

Національна академія наук України
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
Інституту геологічних наук

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Національний аерокосмічний університет
ім. М.Є. Жуковського "ХАІ"
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка
Київський національний університет будівництва і архітектури

Національне космічне агентство України
Державний науково-виробничий центр "Природа"
ЗАО «ECOMM Co»
НВФ «VD MAIS»

Збірник наукових праць

11 Міжнародна
науково - практична конференція

Сучасні інформаційні технології управління
екологічною безпекою, природокористуванням,
заходами в надзвичайних ситуаціях

(16-21 вересня 2012р.)

(Посвідчення Укр ІНТЕІ №200 від 7 квітня 2008р.)

Автономна республіка Крим
Смт Кацівелі, Державне підприємство «Будинок творчості вчених
Кацівелі» Національної академії наук України

Київ - 2012

УДК 004/502.17(082)

ББК 32.973/018я43

С 82

XI Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» – Київ – Харків - АР Крим, 2012 - 456 с.

Представлені наукові праці у наступних напрямках:

-Геоінформаційні системи і дистанційне зондування Землі

-Геодинаміка

-Застосування біологічних методів при вирішенні проблем екологічної безпеки.

-Дистанційне навчання

Для фахівців науково-дослідних і промислових організацій, керівного складу районних, обласних, центральних органів виконавчої влади, забезпечуючих сталий розвиток відповідних одиниць адміністративного устрою держави, викладачів технічних університетів, аспірантів, студентів.

Науково-організаційний комітет конференції висловлює подяку НВФ "VD MAIS" за спонсорську допомогу при публікації збірника праць.

ISBN 978-966-187-076-4

Науково-організаційний комітет:

Голова:

Довгий С.О директор ІТГП НАНУ, чл.-кор. НАНУ, академік АПН України

Члени комітету

Анісімов І.О. декан радіофізичного факультету КНУ ім. Тараса Шевченка, д.ф.-м.н. професор.

Волошкіна О.С. декан санітарно-технічного факультету КНУБА, д.т.н., професор

Давиденко В.О. генеральний директор НВФ "VD MAIS"

Дейнека В.С. академік-секретар відділення інформатики НАН України, академік НАНУ, д.ф.-м.н., професор

Ілюшко В.М. декан Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", д.т.н., професор.

Кисіль О.В. завідувач НДІ КНУ ім.Тараса Шевченка, к.ф.-м.н.

Красовський Г.Я. професор Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", д.т.н., професор

Мокін В.Б. зав. каф. Вінницького національного технічного університету, професор, д.т.н.

Попов М.О. заступник директора з наукової роботи Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук, д.т.н., професор

Радчук В.В. зав.відділу ІТГП НАНУ, д.г.-м.н.

Серединін Є.С. президент компанії «ЕСОММ Со»

Стрижак О.Є. зав.відділу ІТГП НАНУ, к.т.н.

Трофимчук О.М. заступник директора з наукової роботи ІТГП, д.т.н., професор

Яковлєв Є.О. гол.наук.співр. ІТГП НАНУ, д.т.н.

Секретаріат конференції:

Зотова Л.В.

тел. 044-245-8838

Задорожня С.А.

Шевякіна Н.А.

Адміністратори комп'ютерного супроводження доповідей:

Данько В.П.

тел. 044-521-32-35

Крета Д.Л.

тел. 095-207-50-78

Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря

**Довгий С.О., Трофимчук О.М., **Красовський Г.Я.,*

**Радчук В.В.*

*(*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, **Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "ХАІ")*

Чорне море грає винятково важливу роль у становленні України як високорозвиненої європейської держави. Внутрішні і зовнішні транспортні зв'язки, колосальний рекреаційний потенціал узбереж моря, обумовлений сприятливими і різноманітними кліматичними умовами, запаси морепродуктів, які мають промислове значення, сировини для хімічної промисловості, будматеріалів, корисних копалин і багато чого іншого. Важко переоцінити роль Чорного моря у внутрішньому і зовнішньому транспортному зв'язках України в її новому геополітичному положенні. Великі проекти в цій області – нафтопровід Одеса – Броди, канал по Дунаю припускає істотний ріст вантажоперевезень через українські порти. Найбільші з них – Одеса, Іллічевськ, Південний, Миколаїв, Херсон, Севастополь, Ялта, Феодосія, Керч. Все це визначає басейн Чорного моря як район стратегічних інтересів України.

У той же час водні ресурси моря піддаються істотному антропогенному навантаженню, що вносить помітний внесок у динаміку формування екологічного стану не тільки морських акваторій, але й приморських регіонів. Погіршення екосистем Чорного моря і виснаження його морських ресурсів протягом останніх десятиліть сприяє погіршенню якості навколишнього середовища у прибережних районах і, як наслідок, зниженню рівня їх рекреаційного потенціалу. У червні 1992 р. в Ріо-де-Жанейро відбулась Конференція Організації Об'єднаних Націй по Навколишньому Середовищу і Розвитку і, зокрема, стосовно стійкого розвитку океанів, морів і прибережного середовища в Програмі ХХІ. Визнаючи необхідність спільних зусиль для збереження Чорного моря, країни Чорноморського басейну підписали Конвенцію про захист Чорного моря від забруднення (1992, Бухарест, Румунія). Відповідно до Статті VII Конвенції країни-учасники повинні вживати всі необхідні заходи по

запобіганню, скороченню та контролю за забрудненням морського середовища Чорного моря, яке спричинено виносом від наземних джерел, таких, як річки, канали, берегові споруди, інші штучно створені структури, випадінням опадів або виносами, що надійшли від будь-якого іншого наземного джерела, включаючи атмосферу.

В розвиток положень Конвенції 22 березня 2001 р. Верховною Радою України була прийнята державна „Програма охорони та відтворення довкілля Чорного моря”, яка є першою національною програмою, що має статус закону в країнах Чорноморського басейну. Для ефективної реалізації положень цієї програми, а також зобов'язань України по Конвенції, необхідно мати сучасну систему моніторингу внутрішніх морських вод, територіального моря та виключної (морської) економічної зони України на Чорному морі, а також чинників антропогенного впливу на них. Елементи такої системи функціонують в рамках „Порядку державного моніторингу вод”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 20 липня 1996 р. N 815. Згідно цього Порядку, первинною інформацією про екологічний стан морських вод, яку одержують суб'єкти державного моніторингу, є дані спостережень, основані на періодичному відборі проб води на визначених ділянках моря з наступним лабораторним аналізом складу і кількості розчинених і зважених в них речовин. Зараз ця інформація отримується, накопичується і зберігається суб'єктами державного моніторингу вод різного відомчого підпорядкування. Це утруднює можливості її ефективного практичного використання для об'єктивного наукового та економічного обґрунтування рішень з питань планування заходів по охороні морських акваторій від техногенного забруднення, екологічних експертиз різного рівня, оцінок впливу на екологічний стан морських екосистем діючих промислових і сільськогосподарських підприємств.

Ефективність сучасної організації фонового, загального і кризового моніторингу морських вод можна істотно підвищити, якщо доповнити її технологіями космічного моніторингу морських акваторій, а отримані при цьому геопросторові дані обробляти із залученням програмних інструментів сучасних

геоінформаційних систем. При цьому відкриваються можливості не тільки оперативно отримувати дані про просторово-часові розподіли параметрів екологічного стану морських акваторій під впливом антропогенних і природних чинників, а й зручні форми їх надання користувачам у вигляді візуалізованих тематичних картографічних моделей. Ці моделі забезпечують зручний доступ до атрибутивних даних кожного з чинників забруднення, які можуть існувати в текстовій або табличній формах.

Значний внесок у розвиток методів обробки і тематичної інтерпретації космічних знімків, актуальних екологічних проблем Чорного моря внесли дослідження українських і закордонних вчених таких, як Попов М.О., Лялько В.І., Бондур В.Г., Михайлов В.І., Шнюков Е.Ф., Іноземцев Ю.Г., Іванов В.О., Єрємєєв В.М., Коротаєв Г.К., Панов Б.Н.[1-6]

В цій доповіді наведені зразки тематичних карт акваторії Чорного моря, синтезованих засобами технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з космосу і геоінформаційних систем. Карти синтезовані в середовищі макету геоінформаційної системи картографічної підтримки рішень з питань охорони водних ресурсів Чорного моря, розробленого авторським колективом у складі *Довгий С.О., Красовський Г.Я., Радчук В.В., Трофимчук О.М., Андрєєв С.М., Березіна С.І., Бутенко О.С., Вишняков В.Ю., Крета Д.Л., Клочко Т.О., Лісовський Р.Й., Слободян В. О.* [7]. Система виконана засобами програмного пакету ArcGIS 9.3.

1. Топооснова

depth.shp	-	точки глибин;
izolinii.shp	-	ізолінії глибин;
country.shp	-	контури меж районів і областей
Sea bassin.shp	-	акваторії моря, озер, водосховищ.
Rivers (NWBS).shp	-	гідромережа - ріки, озера, водойми;

Приклад шарів інтерактивної карти глибин територіальних вод Чорного моря наведені на рис.1 – 2.

2. Ділянки моря з високим рівнем техногенного навантаження

приморські міста (ч).shp - основні причорноморські міста;

Hot spots.shp – „Гарячі точки”, міста і райони з високою ступеню ймовірності забруднення прилягаючих акваторій.

Ports.shp - морські й річкові порти;

way.shp - судноплавні шляхи й канали;

areas.shp - райони морських акваторій (місця очищені від мін і відкриті для судноплавства, якірні стоянки, поховання вибухонебезпечних речовин, рибальські угіддя);

svalki gruntov.shp - звалища ґрунту при днопоглиблювальних роботах;

Точки_свалок_ґрунта.shp - крапкове місце розташування районів відвалів ґрунту;

Приклад шарів інтерактивної карти природних і техногенних чинників забруднення територіальних вод Чорного моря на рис.3, 4.

Wreck0.shp - райони місцезнаходження затоплених суден;

Затопл_взрыввещества.shp - затоплення вибухонебезпечних речовин;

Drilling platforms.shp - морські бурові платформи по видобутку природного газу й нафти;

infrastructure.shp - дані про місцезнаходження 84 баз відпочинку, турбаз, пансіонатів, будинків відпочинку, санаторіїв, дитячих оздоровчих установ і клубів дайвінга.

Mineral waters.shp - джерела мінеральної води з їхніми потужностями і якісним складом.

Muds.shp - місце розташування покладів лікувального бруду.

3. Чинники й зони ймовірних порушень екологічного стану морських вод

InventoryData.shp - крапкові джерела забруднення – місця скидань зворотних вод у прибережні акваторії;

Приклад шарів інтерактивної карти забруднення територіальних вод Чорного моря скидами стічних вод на рис.1

Pollution.shp – відносна ступінь забруднення акваторій:

- максимальна

- висока
- середня

factor of pollution.shp – найбільш впливові фактори забруднення у даних зонах акваторій:

- абразія берега та взмучення
- міський та сільськогосподарський стік
- міський стік
- міський стік і взмучення з абразією
- міський стік і нафтопродукти
- нафта та нафтопродукти
- річковий стік
- річковий стік и нафта
- сільськогосподарський стік

Приклад шарів інтерактивної карти забруднення територіальних вод Чорного моря на рис. 5.- 6

4. Природно ресурсні й рекреаційні об'єкти

Reserves Reserves.shp - діючі або плановані території заповідного фонду:

- біосферні заповідники;
- заказники;
- заповідники;
- ландшафтні парки;
- національні природні парки;
- резервні території.

