

УДК 681.514:621.029

<sup>1</sup>Николайчук Я. М., <sup>2</sup>Круліковський Б. Б., <sup>1</sup>Возна Н. Я., <sup>3</sup>Процюк Г. Я.

<sup>1</sup>Тернопільський національний економічний університет, м. Тернопіль

<sup>2</sup>Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

<sup>3</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

## ПРОБЛЕМИ СТРУКТУРИЗАЦІЇ ІНФОРМАТИКИ МОНІТОРИНГУ НАФТОВИХ РОДОВИЩ ТА ЗАХИСТУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ КАРПАТ

Окреслена проблема моніторингу стану об'єктів нафтогазової промисловості та вдосконалення інформаційних технологій моніторингу станів промислових об'єктів нафтогазових родовищ та захисту водних ресурсів у Карпатському регіоні України.

**Ключові слова:** моніторинг, параметри, стан об'єкта, нафтова та газова промисловість, образно-кластерна модель.

### Вступ.

Інтенсивний розвиток методів та засобів нафтогазовидобування за останні сто років демонструє цю галузь промисловості як стратегічну та визначальну у виробництві та використанні паливно-мастильних матеріалів. Слід зауважити, що нафтогазова промисловість є енергозатратна, прибуткова та екологонебезпечна, що пов'язано з вибухо-небезпечністю нафти, газу та нафтопродуктів. Вказана екологічна небезпечність промислових установок видобутку, транспортування, зберігання та переробки нафтопродуктів у першу чергу тісно пов'язана з проблемою охорони водних ресурсів та водопостачання.

Очевидно, що стрімкий розвиток та сучасні досягнення у галузі мікроелектроніки, мікропроцесорної техніки та ІТ-технологій має суттєвий вплив на можливості моніторингу стану об'єктів нафтогазової галузі, контролю відхилень їх станів від норми, виявленню та попередженню вибухо- та екологонебезпечних ситуацій. Тому проблеми вдосконалення інформатики, технологій моніторингу нафтогазових родовищ та захисту водних ресурсів тісно пов'язані між собою, особливо це стосується Карпатського регіону.

### Аналіз останніх досліджень.

Моніторинг технологічних об'єктів нафтогазової та інших галузей промисловості в наш час здійснюється за допомогою інтегрованих розподілених комп'ютеризованих систем [1-5]. Програмно-апаратні засоби такого класу інформаційних систем тиражуються і впроваджуються відомими зарубіжними фірмами: ABB, Motorola, F&F, SPM, SCHENCK, YOKOGAWA та їхніми представництвами в Україні (Електросвіт, ООО "Июкогава Электрик Украина") [3-5].

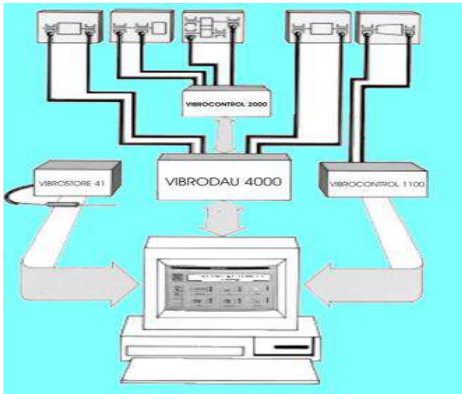
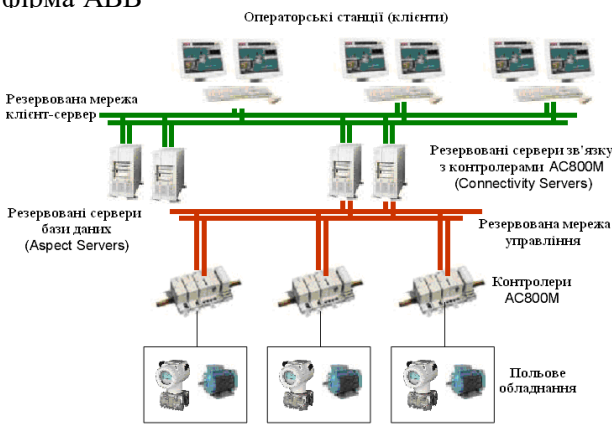
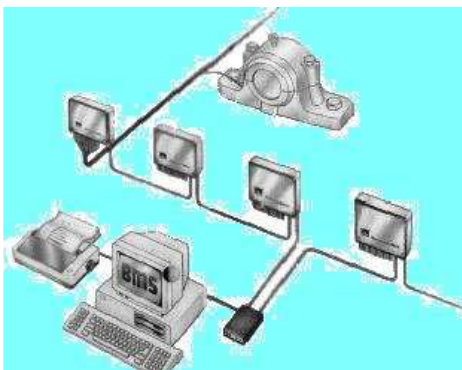

