and (p. Y>=0) then begin XYPanel. Caption: =' [x,y] ='+'
    ['+IntToStr (p. X) +','+IntToStr (p. Y) +']';

```

```

    WxWyPanel. Caption: = ' [Wx,Wy] ='+' ['+IntToStr (StrToInt (RazrEdit.
    Text) *p. X+StrToInt (UpLeftX. text)) +
    ','+IntToStr (StrToInt (RazrEdit. Text) *p. Y+StrToInt (UpLeftY. text)) +']
    ';

```

```

    RGBPanel. Caption: =' [R,G,B] ='+' ['+ IntToStr (TColor32Entry (Col). R)
    +','+
    IntToStr (TColor32Entry (Col). G) +','+IntToStr (TColor32Entry (Col). B)
    + ']'';

```

```

    if id >=1 then end else begin XYPanel. Caption: =' [x,y] = [?,?] ';
    WXWYPanel. Caption: =' [Wx,Wy] = [?,?] '; RGBPanel. Caption: =' [R,G,B] =
    [?,?,?] '; end; end; procedure TFormMain. OpenContNClick (Sender: TObject);
    beginwith OpenPictureDialog1 do if Execute then begin conty [100]:
    =TBitmapLayer. Create (ImgView321. Layers); conty [100]. Bitmap.
    LoadFromFile (FileName); if (conty [100]. Bitmap. Width=imgview321. Bitmap.
    Width) and (conty [100]. Bitmap. Height=imgview321. Bitmap. Height) then
    begin conty [100]. Bitmap. DrawMode: = dmBlend; conty [100]. Location: =
    FloatRect (0, 0, conty [100]. Bitmap. Width, conty [100]. Bitmap. Height); conty
    [100]. Scaled: =True; end else begin conty [100]. free; showmessage ('Размеры
    изображений контуров и снимка не совпадают. '); end; end; end; procedure
    TFormMain. OpenNClick (Sender: TObject); beginOpenPictureDialog1.
    InitialDir: =CurDir; with OpenPictureDialog1 do if Execute then begin
    ImgView321. Bitmap. LoadFromFile (FileName); end; NewPolButton. Enabled:
    =True; DelPolButton. Enabled: =True; end; procedure TFormMain. Button1Click
    (Sender: TObject); vargog: TColor32; beginColorDialog1. Execute; gog:
    =ColorDialog1. Color; Shape1. Brush. Color: = gog; end; procedure TFormMain.
    CloseNClick (Sender: TObject); vari: integer; begin for i: = 1 to id do begin Grid.
    Rows [i]. Clear (); Conty [i]. Free; // нет слоя Polygon [i]. Clear; // нет полигона
    end; ImgView321. Bitmap. Clear (clSilver); id: =0; points: =0; NewPolButton.

```

```

Enabled: =False; DelPolButton. Enabled: =False; end; procedure TFormMain.
ScaleBarChange (Sender: TObject); varNewScale: real; begin NewScale: =
ScaleBar. Position/100; ScaleBar. Repaint; ImgView321. Scale: = NewScale;
ScaleCombo. Text: = IntToStr (Round (NewScale*100)) +'%'; end; procedure
TFormMain. ScaleComboChange (Sender: TObject); var S: string; I: Integer;
begin S: = ScaleCombo. Text; S: = StringReplace (S, '%', '', [rfReplaceAll]); S: =
StringReplace (S, ' ', '', [rfReplaceAll]); if S = '' then Exit; I: = StrToIntDef (S, - 1);
if (I < 1) or (I > 1000) then I: = Round (ImgView321. Scale * 100) else
ImgView321. Scale: = I / 100; ScaleCombo. Text: = IntToStr (I) + '%';
ScaleCombo. SelStart: = Length (ScaleCombo. Text) - 1; ScaleBar. Position: = I;
end; procedure TFormMain. ProzrContChange (Sender: TObject); begin if
(scrollfill=true) and (id<>0) then begin Draw (id,ProzrCont. Position); prozra [id]:
=ProzrCont. Position; end; if scrollfill=false and (Grid. Cells [Colg,Rowg] <>'')
then begin Draw (rowg,ProzrCont. Position); prozra [rowg]: =ProzrCont. Position;
end; end; procedure TFormMain. DelContour (nomer: integer); var i: integer;
begin if (Grid. Cells [0,nomer] <>'') and (nomer<>id) then begin for i: =nomer to
id-1 do begin Grid. Rows [i]: =Grid. Rows [i+1]; Polygon [i]: =Polygon [i+1];
prozra [i]: =prozra [i+1]; end; conty [id]. Free; Grid. Rows [id]. Clear (); for i:
=nomer to id-1 do begin draw (i,ProzrCont. Position); Grid. Cells [0, i]: =IntToStr
(i); end; id: =id-1; end else begin if nomer=id then Polygon [id]. Clear; draw
(id,ProzrCont. Position); points: =0; Grid. Cells [1, id]: ='set ' + IntToStr (3-points)
+ ' dots'; Grid. Cells [2, id]: ='set ' + IntToStr (3-points) + ' dots'; end; end; end.

```