Coastal protected objects.shp - території заповідного фонду:

- Ботанічний сад
- Біосферний заповідник
- Заказник
- Заповідне урочище
- Заповідник
- Ландшафтний парк
- Пам'ятка природи
- Парк
- прибережний аквакомплекс

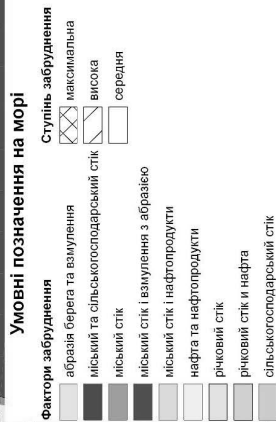
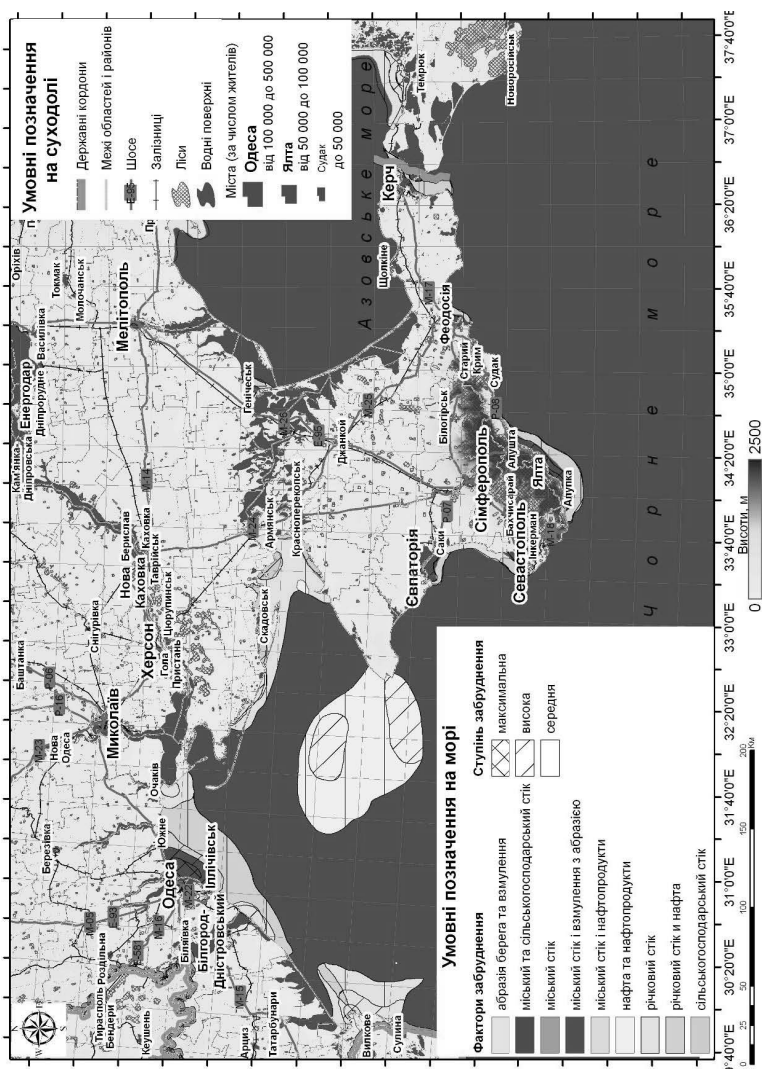


Рис.5 - Райони та чинники забруднення моря

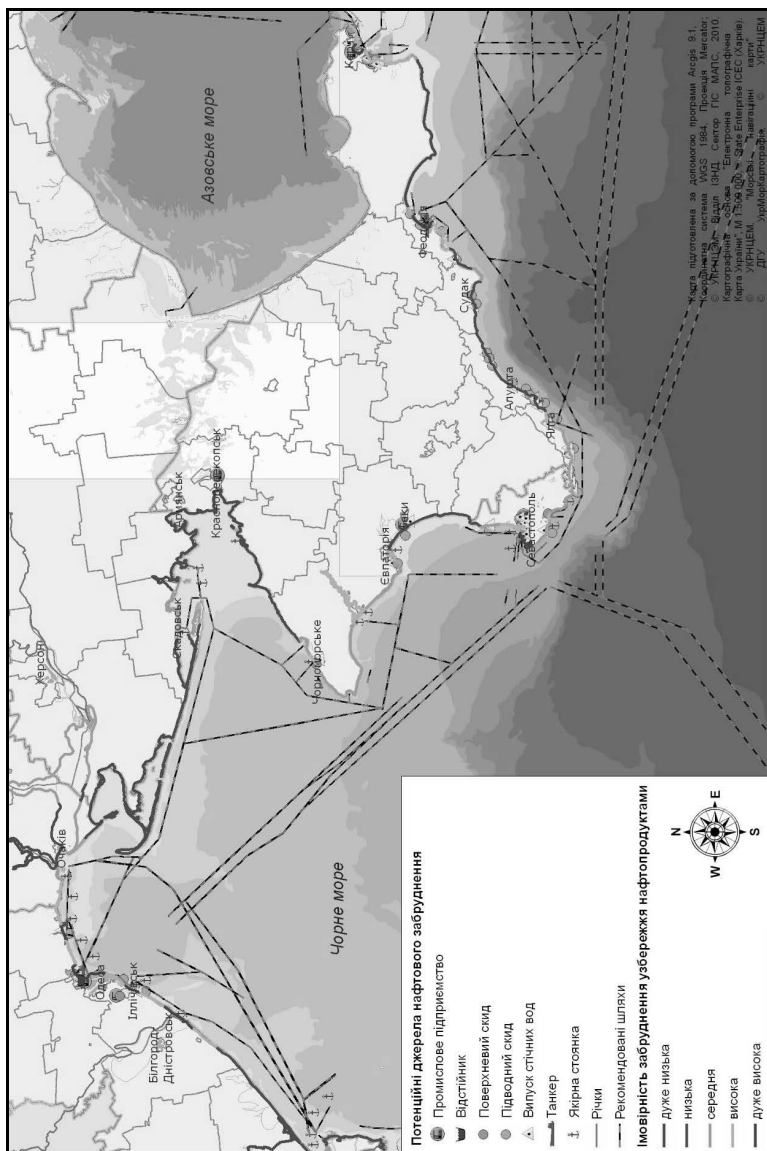


Рис.6 – Ризики виникнення нафтового забруднення на узбережжі Чорного моря

Приклад шарів інтерактивної карти природно ресурсних і рекреаційних об'єктів узбережжя Чорного моря на рис.7 – 9.

На основі ГІС – платформи ArcGIS 9.3, топографічної векторної карти України М 1:200 000 і баз атрибутивних даних джерел скидів стічних вод, викидів в атмосферу, дампінгу і т.д. розроблені макети екологічних карт українського сектору Чорного моря на території України, а також прибережних територій суб'єктів адміністративного устрою України на ділянках: Дунай – Керченська протока – на Чорному морі:

Навколоводні птахи.shp - відображає місця гніздувань навколоводних птахів. Дані про місця гніздування та види птахів отримані з Монографії «Численность и размещение гнездящихся околоводных птиц в водно-болотных угодьях Азово-Черноморского побережья Украины» під редакцією Сіохіна В.Д., Київ, 2000р.. Класифікація їхньої чутливості до забруднення нафтопродуктами берегової смуги та морських акваторій проведена за методикою NOAA, «Посібник з індексування чутливості навколишнього середовища» (Environmental Sensitivity Guidelelines, Version 3/0, Seattle, Washington, 2000).

Біоресурси.shp - відображає розташування біологічних ресурсів берегової смуги та прибережних акваторій (ареали розповсюдження орнітокомплексів та нересту чи нагулу рибних ресурсів, чутливих до забруднення) за методикою NOAA. Дані отримані з електронних навігаційних карт та літературних джерел.

ESI-індекс.shp - відображає індекс екологічної чутливості берегової смуги до нафтового забруднення відповідно до:

- типу берега (будова, схил, зернистість осадових порід, рівень припливів тощо);
- енергозавантаженість (інтенсивність хвильової дії);
- біологічної продуктивності ділянки узбережжя і чутливості біологічних об'єктів;
- умов природного збереження нафти;
- технічної складності видалення нафти з берегової смуги.

Зі збільшенням вразливості ділянки берегової смуги збільшується ESI-індекс.

Космічний моніторинг територіальних вод України на Чорному морі

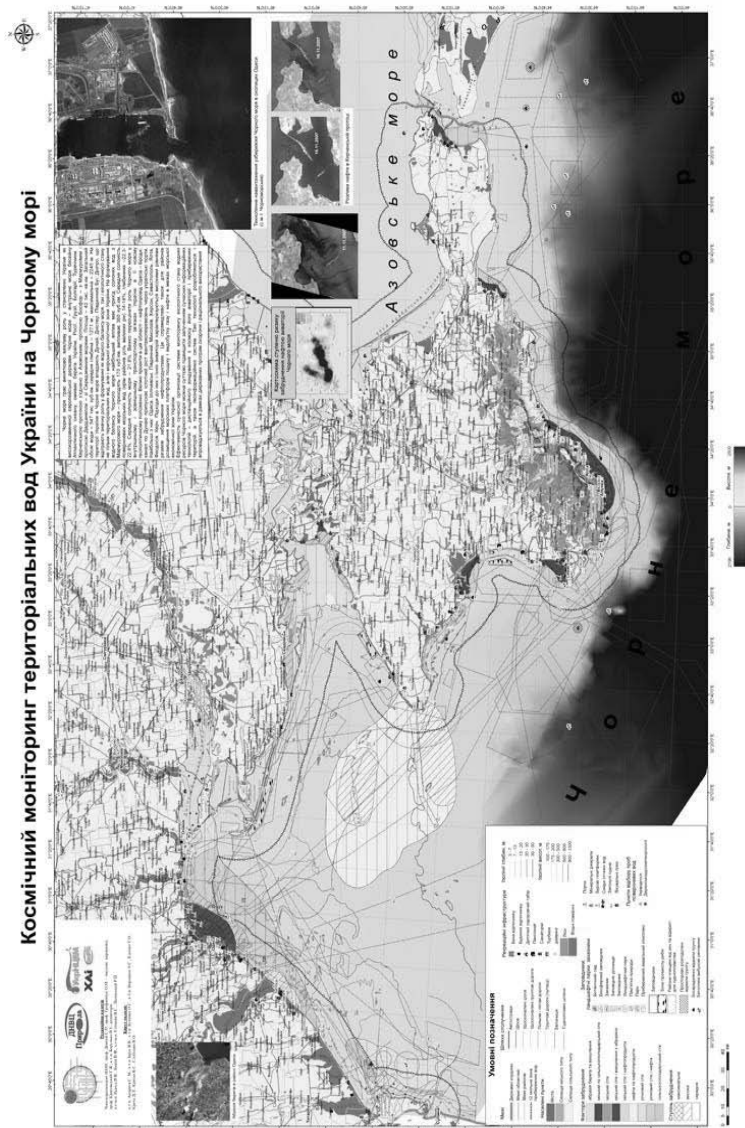


Рис.10 - Екологічна карта українського сектору Чорного моря

На основі ГІС – платформи ArcGIS 9.3, топографічної векторної карти України М 1:200 000 і баз атрибутивних даних джерел скидів стічних вод, викидів в атмосферу, дампінгу і т.д. розроблені макети екологічних карт українського сектору Чорного моря на території України, а також прибережних територій суб'єктів адміністративного устрою України на ділянках: Дунай – Керченська протока – на Чорному морі.

На рис. 10 наведена електронна, векторна екологічна карта українського сектору Чорного моря.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

При розробці макету ГІС картографічної підтримки рішень з питань управління екологічною безпекою територіальних вод України на Чорному морі та її морської економічної зони отримані наступні науково-практичні результати:

- Розроблено науково-методичне забезпечення технології дистанційного моніторингу територіальних вод і морської економічної зони України засобами сучасних національних і міжнародних систем ДЗЗ.
- Створений спеціалізований, постійно актуалізуємий фонд космічних знімків акваторій Чорного моря, а також приморських територій.
- Розроблені векторні карти глибин Чорного моря.
- З застосуванням даних космічного зондування синтезовані картографічні моделі впливу на екологічний стан територіальних вод України природних чинників – річкового стоку і абразії берегів.
- Побудовані моделі локалізації і попередньої ідентифікації забруднень моря з урахуванням функціональних особливостей зорового сприйняття.
- Розроблено механізм сумісного використання дескриптивного підходу до алгебри зображень і операцій із застосуванням алгебри «критеріальних дерев» для формування вектора параметрів кількісних і якісних характеристик якості морських вод.
- Розроблений механізм виявлення чинників, які максимально впливають на динаміку екологічного стану об'єкту

космічного зондування з використанням канонів алгебри нечіткої логіки.