Прикладом найбільш популярних систем моніторингу стану розподілених об'єктів, до яких належить більшість промислових установок нафтогазової галузі є:

- інтегрована система фірми ABB, яка виконує: централізоване ліцензування; узгоджений обмін даними між контролерами; централізоване конфігурування структури та резервування; опрацювання аварійних сигналів високого рівня пріоритету; збір, зберігання і перегляд графічних трендів історії і даних; реєстрація подій по всій системі;
- система CMS фірми SPM, яка дає змогу виконувати інформаційно-вимірювальні функції, моніторинг технічного стану, спектральний аналіз, реєстрацію відхилень обладнання від норми, формування сигналів тривоги та накопичення інформації в реальному часі;
- система адаптивної моніторизації COMPASS фірми Брюль і К'ер, система VIBROCAM-4000 фірми SCHENCK та ES-Configurator, представника F&F "Електросвіт" фірми F&F,

які оснащені повнофункціональними наборами компонентів типу: сенсорів, комутаційних та програмованих реле, таймерів, цифрових регуляторів, контролерів, індикаторів та моніторів абонентських станцій операторів. Приклади архітектури таких систем подано у табл. 1.

Таблиця 1

Структурна організація моніторингових комп'ютеризованих інтерактивних систем

<p>VIBROCAM 4000, фірма Motorola</p> 	<p>800xA System, фірма ABB</p> 
<p>CMS, фірма SPM</p> 	<p>ES-GETCOM figurator, фірма F&amp;F</p> 

Одним з найважливіших та еколого небезпечних об'єктів нафтогазовидобувної промисловості є промислові установки буріння.

Розробка та серійний випуск систем комплексного управління бурінням (СКУБ-М) та програмно-апаратних засобів активного терміналу оперативної системи буріння (АТОС-Б) виконувалися Івано-Франківським заводом "Промприлад". Структура названих систем, у розробці яких безпосередню участь приймали співробітники ІФНТУНГ під керівництвом професорів Семенцова Г.Н. та Николайчука Я.М. зображено на рис. 1 та рис. 2.

У системі АТОС-Б визначені наступні функції:

- 1 оператор – бурильник: 1) вибір з допомогою адаптера одного з шести технологічних станів бурової установки;
- інтерактивна взаємодія з оператором 1;
- моніторинг і аналіз стану та режимних параметрів процесу буріння, представлених у цифровій формі;
- формалізований ввід даних добового майстра (СРБМ) у реальному часі або у пакетному режимі вкінці доби.

Абонентський пункт бурового майстра, оснащений спецпроцесором, виконує наступні інформаційні операції:

- зменшення надлишковості вхідної вимірjuвальної та алфавітно-цифрової інформації;

- структуризоване кодування вхідних вимірювальних та техніко-економічних даних у кодї системи залишкових класів з захистом від помилок та несанкціонованого доступу;
- квазітрійкова частотна маніпуляція вихідного коду з внутрішньою бітовою та блоковою синхронізацією;
- реєстрація інформаційних даних на цифровому носії.



Рис. 1. Структура аналогової розподіленої інтерактивної системи контролю і управління бурінням СКУБ-М

Структуру цифрової системи контролю та моніторингу процесів роторного буріння АТОС-Б зображено на рис. 4.