- Для формування ознак класифікації забруднень морських акваторій були досліджені взаємні кореляційні функції й автокореляційні функції контурів забруднень і контурів тестових фігур. Результати досліджень дозволили виділити інформативну ознаку - взаємні кореляційні функції контурів досліджуваних ділянок і тестових фігур.
- Для створення ефективного алгоритму класифікації забруднень морських акваторій проведено дослідження інформативності ознак, уточнення розмірності ознакового простору, а також визначення вирішального правила класифікації.
- Інформаційно-статистичний аналіз інформативності структурних ознак дозволив з 10 запропонованих ознак сформувати 8-мірний ознаковий простір для розпізнавання забруднень морських акваторій.
- З метою вибору методу класифікації забруднень морських акваторій був обраний критерій максимальної правдоподібності.
- Для визначення ймовірностей ухвалення правильного рішення розраховувалися матриці теоретичних помилок для всіх досліджуваних ознак. Аналіз отриманих результатів дозволив виділити найбільш інформативні з них. Розраховані значення ймовірностей показали достатню інформативність векторної ознаки при класифікації забруднень.
- Розроблений алгоритм використовувався при створенні екологічної карти територіальних вод України Чорного моря.
- Експериментальні дослідження запропонованого алгоритму класифікації підтверджують його ефективність в завданнях космічного моніторингу морських акваторій.
- Створено банк даних об'єктів антропогенного впливу на екологічний стан українського сектора Чорного моря.
- Розроблено програмний комплекс тематичної обробки сучасних космічних знімків для завдань ідентифікації

процесів забруднення морських вод під дією природних і антропогенних чинників.

- На основі ГІС – платформи ARG/VIEW 9.3, топографічної векторної карти України М 1:200 000 і баз атрибутивних даних параметрів джерел скидів стічних вод, викидів в атмосферу, ділянок дампу розроблені макети екологічних карт українського сектора Чорного моря, а також прибережних територій суб'єктів адміністративного устрою України на ділянках: Дунай – Керченська протока.
- Створено макет ГІС картографічної підтримки рішень з питань охорони водних ресурсів Чорного моря від наслідків господарської діяльності на територіях приморських областей України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Шнюков Е.Ф., Зиборов А.П.* Минеральные богатства Черного моря. Киев, 2004. 280 с.
2. *Попов М.О.* Шляхи отримання космічної інформації в інтересах національної безпеки та оборони.// Наука і оборона. – 2003. №2 -С.38-50.
3. *Попов М.О., Станкевич С.А., Козлова А.О.* Удосконалена процедура класифікування багатоспектральних аерокосмічних зображень при оцінюванні біорізноманіття Північно-Причорноморського регіону України // Тезиси докладов міжнародной научной конференции «Фундаментальные исследования важнейших проблем естественных наук на основе интеграционных процессов в образовании и науке». Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2006. -С. 82-83.
4. *Попов М.А., Лялько В.И., Подорван В.Н., Сахацкий А.И.* Методика классификации природных объектов на многоспектральных космических изображениях на основе последовательного слияния информации // Материалы Второй открытой Всероссийской научной конференции “Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса”.- М.: ИКИ РАН, 2004, -С. 46-47.
5. *Иванов В.А., Миньковская Р.Я.* Морские устья рек Украины и устьевые процессы. Учебник в 2-х частях/ НАН

- Украины, Морской гидрофизический институт. – Севастополь, 2008. 806 с.
6. Бондур В.Г. Комплексный космический мониторинг прибрежных акваторий. – М.: Научный центр проблем аэрокосмического мониторинга «АЭРОКОСМОС», 2005. 12 с.
7. Довгий С.О., Красовський Г.Я., Радчук В.В. та ін. Під ред. С.О. Довгого. Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря / – К.: Інформаційні системи, 2010. 260с. Бібліогр.91.

**Космічні дослідження в завданнях інформаційної підтримки
рішень з питань управління охороною довкілля,
раціональним природокористуванням, заходами по
попередженню і ліквідації надзвичайних ситуацій**
Трофимчук О.М.

*(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору НАН України; itelua@kv.ukrtel.net)*

На основі космонавтики сформувався новий напрямок наук про Землю – космічне природознавство, яке базується на дистанційному, на відстанях в сотні кілометрів, супутниковому зондуванні землі, що являє собою реєстрацію відбитих, поглинених та випромінюваних електромагнітних хвиль.

Перші фотографування Землі були здійснені з космічних апаратів (Титов в 1961 р., по знімкам Ніколаєва і Севастьянова в 1970р. були складені фотокарти масштабу 1 000 000). А вже з 70-х років з використанням супутників для космічної зйомки, (перш за все «Ресурс» (СРСР) та Ландсат (США)) відмічаємо високий розвиток космічних технологій як в розвинених державах (США, Росія, Європейське співтовариство, Японія, Канада), так і в державах, які розвиваються (наприклад, в Нігерії запущений супутник одночасно з Січ-2 і також з роздільною здатністю 8 м).

Одна з основних проблем дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для космічного природознавства – ідентифікація і обробка знімків, їх подальша прив'язка до територій і акваторій, і, нарешті, вихід на прогноз та прийняття рішень.

Нами запропоновані і реалізовані наступні структури у розв'язанні цієї проблеми. Структура функціонування космічної системи дистанційного зондування Землі складається з:

- 1) космічних або авіаційних апаратів з приладами ДЗЗ;
- 2) наземних центрів прийому, обробки та розповсюдження інформації ДЗЗ;
- 3) наземних полігонів.

Структура комп'ютерної обробки та використання інформації ДЗЗ включає 5 блоків:

- 1) дистанційні та наземні дані про стан навколишнього середовища, тематичне дешифрування цифрових космічних знімків;
- 2) географічні інформаційні системи (ГІС), які створюють банки даних для визначених територій і акваторій з різною інформацією природознавчого та екологічного змісту та надають крайові умови для математичних моделей геодинаміки навколишнього середовища;
- 3) моделювання процесів забруднення атмосфери, водних об'єктів та ґрунтів для прогнозування екологічного стану довкілля;
- 4) моделювання геодинамічних процесів, які призводять до надзвичайних ситуацій (землетруси, зсуви, підтоплення та інші) з метою їх попередження та ліквідації;
- 5) прийняття управлінських рішень щодо оптимального природокористування.

1. Дистанційні та наземні дані про стан навколишнього середовища. Тематичне дешифрування цифрових космічних знімків.

Огляд і аналіз розглянутих методів ідентифікації процесів розвитку антропогенних аномалій показав, що для прогнозування їх динаміки і комплексного аналізу різночасних різнорідних даних космічного моніторингу необхідний підхід, заснований на єдиному, функціонально повному математичному апараті, що комплексно реалізовує всі стадії обробки, починаючи від аналізу вихідної інформації об'єкту, що досліджується.

В якості основи були обрані логіко-алгебраїчні моделі моніторингу. Представлений алгоритм обробки даних моніторингу, починаючи з фотограмметрії (ФГ) (рис.1).

Використовуються операції дескриптивної алгебри, з застосуванням алгебраїчних операцій зображення перетворюються в «критеріальні дерева», які включають наземні фактори: вітри, температури, викиди, метеорологічні характеристики. Будуються векторні оцінки та визначаються вагові коефіцієнти. Вибираються можливі варіанти дескриптивної алгебри зображень, алгебраїчні операції формалізуються для комплексуювання різнорідних даних моніторингу екосистем.



Рис. 1 Алгоритм обробки даних моніторингу

Для встановлення взаємозв'язку характеристик аномалії і об'єктів сусідніх фрагментів потрібна побудова буферної зони довкола аномалії. В результаті створення буферної зони утворюються круги і прямокутники, які внаслідок проведення оверлейної операції зливаються в один об'єкт. Для розрахунку нової єдиної зони застосовуються операції теорії множин, а за наявності зони невизначеності або в разі використання інтервальних оцінок – операції алгебри нечіткої логіки.

За допомогою методу «критеріальних дерев» автоматично було виявлено зміни забруднення техногенним пилом на прикладі Донецької області за період розглянутого часового ряду з 2009 по 2010 рр.

Космічні знімки – різночасові, з різних супутників, відрізняються основними технічними характеристиками (розрізнення, спектральні діапазони), поєднуються з наземними даними (вітер, скиди, температура, метеорологія). Запропонований логіко-алгебраїчний підхід дає змогу виявити ареали статистично-стійких показників стану об'єкту моніторингу (рис.2).

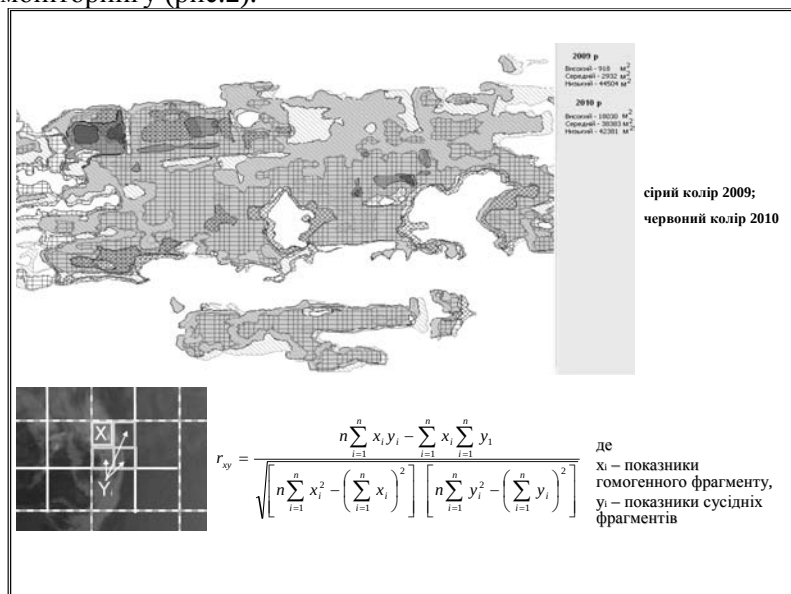


Рис. 2 Ареали статистично-стійких показників стану об'єкту моніторингу

Найчастіше при аналізі даних зображень, отриманих засобами ДЗЗ, використовується колірна модель RGB (Червоний, Зелений, Синій – Red, Green, Blue), в основі якої лежить використання базових кольорів візуалізації інформації на моніторах комп'ютерів.

Набагато рідше при обробці даних ДЗЗ використовується колірна модель HSV (Hue, Saturation, Value – відтінок,

насиченість, значення), яка не змішує основні кольори при моделюванні нового кольору, як у випадку з RGB, а просто змінює їх властивості.

2. Географічні інформаційні системи (ГІС), які створюють банки даних для визначення територій і акваторій з різною інформацією природознавчого та екологічного змісту та надають крайові умови для математичних моделей геодинаміки навколишнього середовища.

ГІС являють собою автоматизовані банки даних, які вміщують різну інформацію природознавчого, екологічного, соціального та економічного змісту, прив'язану до визначеної території.

Як вихідні матеріали, з яких виконується введення даних у ГІС, у наш час використовуються дані ДЗЗ, топографічні карти, загальногеографічні карти, стандартні статистичні звітні форми, текстові джерела, фотографії, ілюстрації та інші.

Існуюча система інформаційної підтримки рішень з питань управління охороною довкілля і екологічною безпекою на обласному рівні потребує суттєвої модернізації, яка дозволить формувати найбільш обґрунтовані рішення, спрямовані на вирішення практичних завдань забезпечення:

- стійкого соціально-економічного та екологічно-збалансованого розвитку області;
- раціонального використання відновлюваних природних ресурсів області;
- ефективної охорони навколишнього природного середовища;
- прогнозу надзвичайних ситуацій природного і техногенного походжень і управління плануванням заходів по їх попередженню і ліквідації.

Оптимальна форма вказаної модернізації – обласна предметно-орієнтовна інформаційна система з банком геопросторових даних. Основна концепція такої обласної ГІС полягає в пошаровому представленні геофізичної інформації однієї природи з наступним синтезом предметно-орієнтованих карт.

Такі можливості були реалізовані для розробки «Екологічних карт» обласного і районного рівнів (приклад

Донецької, Луганської, а також Іванківського району Київської області). Зроблені порайонні атласи областей (рис.3).

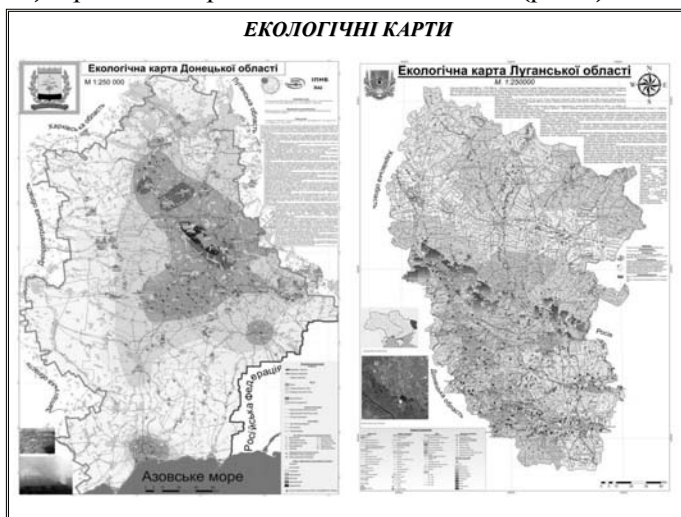


Рис. 3. Екологічні карти Донецької та Луганської областей

3. Моделювання процесів забруднення атмосфери, водних об'єктів та ґрунтів для прогнозування екологічного стану довкілля.

3.1. Геомоделі космічного моніторингу техногенного забруднення приземного шару атмосферного повітря і ґрунтів.

Науково-методичні засади синтезу геомоделей забруднення атмосфери і ґрунтів складовими техногенних викидів в атмосферу базувалися на логіко-алгебраїчних моделях, а також на аналізі об'єктивних закономірностей змін показників альбедо атмосфери і снігового покриву в зонах акумуляції техногенного пилу, які з високим ступенем достовірності ідентифікуються на космічних знімках оптичного діапазону.

На основі дешифрування космічних знімків були створені картографічні моделі навантаження техногенним пилом околиць зосереджених, просторово-розподілених і лінійно-протяжних джерел викидів в атмосферу.

Зосереджене джерело представлено Трипільською ТЕС, яка дає біля 75% від загального обсягу викидів стаціонарними

джерелами в Київській області. Використовуючи дані параметру вітрів, склад та обсяги викидів ТЕС отримані картографічні моделі кількісних оцінок навантаження техногенним пилом навкруги ТЕС.

Для доповнення картографічної моделі були виконані математичні розрахунки по розподілу концентрації забруднених речовин в атмосфері по методиці Головної геофізичної обсерваторії ім. А.І.Воейкова, а також лабораторно досліджені проби атмосферного повітря на вміст забруднювачів (рис.4).



**Рис. 4 Моделі розповсюдження забруднення
від зосереджених джерел**

Побудовано геомоделі забруднення техногенним пилом всіх міст України з чисельністю населення більше 50 тис. чоловік. Результати по Івано-Франківську та Донецьку представлені на рис.5. Вивчались також автотраси і їх забруднення від лінійно-протяжних джерел.

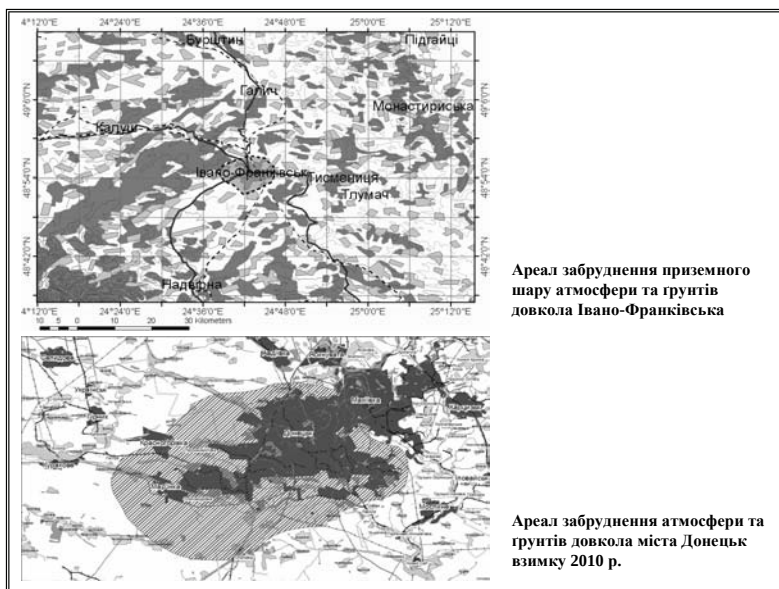


Рис. 5 Техногенне забруднення приземного шару атмосфери та ґрунтів довкола Івано-Франківська та Донецька

3.2. Геомоделі космічного моніторингу забруднення річкових водних об'єктів.

Розроблено новий метод оцінки якості поверхневих вод, який поєднує відомі в Україні підходи та методики щодо оцінювання екологічного стану вод за класами і категоріями.

За цим методом вперше запропоновано проводити оцінку за результатами інтерполяції даних екологічного моніторингу геостатистичними методами з використанням ГІС. Це, в свою чергу, дозволить робити більш гнучкий аналіз даних екологічного моніторингу та отримувати неперервну, а не дискретну, поверхню значень класів та категорій екологічного стану поверхневих вод басейну річки.

Картографічні моделі антропогенного навантаження та екологічного стану поверхневих вод були побудовані з урахуванням рекомендацій щодо обробки даних ДЗЗ (рис.6).

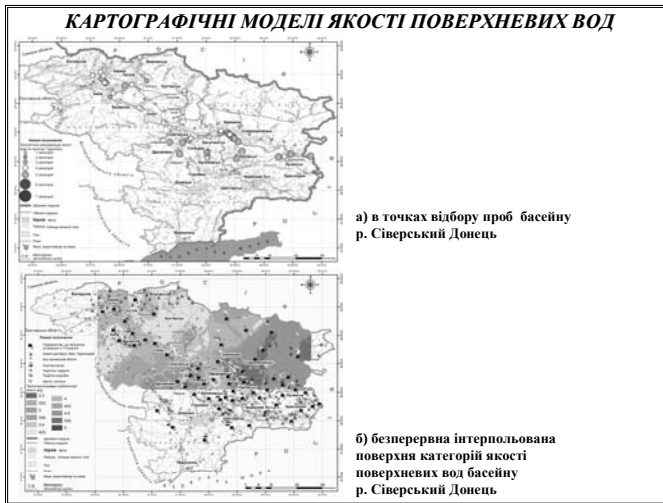


Рис. 6 Картографічні моделі якості поверхневих вод

3.3. Геомоделі космічного моніторингу Чорного і Азовського морів.

Суттєву питому вагу в наших розробках мали ГІС/ДЗЗ технології моніторингу українських секторів Чорного і Азовського морів і спеціалізованого геопорталу для накопичення, систематизації та забезпечення зацікавлених користувачів геомоделями і атрибутивними даними, які характеризують із заданої глибинної ретроспективи сталі закономірності формування еколого-санітарного стану територіальних вод і морської економічної зони України. Водні ресурси обох морів піддаються істотному антропогенному навантаженню, що дає помітний внесок в динаміку формування екологічного стану не тільки морських акваторій, але й приморських регіонів, які ілюструють можливості їх отримання тематичним дешифруванням інформацій екологічного змісту. Така інформація ілюструється в тематичні екологічні карти.

На космічних знімках розпізнаються шлейфи виносу річкового і поверхневого стоку в м.Алушта, нафтові плівки на поверхні моря, які в доповнення з іншими факторами формують ареали ризиків забруднення Чорного та Азовського морів (рис.7).

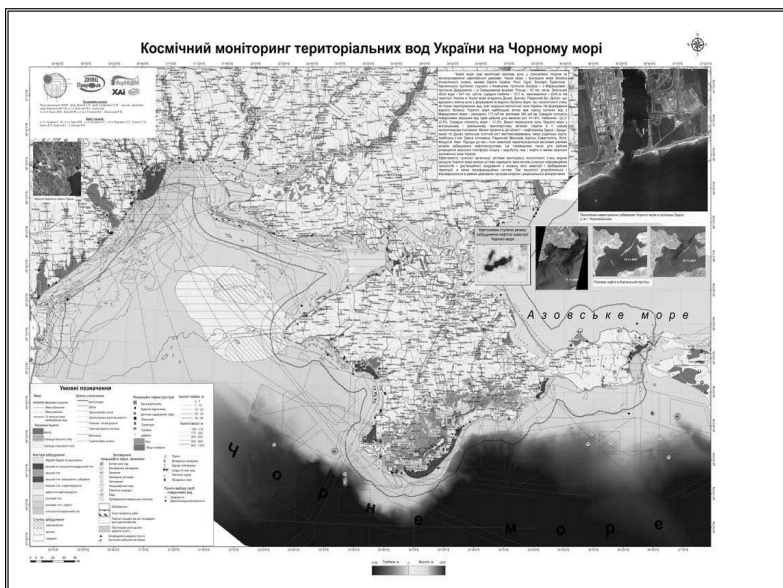


Рис. 7 Космічний моніторинг територіальних вод України на Чорному морі

В ІТГП НАН України створено геопортал, який включає космічні знімки, геомоделі, базу атрибутивних даних, джерела природного і техногенного забруднення морів. Також надається структура взаємодії основних елементів сучасних геопорталів, а також чинники, що впливають на вибір програмної платформи геопорталу.

4. Моделювання геодинамічних процесів, які призводять до надзвичайних ситуацій.

4.1. Сейсмостійкість споруд і розрідження ґрунтів.

Землетруси займають перше місце в світі серед чинників виникнення надзвичайних ситуацій, на другому зсуви, в Україні навпаки – 1-е місце – зсуви (їх зареєстровано 23 тис.), 2-е місце – землетруси – це Карпати і Крим (останній руйнівний з людськими жертвами біля 1000 чоловік відбувся в 1928 р. в Криму).

Запропоновано для ґрунту узагальнену модель, яка враховує напружено-деформований стан з врахуванням

пластичності твердої фази ґрунту, а також взаємодію твердої і рідинної фаз по моделі Біо (рис.8).

Такий підхід в лінійній постановці дозволяє визначити трансформацію вихідних акселерограм землетрусу, що дає позитивний ефект для зниження сейсмічної дії (приклад врахування взаємодії споруди і основи Чорнобильської АЕС). Задача зводиться до систем парних інтегральних рівнянь, а потім і безкінечних систем лінійних алгебраїчних рівнянь відносно контактних напружень.

ДИНАМІКА НАСИЧЕНИХ ПОРИСТИХ СЕРЕДОВИЩ	
Рівняння руху моделі Біо відносно переміщень твердої U_i і рідинної U_i фаз	
	$\rho_{11} \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} + \rho_{12} \frac{\partial^2 U_i}{\partial t^2} + \mathbf{b} \left(\frac{\partial u_i}{\partial t} - \frac{\partial U_i}{\partial t} \right) = \frac{\partial \sigma_{ij}^s}{\partial x_j},$ $\rho_{12} \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} + \rho_{22} \frac{\partial^2 U_i}{\partial t^2} + \mathbf{b} \left(\frac{\partial U_i}{\partial t} - \frac{\partial u_i}{\partial t} \right) = \frac{\partial \sigma^f}{\partial x_i},$ (1)
Параметр дисипації	$\mathbf{b} = m^2 \theta_0 / K_{pr},$ (2)
Закон Гука	$\sigma_{ij}^s = A e \delta_{ij} + 2N e_{ij} + Q \varepsilon \delta_{ij}, \quad \sigma^f = -m p_0 = Q \tau + R \varepsilon;$ (3)
Геометричні співвідношення Коші	$e_{ij} = (\partial u_i / \partial x_j + \partial u_j / \partial x_i) / 2; \quad e = \operatorname{div} \vec{u} = e_{11} + e_{22} + e_{33}; \quad \varepsilon = \operatorname{div} \vec{U}.$ (4)
Ефективні напруження	$\sigma^f = \sigma_{ij}^s + (1 - m) p_0 \delta_{ij}$ (5)
Модель пористопружнопластичного ґрунту	
Зв'язок приростів ефективних напружень і деформацій кістяка ґрунту	
	$\{d \vec{\sigma}\} = [D^p] \{d \vec{\varepsilon}\}$ (6)
Пружнопластична матриця	
	$[D^p] = [D^e] + \frac{[D^e] \{a_\sigma\} \{a_\sigma\}^T [D^e]}{\operatorname{diag}(H) + \{a_\sigma\}^T [D^e] \{a_\sigma\}}$ (7)

Рис. 8 Динаміка насичених пористих середовищ

Врахування пластичності і водонасиченості ґрунту дає можливість прослідкувати і негативний сейсмічний ефект, який призводить до розрідження ґрунту – при розрахунковій горизонтальній акселерограмі а) у випадку деякого коефіцієнту фільтрації викликає дуже високий поровий тиск б), який дає розрідження. Тут вже розв'язуються нелінійні рівняння методом скінчених елементів (рис.9).