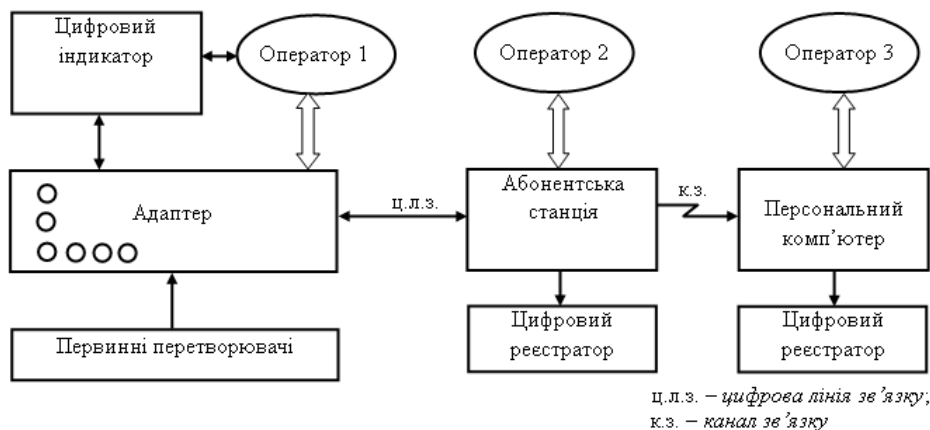


Рис. 2. Архітектура цифрової інтерактивної розподіленої системи моніторингу процесів буріння

Функції 3 оператора в управлінні бурових робіт співпадають з функціями оператора системи СКУБ-М, а також розширені можливістю контролю та моніторингу станів бурової установки та трендів технологічних параметрів в реальному часі на моніторі персонального комп'ютера.

#### Методика досліджень.

Дослідження виконуються на основі синтезу структуризованої та інтегрованої інформаційної технології, яка з єдиних системних позицій об'єднує два класи моніторингових систем:

- моніторингова розподілена комп'ютерна система контролю перед аварійних та аварійних станів промислових об'єктів нафтогазової галузі;

- розподілена комп'ютерна система моніторингу характеристик та екологічної безпеки водних ресурсів;
- синтез структуризованої матриці Хеммінгового простору, у вузлах якої на основі теоретико-числового базису Крестенсона формуються пакети даних, захищені від помилок та несанкціонованого доступу, які інтегровано містять інформацію про стани об'єктів нафтогазової промисловості та відповідні характеристики водних ресурсів, що знаходяться в безпосередній близькості.

### Постановка задачі.

Вирішення проблеми синтезу та оптимізації характеристик інтегрованої моніторингової системи контролю екологічної безпеки нафтових родовищ та захисту водних ресурсів регіону Карпат.

### 1. Оглядова характеристика географії нафтогазової провінції Прикарпаття.

На рис.3 показана мапа нафтогазовидобувної провінції Прикарпаття.



Рис. 3. Мапа нафтогазовидобувної провінції Прикарпаття

Аналіз географії нафтогазовидобувної провінції (НГВП) Карпатського регіону України (рис. 1) показує, що на всій її території є значний перепад висот у північному напрямку, що супроводжується стоком великого числа річок, безпосередньо у середовищі великого числа територіально розподілених нафтогазовидобувних, транспортних та зберігаючи резервуарних промислових установок.

На рис. 4 показана структуризована мапа водних артерій Прикарпатського регіону, які формують водний режим ріки Дністер, що протікає по даній території практично паралельно географії водороздільного Карпатського хребта.

Таке географічно-територіальне розміщення промислових об'єктів нафтового видобутку, підготовки, переробки, транспортування та зберігання нафтопродуктів суміщене з основними водними ресурсами Прикарпаття формує проблему розробки та реалізації відповідної інтегрованої інформаційної системи екологічного моніторингу та охорони водних ресурсів Карпатського регіону.

Особливо вирішення цієї проблеми є актуальним, враховуючи досить часті та катастрофічні паводки північних схилів Карпат, зокрема Надвірнянської Бистриці та ріки Стрий. Наприклад, у 50-ті роки минулого століття майже рік по Надвірнянській Бистриці текла нафта з пошкодженого нафтопроводу у районі с. Битьків.

Процеси буріння нафтових та газових свердловин особливо екологічно небезпечні підчас інтенсивних дощів, оскільки оснащені котлованами-відстійниками шлаку, які часто бувають розмиті. Значні нафтові та газові забруднення води формуються на нафто- та газопереробних заводах у м. Дрогобич, Долина, Надвірна.

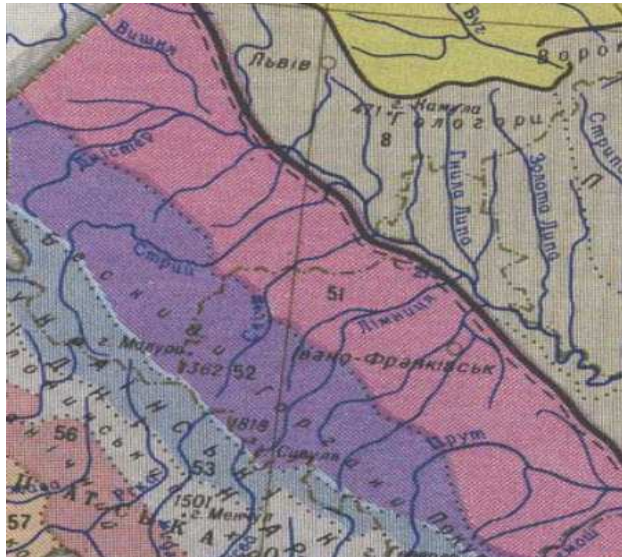


Рис. 4. Структуризована мапа водних ресурсів у нафтогазовидобувному регіоні Прикарпаття

## 2. Інформаційне забезпечення системи моніторингу станів нафтогазових об'єктів.

В Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу на кафедрі комп'ютерних систем та мереж розроблені сучасні технології моніторингу станів об'єктів нафтопромислового комплексу з представленням результатів у вигляді образно-кластерних моделей. В основу такого класу моделей покладений аналіз статистичних, кореляційних, спектральних, логіко-статистичних, кластерних та ентропійних моделей параметрів об'єктів моніторингу згідно характеристичного функціоналу:

$$X_{OY} = F(\{x_i\}, \{x_j\}, S_{oy}, M_x, M_j, M_v, D_x, \delta_x, R_{xx}, R_{xy}, S_w, L_i, \rho_{ij}, S_{ij}, P_{ij}, I_x),$$

де  $\{x_i\}, \{x_j\}$  – масиви оцифрованих моніторингових даних параметрів ОУ;  $S_{oy}$  – відповідно семантичний, інформаційний та технологічний стани ОУ;  $M_x, M_j, M_v$  – відповідно вибіркове, ковзне та вагове математичні сподівання;  $D_x, \delta_x$  – відповідно дисперсія та середньоквадратичне відхилення;  $R_{xx}, R_{xy}$  – автокореляційна та взаємкореляційні функції;  $S_w$  – спектри параметрів ОУ у різних теоретико-числових базисах;  $L_i$  – логіко-статистичні інформаційні моделі (ЛСІМ);  $\rho_{ij}, S_{ij}, P_{ij}$  – відповідно матриці коефіцієнтів взаємкореляції, кластерної моделі ймовірнісних переходів та ентропійних станів;  $I_x$  – кореляційна міра ентропії стану ОУ.

## 3. Синтез структуризованої матриці формування пакетів даних інтегрованої системи контролю об'єктів нафтогазової промисловості та екологічного захисту водних ресурсів.

З метою оптимізації процесів реєстрації, захисту від помилок та несанкціонованого доступу запропоновано застосування теорії залишкових класів базису Крестенсона, що дозволяє інформатизувати структуризовану інтегровану мапу розміщення промислових об'єктів нафтогазової промисловості та точок моніторингу водних ресурсів Прикарпаття, що показано на рис. 5.