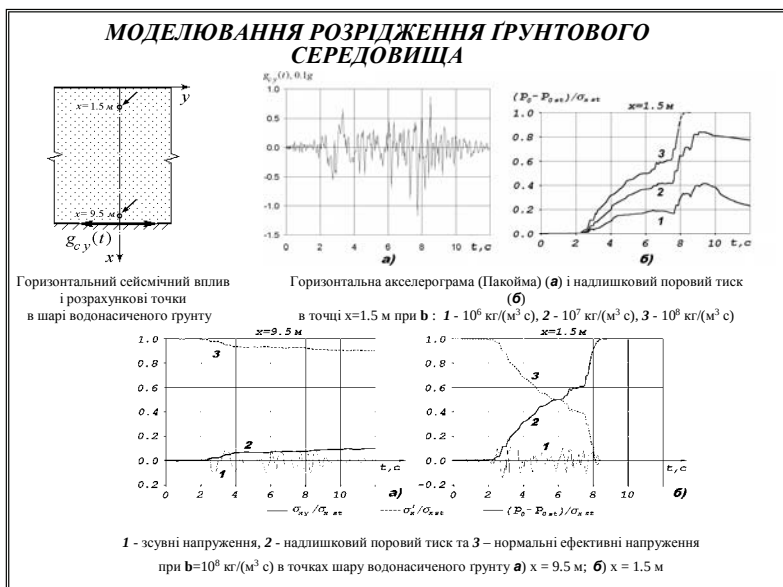


Рис. 9 Моделювання розрідження ґрунтового середовища

4.2. Зсувна небезпека в умовах підтоплення та сейсмічних впливів.

Дев'яносто відсотків від усієї площі території України характеризуються як такі, що мають складні гідрогеологічні умови. Зсувні схили моделюються квазістатичними рівняннями граничного напруженого стану, які впливають з узагальнених рівнянь, що приведені вище. В результаті розроблено математичну модель, алгоритм, програму LANDSLIP07 розрахунку НДС схилів, а також АРМ із графічним інтерфейсом. Програма LANDSLIP07 дає змогу моделювати НДС схилів при підтопленні, землетрусах та інженерній підготовці територій.

На рис. 10 приведений зсувний схил у випадку повного водонасичення ґрунтів та епюра зсувного тиску. Результати роботи впроваджені та отримано авторське свідоцтво на комп'ютерну програму в рамках виконання спільного науково-технічного інноваційного проекту з Інститутами кібернетики та геологічних наук. Це стосується локального рівня.

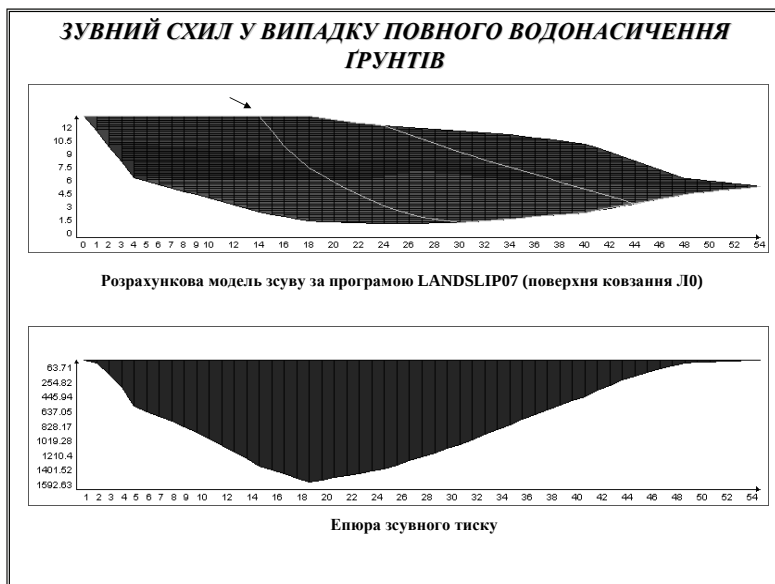


Рис. 10 Зсувний схил у випадку повного водонасичення ґрунтів

За допомогою ГІС-технологій на прикладі Харківської області проведена оцінка зсувної небезпеки на регіональному рівні.

4.3. ГІС/ДЗЗ технології аналізу зсувів на прикладі Закарпаття.

В рамках УЦМЗР на початку 2000 р. були проведені роботи по аналізу зсувів на Закарпатті, де на відміну від Харківської області не було паспортизації зсувних ділянок. Були використані знімки LANDSAT 1990 і 2000р. з роздільною здатністю 30м (по 6 штук на кожний рік). Було проведено попереднє дешифрування знімків і покладено на карту М 1:200 000, визначалась динаміка змін лісів, кути схилів, висоти, також використовувалась карта ґрунтів. Визначалась також водонасиченість ґрунтів, відстані до водних об'єктів. В якості ГІС використовувалась система ArcGIS.

Було проведено багатокритеріальний аналіз по регіону (ранжування, інтервали, вагові коефіцієнти), а також експертні оцінки, отримана відповідність прогнозованих зсувонебезпечних ділянок реальним розташуванням зсувів.

5. Прийняття управлінських рішень щодо оптимального природокористування.

Результати робіт ІТГП НАН України по ГІС/ДЗЗ технологіям впроваджені в ряді областей, що підтверджується відповідними актами.

Таким чином, внесок ІТГП НАН України в космічне природознавство полягає в наступному:

- вперше запропонований новий метод тематичної обробки космічних знімків на основі логіко-алгебраїчних моделей;
- отримало подальший розвиток залучення можливості ГІС до картографічної підтримки рішень з питань природознавства на обласному рівні;
- на основі розроблених моделей і методів тематичної обробки знімків отримані нові геомоделі техногенного забруднення атмосфери, водних об'єктів, земель;
- отримані принципово нові знання по локальному і регіональному аналізу зсувних процесів та динаміки ґрунтів засобами ГІС/ДЗЗ технологій та математичного моделювання;
- основні результати досліджень висвітлені в публікаціях і впроваджені в органах управління природокористуванням в ряді областей України.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *В.М.Сеймов, А.Н.Трофимчук, О.А.Савицкий.* Колебания и волны в слоистых средах // Киев: Наук.думка, 1990- 222с.

2. *С.О.Довгий, В.І.Лялько, О.М.Трофимчук, О.Д.Федоровський та інші.* Інформатизація аерокосмічного землезнавства // Київ: Наук. думка, 2001. – 607 с.

3. *А.Н.Трофимчук, А.М.Гомилко, О.А. Савицкий.* Динамика пористоупругих насыщенных жидкостью сред. // Київ: Наук. думка, 2003. – 232с.

4. *А.Н.Трофимчук.* Сейсмостойкость сооружений с учетом их взаимодействия с ґрунтовым основанием. // Київ: ООО „Полиграфконсалтинг”, 2004. – 72с.

5. *Г.Я.Красовський, О.М.Трофимчук, Л.В.Зотова.* Досвід розробки систем картографічного забезпечення управління екологічною безпекою території області // Ученые записки Таврического Национального университета им.

В.И.Вернадского, серия «География», том 18(57), №1, 2005.- с.75-80.

6. *А.Н.Трофимчук, В.Г.Черний, Г.И.Черный.* Надежность систем сооружение – грунтовое основание в сложных инженерно-геологических условиях. // Київ: Поліграфконсалтинг, 2006. – 248с.

7. *Л.Д.Греков, Г.Я.Красовський, О.М.Трофимчук.* Космічний моніторинг забруднення земель техногенним пилом. // Київ: Наук.думка, 2007. – 123с.

8. *Довгий С.О., Красовський Г.Я., Радчук В.В., Трофимчук О.М., Андреев С.М. та ін..* Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря. // Київ: Інформаційні системи, 2010. – 260 с.

9. *Є.С.Анпілова, О.М.Трофимчук.* Просторове моделювання якості басейну р. Сіверський Донець засобами ГІС/ДЗЗ технологій. // Екологічна безпека та природокористування. Зб.наук.праць Київ.нац.ун-т буд-ва і архіт. Ін-т телеком.і глоб.інформ.простору, вип.7, Київ, 2011. – С. 35-44.

10. *О.С.Бутенко, Г.Я.Красовський, О.М.Трофимчук.* Комплексный поход к автоматизации процесса прогнозирования развития антропогенных аномалий с использованием логико-алгебраических моделей. // Екологічна безпека та природокористування: Зб.наук.праць Київ.нац.ун-т буд-ва і архіт. Ін-т телеком.і глоб.інформ.простору, вип. 8, Київ, 2011 – с.21-54.

Особенности сжатия спектрограмм

**Лукин В.В., *Земляченко А.Н., *Зеленский А.А.,*

***Попов М.А., **Станкевич С.А., **Ковальчук С.П.*

(Национальный аэрокосмический университет

им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», luikin@ai.kharkov.com

***Научный центр аэрокосмических исследований Земли*

ИГН НАН Украины, st@casre.kiev.ua)

Вследствие недостаточного пространственного разрешения снимков получаемых с помощью систем ДЗ довольно сложно, а порой и невозможно распознать тип и класс объектов. Для решения данной задачи применяется метод определения объектов по спектральным характеристикам, это при-

водит к необходимости использования большого числа спектральных каналов, характеризующихся большим объемом регистрируемых данных даже для небольшого количества формируемых изображений.

В связи с этим при передаче и хранении данных возникает необходимость их сжатия [1]. Аналогичная необходимость возникает и при создании баз и библиотек спектрограмм, имеющих размеры порядка сотен мегабайт.

Актуальной задачей является оценка эффективности сжатия спектрограмм при условии, что для каждого типа материала есть несколько спектрограмм, которые можно сжимать совместно. Также необходимо обеспечивать сжатие с как можно более высоким коэффициентом сжатия (КС) при условии, что уровень вносимых искажений, удовлетворяет требованиям.

Исследования проводились с использованием реальных спектрограмм для нескольких материалов (четыре типа растений, гексоген и почва). Все данные представлены в едином формате как реальные числа с плавающей запятой. Разрешающая способность по длине волны - 1 нм, диапазон длин волн - от 350 до 2500 нм. Для каждого типа материала было несколько спектрограмм (от 5 до 57).

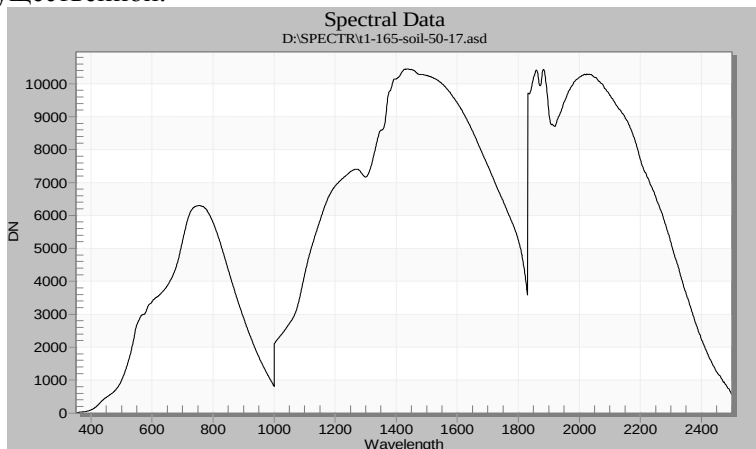
В первую очередь, был проведен визуальный анализ спектрограмм. Этот анализ позволил выявить три основные закономерности поведения этих одномерных информационных процессов (которые важны для разработки и анализа эффективности методов сжатия):

1) в целом процессы имеют низкочастотный характер, то есть для большинства участков имеет место медленное изменение значений (см. примеры на рис. 1);

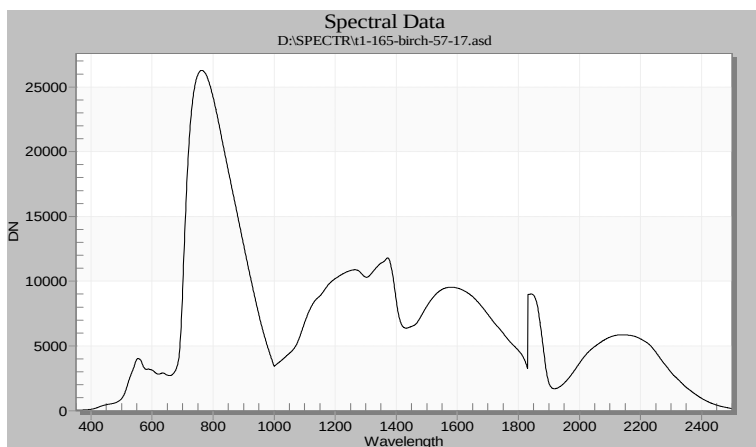
2) одновременно, спектрограммы могут иметь один или два разрыва производных (резкие изменения значений), которые наблюдаются для разных длин волн в зависимости от материала; разрыв для длины волны 1830 нм имеет место практически для всех материалов, для других материалов разрывы могут быть для различных длин волн;

3) спектрограммы для каждого из рассматриваемых материалов практически не отличаются между собой для каж-

из наборов, для различных наборов разница может быть существенной.



а)



б)

Рис. 1. Примеры спектрограмм для грунта (а) и березы (б)

Существует три подхода к сжатию данных: без потерь (подход 1), с минимальными (несущественными) потерями (подход 2), с потерями (подход 3). В рамках подхода 1 рассмотрены как стандартные архиваторы (ZIP, GZIP, RAR, ARJ),

так и такие, которые не являются достаточно распространенными (RK, версия 1.04.1, TAR, TGZ).

При наличии набора спектрограмм возможно сжатие каждой спектрограммы отдельно и всех спектрограмм набора вместе. Во втором случае формировался единый одномерный массив данных с последовательной записью всех спектрограмм и последующем применением архиватора к нему. Полученные данные (значение КС) приведены в табл. 1. Для случая, когда сжатие выполнялось отдельно, приведены средние значения КС.

Табл. 1. Значения КС для разных методов сжатия без потерь

Кодер	Метод сжатия	Soil (грунт)	Birch (береза)	Oak (дуб)	Нехоген (пексотен)	Sorrel (шавель)	Moss (мох)
ZIP	поканально	1,08	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
	совместно	1,08	1,08	1,07	1,07	1,07	1,07
GZIP*	поканально	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
	совместно	-*	-	-	-	-	-
RAR	поканально	1,17	1,19	1,26	1,18	1,30	1,17
	совместно	1,18	1,19	1,26	1,18	1,31	1,18
RK	поканально	1,02	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02
	совместно	8,14	2,08	2,13	2,05	2,40	4,1
TAR	поканально	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97
	совместно	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97
ARJ	поканально	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
	совместно	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
TGZ	поканально	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
	совместно	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Количество спектрограмм		50	57	48	5	30	40

* версия GZIP не поддерживает сжатие больших последовательностей файлов в одном архиве

Существенно лучшие результаты обеспечивает архиватор RAR, для которого КС лежит в пределах от 1,17 до 1,30. Лучшие данные получены для RK, если сжатие выполняется для всех файлов набора вместе (совместно) и количество файлов достаточно велико. Это наблюдение позволяет рекомендовать именно RK для сжатия без потерь.

В рамках подхода 2 проведен анализ следующего алгоритма (который является определенным образом аналогичным ранее разработанных алгоритмов [2-4]). Первая спектрограмма записывается в одномерный массив без изменений, а для других спектрограмм в массив записываются разности между каждой спектрограммой и первой. Затем данные сжимаются архиватором RAR. Это позволяет достичь $КС \approx 4$ (см. рис. 2, где нижние столбцы характеризуют КС для каждой из спектрограмм набора). Можно также предположить, что реальные значения спектрограммы можно округлить до ближайших целых практически без потери точности (это предположение справедливо и с учетом присутствующих шумов - см. Подход 3). Эта операция позволяет примерно вдвое повысить КС для первой спектрограммы и примерно в 4 раза - для других спектрограмм набора (рис. 2, верхние столбцы).

Кроме того, проанализирован уровень помех в спектрограммах. Автоматическими методами [5, 6] оценивалось среднеквадратическое отклонение (СКО) шума в блоках размером 16, 32 и 64 отсчетов. Оценка производилась в области дискретного косинусного преобразования (ДКП) с использованием устойчивых оценок масштаба. Для некоторых блоков были получены аномальные оценки, но для большинства блоков оценки СКО лежат в пределах от 2 до 8. При таких значениях отношения сигнал-шум для спектрограмм является большим (более 40 дБ) и, соответственно, шум нельзя заметить при визуальном анализе спектрограмм.

Как можно видеть, большинство архиваторов обеспечивает КС, примерно равный 1,07 для всех типов материалов независимо от того, выполняется сжатие отдельно или совместно для всего набора.

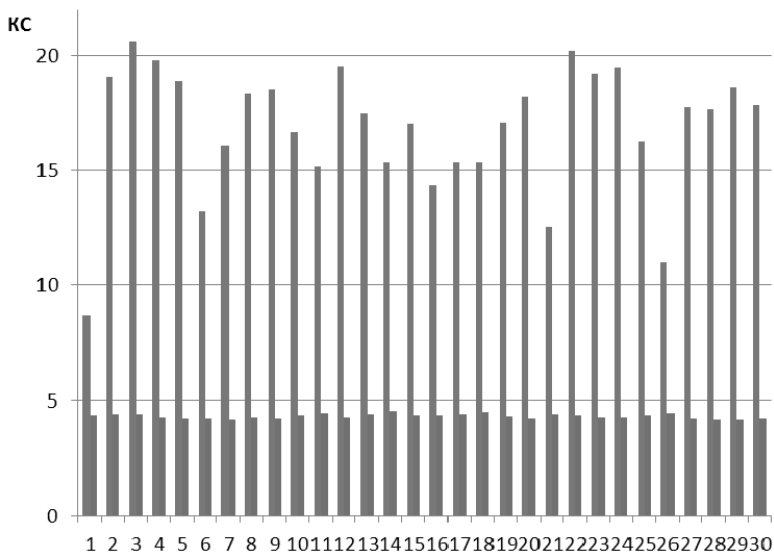


Рис. 2. Значения КС для двух методов сжатия спектрограмм

Полученные оценки позволяют рекомендовать выбор шагов квантования коэффициентов дискретных ортогональных преобразований, которые могут применяться для сжатия сигналов с потерями. Предварительный анализ использования с этой целью сжатия на основе ДКП позволяет утверждать следующее. Во-первых, значение КС, которые при этом достигаются, лежат в пределах от 6 до 10 для каждой из спектрограмм, которая обрабатывалась отдельно, что существенно выше, чем для сжатия без потерь. Во-вторых, среднеквадратичная погрешность внесенных искажений лежит в пределах 4, то есть практически совпадает с оцененной дисперсией шума. В результате практически невозможно различить первичные спектрограммы и спектрограммы после сжатия с потерями. Как следствие, это зачастую не влияет на результаты распознавания или классификации типов материалов (поверхностей) по спектральным признакам [7, 8].

Дальнейшие исследования будут направлены на исследование оптимальных размеров блоков и общее сжатие нескольких спектрограмм, что позволит дополнительно повысить КС.

Литература

1. B. Aiazzi, L. Alparone, d S. Baronti, Near-lossless compression of 3-D optical data, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 39, No 11, pp. 2547-2557, Nov 2001.

2. Зряхов М.С., Лукин В.В, Наседкин К.В., Сжатие многоканальных ЭКГ на основе предварительной обработки и применения двумерного ДКП // Сб. научн. ст. “Радіоелектронні і комп'ютерні системи”. - Харьков: Национальный аэрокосмический университет, вып. 1. - 2003. - С. 18-25.

3. Зеленский А.А., Зряхов М.С., Лукин В.В. Методы сжатия многоканальных сигналов на основе дискретного косинусного преобразования / В кн. Практические аспекты цифровой обработки сигналов, Под общей ред. проф. Марчука В.И. – Шахты, Россия. – 2007. – С. 21-45.

4. Лукин В.В., Земляченко А.Н., Зеленский А.А., Попов М.А., Станкевич С.А.. Титаренко О.В., Особенности сжатия гиперспектральных изображений поверхности Земли, Материалы докладов «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях». Киев-Харьков-АР Крым, сент. 2011. – С. 92-100.

5. Абрамов С.К., Зеленский А.А., Лукин В.В. Автоматическое оценивание дисперсии ошибок измерений при обработке одномерных информационных сигналов // Сб. научн. ст. “Радіоелектронні і комп'ютерні системи”. - Харьков: Национальный аэрокосмический университет, вып. 1. - 2003. - С. 5-11.

6. Lukin V., Vozel B., Abramov S., Ponomarenko N., Uss M., Chehdi K., Astola J., Blind methods for noise evaluation in multi-component images, Book chapter 9 in “Multivariate image processing”, ISTE Ltd, France, 2009, pp. 263-301.

7. V.V. Lukin, N.N. Ponomarenko, A.A. Zelensky, A.A. Ku-rekin, K. Lever, Classification of compressed multichannel re-mote sensing images, Proceedings of SPIE/EUROPTO on Re-mote Sensing, UK, Sept 2008, SPIE 7109, 12 p.

8. Попов М.О., Станкевич С.А., Молдован В.Д. Гіперспектральна аерокосмічна інформація у виявленні та спостереженні об'єктів // Наука і оборона, 2006, №3, С. 25-31.

Аналіз екологічних і природно-техногенних загроз безпеці Автономної Республіки Крим

Качинський А.Б., Іванюта С.П.

*(Національний інститут стратегічних досліджень,
kachynskiy@niss.gov.ua ivanyuta@niss.gov.ua)*

Останніми роками в Україні щорічно виникає близько 300 надзвичайних ситуацій (НС) різного походження, внаслідок яких держава може втрачати до 2,5 % валового внутрішнього продукту. Це призводить до відчутного уповільнення темпів економічного зростання і, як наслідок, втрати реальної можливості вагомого поліпшення рівня життя громадян. Аналіз актуальних тенденцій розвитку стихійних лих та техногенних катастроф свідчить про високу ймовірність виникнення НС природного та техногенного характеру зі значними ризиками для населення і держави у разі їх реалізації [1, 4].

Стан екологічної безпеки держави значною мірою визначається ефективністю регіональної політики, яка передбачає гарантування безпеки населення, господарських об'єктів і довкілля від деструктивного впливу усього спектра екологічних і природно-техногенних загроз. Однією з вагомих причин недосконалого управління безпекою регіонів держави є неефективна та застаріла система моніторингу довкілля, яка не відповідає сучасним вимогам.

Подолання негативних тенденцій зростання втрат і витрат внаслідок НС різного походження можливе на основі комплексного аналізу ризиків та управління ними у рамках загальнодержавної системи регулювання безпеки населення і територій. Основою цієї системи має стати аналіз можливих екологічних і природно-техногенних загроз регіональній безпеці держави.

Регіональна безпека характеризує такий стан захищеності регіону, коли він спроможний протистояти дестабілізуючим впливам зовнішніх і внутрішніх загроз, а його функціонування не створює загроз самому регіону та елементам навколишнього середовища. Розглянемо методичний підхід до комплексного аналізу актуальних еколого-техногенних загроз регіональній безпеці держави.

Аналіз ризиків на регіональному рівні тісно пов'язаний з аналізом загроз, які, у свою чергу визначають рівень безпеки регіонів. Теоретичну основу оцінки рівнів безпеки регіонів може становити теорія надійності, відповідно до якої надзвичайні ситуації слід розглядати як «відмови» елементів систем, що призводять до порушення їхньої стійкості [1, 3].

Припустимо, що безпека регіону визначається величиною ризику, який не перевищує прийнятний рівень. Нехай $S_{\Sigma}(t)$ – функція безпеки, а сукупність характеристик аварій і катастроф, які мають рівні ймовірності їхнього виникнення, визначається за допомогою функцій ризику $H_{\Sigma}(t)$. При цьому

$$S_{\Sigma}(t) = \prod_i^n S_i(t),$$

$$H_{\Sigma}(t) = \sum_i^n H_i(t),$$

де S_i , H_i – функції безпеки та ризику i -ї загрози, n – кількість загроз. Нехай розглядається пуасонівський потік «відмов» [1, 3, 6]. У такому разі можна записати

$$S_{\Sigma}(t) = \exp\left(-\sum_i^n \int_0^t \lambda_i(\tau) \rho_{ij}(\tau) d\tau\right),$$

$$H_{\Sigma}(t) = 1 - \exp\left(-\sum_i^n \int_0^t \lambda_i(\tau) \rho_{ij}(\tau) d\tau\right),$$

де λ_i – інтенсивність надзвичайних ситуацій i -го виду, ρ_{ij} – ймовірність j -ї компоненти системи для i -го виду надзвичайної ситуації.

Розрахунок ймовірностей ρ_{ij} передбачає наявність технічних, екологічних, економічних і соціальних критеріїв безпеки. В даний час ці критерії відсутні. За таких умов у першому наближенні можна припустити:

$$\rho_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_i},$$

де n_{ij} – кількість надзвичайних ситуацій i -го виду з ураженням j -ї компоненти, n_i – загальна кількість подій i -го типу.

Параметри λ_i та ρ_{ij} можуть бути розраховані за допомогою методів статистичного оцінювання для кожного i -го виду [3, 6].