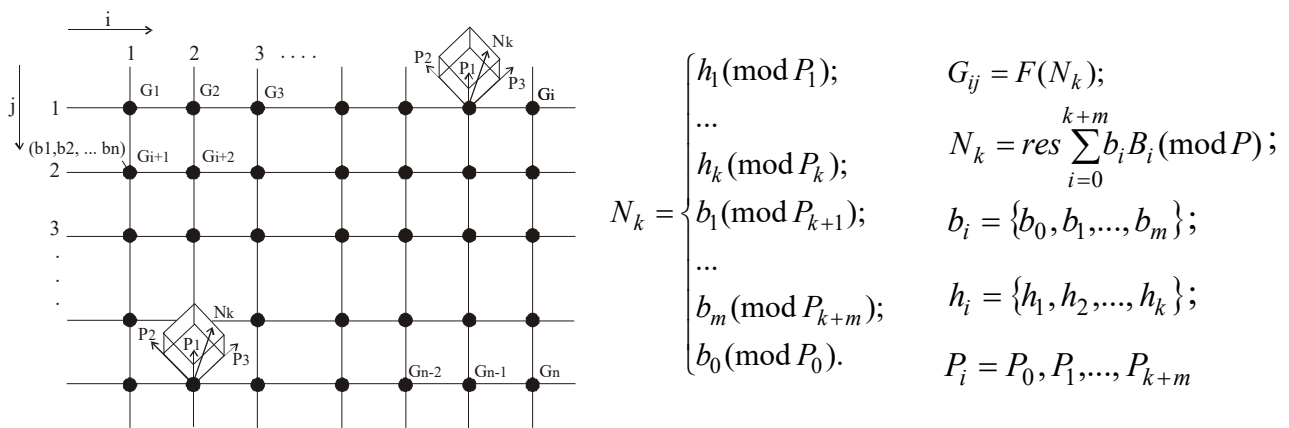


Рис. 5. Структуризована інформаційна мережа інтегрованого моніторингу станів об'єктів нафтогазової промисловості та пунктів контролю прилеглих водних ресурсів

У кожному пункті моніторингу реєструється інформаційний потік параметрів стану нафтогазового об'єкту та прилеглого водного ресурсу у вигляді інформаційного гіперкуба та кодованого слова системи залишкових класів [6].

При цьому захист даних від помилок, які передаються на основі безпроводної сенсорної мережі [7] забезпечується відомим залишком  $b_0 \pmod{P_0}$ , а захист від несанкціонованого доступу та зчитування даних відбувається згідно виразу:

$$b_i = \text{res} N_k \pmod{P_i},$$

де  $P_i$  – шифрозахиснений код окремого абонента, який забезпечує доступ до даних по  $\text{mod } P_i$ .

#### 4. Синтез та формування структурованої образно-кластерної моделі у вузлах інтегрованої моніторингової системи.

На основі кодованого слова  $N_k$  для кожного пункту моніторингу формується образно-кластерна модель, яку для стану "норма" та "не норма" показано на рис.6.

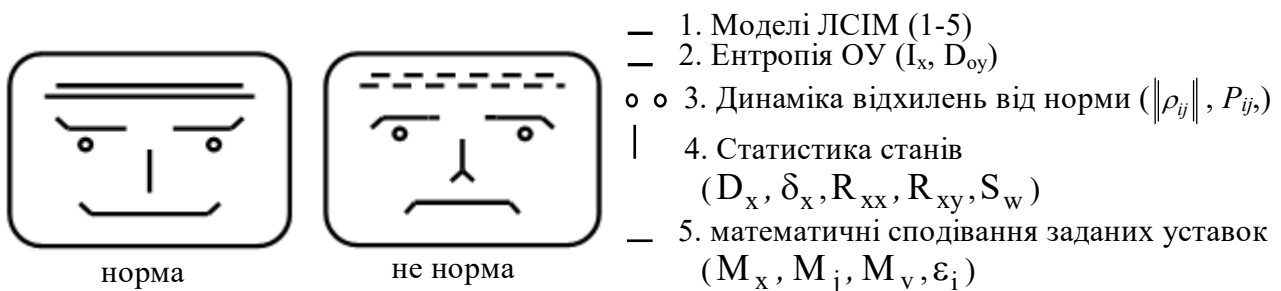


Рис. 6. Інтегрована образно-кластерна модель об'єктів моніторингу станів "норма" та відхилень від норми

Реалізація такої інтегрованої інформаційної системи може бути успішно здійснена на основі розміщення проблемно-орієнтованих процесорів на кристалах безпроводної сенсорної системи [7] та ресурсів сучасних стандартних стільникових мереж.