Регіони України як об'єкт дослідження можуть розглядатися у вигляді багаторівневої динамічної системи великої розмірності зі складними зв'язками як всередині окремих рівнів, так і між рівнями взагалі. Як складові цієї системи у подальшому аналізуються особи, об'єкти (потенційно небезпечні) та довкілля.

Автономна Республіка Крим (АР Крим) має унікальне географічне розташування, значний рекреаційний потенціал і разом з тим низку загроз природного і техногенного походження, вияв яких може значно послабити стан безпеки регіону.

АР Крим розташована на півдні України, займаючи територію Кримського півострова. Площа АР Крим становить 27,0 тис. км², що складає 4,5 % загальної площі території України. Чисельність населення автономії станом на 01.01.2011 р. складала 1963,5 тис. осіб [4, 5].

Джерелами **екологічних загроз** в АР Крим є діяльність підприємств хімічної промисловості, агропромислового комплексу, об'єкти теплоенергетики, житлово-комунального господарства, функціонування транспорту; забруднення атмосферного повітря викидами цих об'єктів. Практично всі види господарської діяльності впливають на забруднення вод. Головним забруднювачем водного басейну автономії є Сімферопольське виробниче підприємство водопровідно-каналізаційного господарства, на частку якого припадає 85 % забруднених стічних вод. Із 38 об'єктів, що увійшли до переліку екологічно небезпечних, 32 порушували вимоги екологічної безпеки у процесі роботи з відходами (з них 28 – полігони твердих побутових відходів).

Відсутність у населених пунктах приморських районів комплексів споруд зливової каналізації спричинює інтенсивне забруднення берегової зони. Однією із основних проблем управління станом навколишнього природного середовища в АР Крим є недостатня ефективність функціонування системи моніторингу.

Тенденція погіршення екологічного стану території АР Крим пов'язана як з нераціональною територіальною структурою розміщення об'єктів різних галузей господарства, так і з у край нерівномірним розподілом курортно-рекреаційного навантаження, низьким показником лісистості (10,6 %) та заповідності (5,4 %). У господарському комплексі регіону значне місце посідає матеріальне виробництво: частка хімічної промисловості у 1,5 разу вища, ніж у середньому по Україні.

Екологічні проблеми водних ресурсів АР Крим обумовлені передусім невирішеними питаннями очищення зворотної води, діючі споруди не забезпечують необхідного ступеня її очищення.

Загрози природного характеру півострова представлені широким колом процесів і явищ геологічного, гідрометеорологічного і гідрологічного характеру, пожежами у природних екосистемах та загрозами медико-біологічного характеру, захворюваністю на соціально небезпечні хвороби.

У *геологічній* групі явищ небезпечними є зсуви, селі, абразії морського узбережжя, можливі землетруси та карсти.

Загроза зсувів характерна для всіх великих міст Криму (Сімферополя, Керчі, Феодосії, Великий Ялті) та частини адміністративних районів – усього 1475 ділянок. Загалом джерело загрози цього явища охоплює 21 населений пункт, де проживають близько 6,7 тис. осіб, і стосується 22 будинків та 8 об'єктів різного призначення. Максимальну ураженість зсувами (до 8,62 % усієї площі) має складна в інженерно-геологічному відношенні та інтенсивно техногенно навантажена ділянка південного схилу Головної гряди від мису Айя до гори Кастель.

У Криму зберігається загроза розвитку водно-селевих паводків у селенебезпечних долинах південно-східної, рідше

західної, частин узбережжя. Це переважно водно-кам'яні селі з витратою до 10–14 м³/с та швидкістю потоку до 2–4 м/с.

Абразія морського узбережжя охоплює міста Велика Ялта, Феодосія, Алушта, Керч, Судак, Саки, Євпаторія та три прибережні райони з 31 населеним пунктом.

Можливі (прогнозовані) землетруси з епіцентром у Чорному морі розподіляються на дві імовірні зони. Перша зона з прогнозованою силою землетрусу у 8-9 балів охоплює площу 2,4 тис. км². До неї належать міста Південного узбережжя Криму, м. Керч та частина Бахчисарайського району з 502 населеними пунктами та 1008,0 тис. мешканців. Друга зона з прогнозованою силою землетрусу 6-7 балів охоплює площу 13,1 тис. км². До цієї зони належать міста Сімферополь, Євпаторія, Саки, частина Бахчисарайського району та 7 інших районів автономії. Там розташовано 587 населених пунктів та мешкають 557,1 тис. осіб.

Карстові явища поширені на 13,47 тис. км² (49,9 % загальної площі автономії).

Небезпечні гідрометеорологічні явища. У цій групі природних явищ для Криму передусім є небезпечними зледеніння з можливими наслідками - обриваннями повітряних ліній електропередач та ліній зв'язку (переважно в центральній та північній частині півострова). Для АР Крим домінуючими є сильний дощ (59 %), сильний вітер (15 %) та сильний сніг (8 %), що спричиняють різні гідрометеорологічні явища.

Гідрометеорологічні умови значною мірою спричиняють і гідрологічні небезпечні явища. Так, у регіоні підтоплено близько 4,43 км² території (16,4 % загальної площі півострова). У зоні підтоплення розташовано 24 населених пункти (у т. ч. 3 міста), де мешкають близько 86,6 тис. осіб (до 44,5 % загальної кількості населення Криму).

Пожежі у природних екосистемах. Під загрозою лісових та польових пожеж перебувають 812 тис. га АР Крим, або 29,6 % її загальної площі, причому можливі польові та лісові пожежі співвідносяться як 67,5 % та 32,5 %. Особливим пожежонебезпечним об'єктом республіки є її лісні масиви, які займають 331,2 тис. га (до 11 % площі півострова). Серйозну загрозу становить Ялтинський гірсько-лісовий природний

заповідник, де щорічно виникає близько 40 % пожеж їх загальної кількості по республіці (200–300 пожеж).

Загрози медико-біологічного характеру. В АР Крим наявні епідемічно небезпечні території з ризиком зараження I, II і III ступенів. Вони охоплюють зони можливого зараження на сибірську виразку (з площею 0,30 тис. км² та населенням 7,1 тис. осіб), туляремію (2,60 тис. км² та 0,4 тис. осіб) та лептоспіроз (4,70 тис. км² та 48,7 тис. осіб). Виникнення НС медико-біологічного характеру пов'язано також із загальною внутрішньою епідемічною та санітарно-гігієнічною ситуацією в автономії та її погіршенням через зовнішні чинники під час курортного сезону.

Загрози техногенного характеру автономії визначається наявністю понад 300 потенційно небезпечних об'єктів (ПНО), які функціонують у радіаційній, хімічній, пожежовибуховій, гідродинамічній, транспортній секторах та у системі комунального господарства.

Радіаційна безпека. На території АР Крим розташовано близько 300 підприємств та організацій, які використовують джерела іонізуючого випромінювання. Існує загроза внаслідок функціонування трьох ядерних установок на майданчику Севастопольського інституту ядерної енергії та промисловості. Певну радіаційну небезпеку створюють Керченське державне гідрографічне підприємство та понад 150 об'єктів переважно медичного профілю, котрі використовують радіоактивні та іонізуючі речовини.

Хімічна безпека. За станом на 2009 р. на території Криму функціонують 52 хімічно небезпечні об'єкти (ХНО), у т.ч.: I ступеня – 3, II – 9, III – 9, IV – 31.

ХНО розташовані у 20 хімічно небезпечних адміністративно-територіальних одиницях Криму, у т.ч.: I ступеня – 3, II – 1, III – 5, IV – 11. Кримська автономія в цілому належить до III ступеня хімічної небезпеки, де до зони можливого хімічного зараження (МХЗ) входить 1,6 % усієї території півострова [4, 5].

Хімічно небезпечні об'єкти півострова виробляють і можуть використовувати в технологічних процесах 1,89 тис. т різноманітних отруйних хімічних речовин (ОХР), основними з

яких є аміак, хлор, соляна кислота, сірчистий ангідрид. Загальна площа зон можливого хімічного забруднення ОХР становить 424 км², де проживають 692,8 тис. осіб.

Пожежна і вибухова безпеки. На території автономії функціонує 247 вибухо- і 260 пожежонебезпечних об'єктів, на яких зберігається 176,7 тис. т вибухо-пожежонебезпечних речовин. Площа зони можливого ураження внаслідок виникнення техногенних вибухів і пожеж становить 3,0 км², в якій проживає 5,7 тис. осіб. З усіх вибухонебезпечних об'єктів найбільшу небезпеку становлять 10, причому 3 з них розташовані безпосередньо у м. Сімферополь. Разом на цих об'єктах зберігається близько 745 т вибухонебезпечних речовин.

Гідродинамічна безпека. Джерелом гідродинамічної загрози для території та населення АР Крим є 18 штучних водосховищ, які разом акумулюють 265560 тис. м³ води. У разі катастрофічного затоплення 148,5 км² території це загрожуватиме руйнуванням 151 населеного пункту із загальною кількістю населення 113,5 тис. осіб.

Транспортна безпека. Територію півострова обслуговують залізничний, автомобільний, повітряний, морський і трубопровідний транспорт. Внаслідок цього складаються відповідні умови для життєдіяльності населення автономії та функціонування його господарства, що генерує загрозу, пов'язану із транспортною структурою. Її створює передусім мережа трубопроводів, з яких 520,2 км проходять по суходолу та 129,0 км – по дну моря (рис. 1).

Геоінформаційний аналіз засвідчив, що значна частина магістральних газопроводів, яка проходить територією АР Крим, перебуває в зонах впливу небезпечних екзогенних геологічних процесів. Це створює додаткову небезпеку для ефективного функціонування цих газопроводів. Певну загрозу також становлять 7 мостів (вантажопідйомністю 60–80 т) щодо рівня свого експлуатаційного стану: протока Чонгар, селище Гурзуф, села Морське, Мартинівка, Заповіт-Ленінське, Воїнка та м. Керч. Ще одним джерелом небезпеки є автомобільний транспорт, на якому у 2009 р. сталося 1733 дорожньо-

транспортні аварії, в яких постраждало 2262 осіб та загинули 305 осіб.

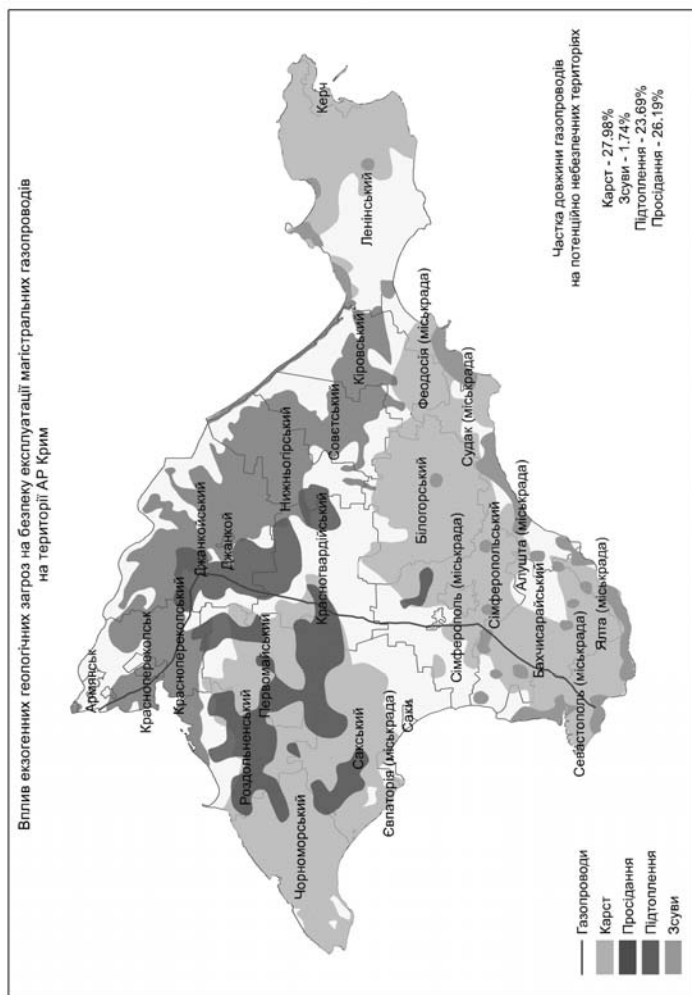


Рис. 1. Вплив екзогенних геологічних загроз на безпеку експлуатації магістральних газопроводів АР Крим

Стан комунально-господарського комплексу АР Крим характеризується значною фізичною та моральною зношеністю. Внаслідок цього існує загроза виникнення відповідних НС. По-

требує значного поліпшення система водозаборів, порушення роботи яких може призводити до відключення від 10 % до 50 % споживачів питної води (у т. ч. в містах Сімферополь, Євпаторія, Феодосія, Алушта, Джанкой). Багато свердловин питної води забруднені хімічними речовинами, пестицидами, гербіцидами та мінеральними добривами і потребують відповідних заходів щодо поліпшення їхніх експлуатаційних характеристик.