#### Висновки.

Окреслена концепція вирішення проблеми інтегрованого моніторингу об'єктів нафтогазовидобутку та захисту водних ресурсів Карпатського регіону України. Викладена інформаційна технологія побудови інтегрованої системи на основі опрацювання даних про стан нафтогазових об'єктів, їх ефективного кодування у системі залишкових класів базису

Крестенсона та реалізації їх компонентів застосуванням однокристальних проблемно-орієнтованих процесорів та побудови образно-кластерних моделей.

1. Карпаш О. М. Технічна діагностика бурового та нафтогазового обладнання: Навч. посібн. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2007. – 272 с.
2. Семенцов Г. Н. Основи моніторингу технологічних об'єктів нафтогазової галузі: Навч. посібн. / Г. Н. Семенцов, М. М. Дранчук, О. В. Гутак, Я. Р. Когуч, М. І. Когутян, Я. В. Куровець / Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. – 808 с.
3. [www.abb.com](http://www.abb.com) – офіційний сайт компанії АВВ.
4. [www.es.ua](http://www.es.ua) – офіційний сайт фірми "Електросвіт".
5. [www.yokogawa.ua](http://www.yokogawa.ua) – офіційний сайт компанії YOKOGAWA.
6. Николайчук Я. М., Яцків Н. Г. Нафтогазова автоматика та нові інформаційні технології – важливий важіль підвищення техногенної екологічної безпеки в паливно-енергетичному комплексі // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2001. – № 4. – С. 173–176.
7. Возна Н. Я., Процюк Г. Я., Пітух І. Р., Николайчук Я. М. Структуризація, методи та моделі інтерактивної взаємодії оператор-інформаційна система моніторингу об'єктів нафтової галузі // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2015. – № 2(55). – С. 111–118.
8. Пат.73756 Україна МПК Н04W 4/00 (2012.01) Безпроводна сенсорна мережа / Николайчук Я. М., Воронич А. Р., Гладюк В. М. №u201202606; заявл.05.03.2012; опубл.10.10.2012, Бюл. № 19/2012.

Рецензент: д.п.н., к.ф.-м.н., професор Тадеєв П. О. (НУВГП)

**Nykolaichuk Y. M.** (Ternopil National Economic University, Ternopil), **Krulikovskyi B. B.**, (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne), **Vozna N. Y.**, (Ternopil National Economic University, Ternopil), **Protsiuk G. Y.** (Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk)

## STRUCTURING INFORMATICS PROBLEMS MONITORING OIL DEPOSITS AND PROTECTION OF WATER RESOURCES CARPATHIANS

Outlined the problem of monitoring the condition of oil and gas industry and improving information technology facilities condition monitoring of industrial gas exploration and protection of water resources in the Carpathian region of Ukraine.

**Keywords: monitoring, parameters, status object, oil and gas industry, image-cluster model.**

**Николайчук Я. Н.** (Тернопольский национальный экономический университет, г. Тернополь), **Круликовский Б. Б.** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), **Возная Н. Я.** (Тернопольский национальный экономический университет, г. Тернополь), **Процюк Г. Я.** (Ивано-Франковский Национальный технический университет нефти и газа, г. Ивано-Франковск)

## ПРОБЛЕМЫ СТРУКТУРИЗАЦИИ ИНФОРМАТИКИ МОНИТОРИНГА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ КАРПАТ

Обозначенная проблема мониторинга состояния объектов нефтегазовой промышленности и совершенствование информационных технологий мониторинга состояний промышленных объектов нефтегазовых месторождений и защиты водных ресурсов в Карпатском регионе Украины.

**Ключевые слова: мониторинг, параметры, состояние объекта, нефтяная и газовая промышленность, образно-кластерная модель.**