Географічне розташування Криму стосовно своїх найближчих сусідів - інших регіонів України та іноземних держав - робить його практично невразливим для *транскордонних техногенних загроз*, насамперед хімічних та радіаційних. Інша річ - природні загрози, які поширюють свою транскордонну дію на АР Крим. Це насамперед землетруси, епіцентри яких становлять безпосередню загрозу для регіону і локалізуються в сейсмогенеруючих зонах, розташованих у межах акваторій Чорного та Азовського морів, де можливе виникнення землетрусів (Південне узбережжя Криму, східна і південно-східна частина Керченського півострова) силою до 9 балів. Другим джерелом транскордонної сейсмічної загрози для Криму є район гір Вранча на території Румунії, третім – гірські масиви на території Туреччини, четвертим – сейсмічні зони, локалізовані у Передкавказзі.

Аналіз екологічних та природно-техногенних загроз регіональній безпеці АР Крим

За даними МНС України, впродовж 1999–2010 рр. в АР Крим сталися 241 НС, у результаті чого загинули 312 осіб, постраждали – 875 осіб [4]. Динаміка НС за цей період та частка автономії у загальній кількості НС в Україні представлена на рис. 2.

Наведені дані свідчать, що в останні 2 роки на для кримської території характерне незначне зниження кількості НС.

Для півострова найхарактернішими є метеорологічні НС, аварії (катастрофи) на транспорті, пожежі в природних екосистемах, пожежі, вибухи, геологічні НС, отруєння людей, інфекційна захворюваність людей (рис. 3).

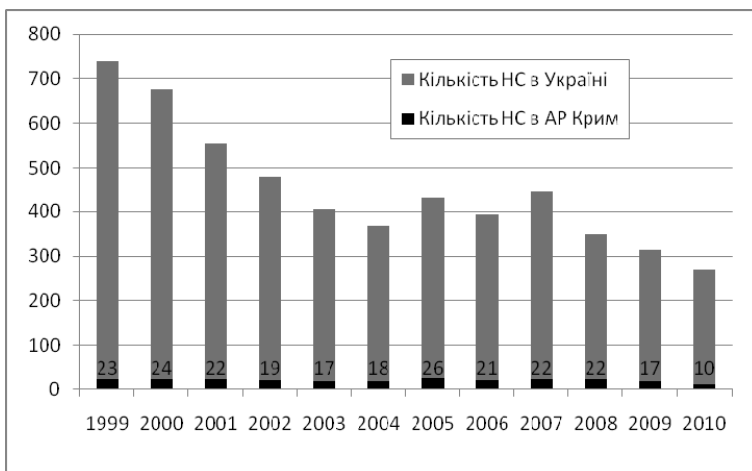


Рис. 2. Частка АР Крим у загальній кількості НС в Україні

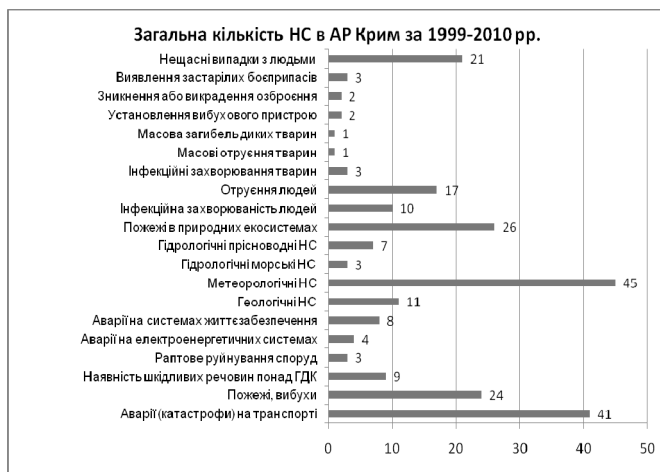


Рис. 3. Розподіл НС за типами в АР Крим за період 1999–2010 рр.

Статистичні оцінки інтенсивності надзвичайних ситуацій лі та імовірності ураження ріј наведено у табл. 1.

Дані таблиці унаочнюють, що надзвичайні ситуації в Криму належать до класів, що повторюються з невеликою ймовірністю. Результати оцінки інтенсивності лі свідчать про те, що найбільшу загрозу для всіх об'єктів захисту автономії становлять метеорологічні НС, які мають найвище значення

інтенсивності ($4,28 \times 10^{-4}$ 1/год.). Після них найбільшу інтенсивність мають аварії (катастрофи) на транспорті та пожежі в природних екосистемах.

Таблиця 1 - Характеристика НС в АР Крим

Вид НС	$\lambda_i \cdot 10^{-4}$, 1/год.	P_{ij}		
		Особи	Об'єкти	Довкілля
Аварії (катастрофи) на транспорті	3,90	0,21	0,75	0,25
Пожежі, вибухи	2,28	0,71	0,90	0,27
Метеорологічні НС	4,28	0,23	0,17	0,64
Пожежі в природних екосистемах	2,47	0	0	0,9
Інфекційна захворюваність людей	0,95	0,8	0	0
Отруєння людей	1,61	0,9	0	0

Аналіз даних щодо імовірності ураження p_{ij} трьох основних об'єктів захисту свідчить про те, що для особи найбільшу загрозу становлять отруєння людей (значення імовірності ураження складає 0,9), інфекційна захворюваність, а також пожежі, вибухи. Найнебезпечнішими для об'єктів господарювання є пожежі, вибухи, катастрофи на транспорті та метеорологічні НС. Найвищу загрозу для навколишнього середовища становлять пожежі у природних екосистемах (значення імовірності ураження – 0,9), метеорологічні НС, а також пожежі, вибухи.

Функції безпеки $S_{\Sigma}(t)$ АР Крим, що були розраховані за даними табл. 1, представлено на рис. 4.

Результати аналізу функцій безпеки довів, що рівні безпеки для особи, об'єктів та довкілля півострова мають досить близькі значення, причому прийнятні рівні безпеки (коли $S_{\Sigma}(t) \geq 0,8$) забезпечуються лише впродовж нетривалого часу – 0,05 року (18 діб). Треба також зазначити, що найзахищенішими серед трьох об'єктів захисту є особи, найменше захищеним – довкілля. Зважаючи на незначну тривалість безпечного функціонування складових елементів регіону, очевидно, що отримані значення рівнів безпеки не можна вважати достатніми.

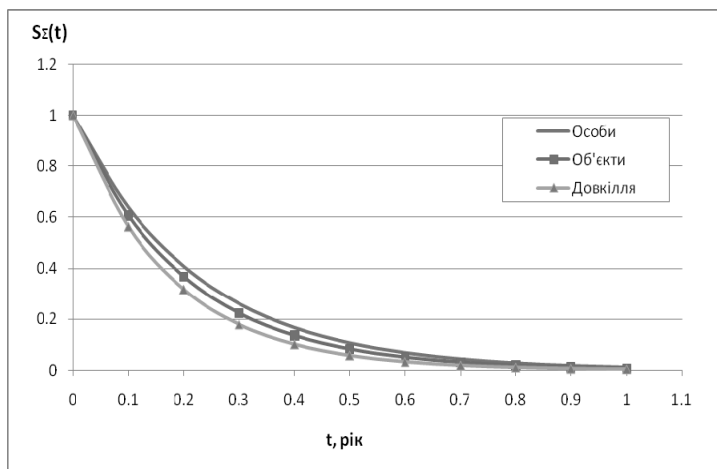


Рис. 4. Рівень безпеки АР Крим протягом року

У цьому контексті доцільно також розглянути низку показників, які характеризують економічні втрати регіону внаслідок НС різного походження. Передусім йдеться про показник частки недоотримання валового регіонального продукту (ВРП) внаслідок збитків від НС, значення якого розраховувалося як відношення річних збитків від НС до річного обсягу ВРП в АР Крим (рис. 5).

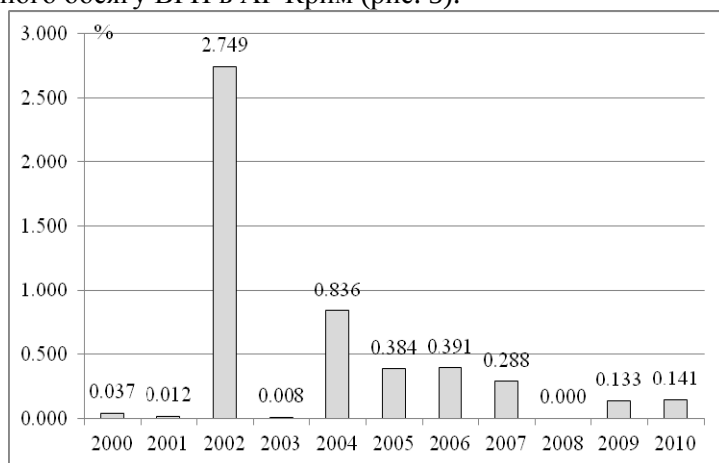


Рис. 5. Динаміка частки недоотримання ВРП внаслідок втрат від НС в АР Крим

Аналіз динаміки цього показника свідчить про те, що в певний час збитки від НС можуть призводити до втрати близько 3 % ВРП (2002 р.), що може стати додатковим негативним чинником погіршення економічної ситуації регіону.

Аналіз еколого-техногенної безпеки АР Крим довів, що для жодного об'єкта захисту (особи, об'єкти, довкілля) регіону не може бути забезпечений достатній рівень безпеки впродовж тривалого часу, який перевищує 18 діб. Результати аналізу також свідчать про те, що нинішній стан еколого-техногенної безпеки республіки практично не відповідає необхідному рівню, коли регіон спроможний успішно протистояти дестабілізуючим впливам зовнішніх і внутрішніх загроз і при цьому не створювати додаткових загроз для себе і навколишнього середовища.

Розглянута методологія аналізу стратегічних еколого-техногенних загроз забезпечує можливість здійснювати порівняльний аналіз стану природно-техногенної безпеки регіонів України, науково обґрунтовувати прийнятний рівень ризику НС для кожного з них, ефективніше розподіляти наявні кошти для попередження негативних наслідків НС між регіонами, що в цілому дозволить відчутно підвищити рівень безпеки особи, господарських об'єктів і довкілля в умовах НС різного походження, можливих на території України.

Список використаних джерел

1. Горбулін, В. П., Качинський, А. Б. Системно-концептуальні засади стратегії національної безпеки України / В. П. Горбулін, А. Б. Качинський. – К. : ДП «Євроатлантикінформ», 2007. – 592 с.
2. Качинський, А. Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи / А. Б. Качинський. – К. : ІПНБ, НАСБУ, 2004. – 472 с.
3. Лепихин, А. Н. Безопасность региона: статистическая оценка и прогноз / А. Н. Лепихин // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – 1993. – № 9. – С. 92–101.
4. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2006 р. – К. : ДП "Чорнобильінтерінформ", 2007. – 236 с.

5. Данилишин, Б. М. Безпека регіонів України і стратегія її гарантування / Б. М. Данилишин, А. В. Степаненко, О. М. Ральчук та ін. ; за ред. д. е. н., проф., чл.-кор. НАН України Б. М. Данилишина. – К. : Наук. думка, 2008. – Т. 1. – 392 с.

6. Барлоу, Р. Э. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность / Р. Э. Барлоу, Ф. Прошан. – М. : Наука, 1984. – 327 с.

**Технологія автоматизації обміну атрибутивною та
геопросторовою інформацією для взаємодії басейнових та
обласних управлінь Держводагентства під час управління
водними ресурсами**

**Мокін В.Б., **Кульомін Д.Ю.*

(Вінницький національний технічний університет,

**vbmokin@gmail.com, duk_777@rambler.ru)*

1. Вступ

Управлінням водними ресурсами у сфері компетенції Держводагентства в Україні займаються як обласні, так і басейнові управління. Відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС, основна роль в інтегрованому управлінні станом басейнів річок належить саме басейновим управлінням. У той же час, в Україні має місце й адміністративний принцип управління на рівні областей (окремо — АР Крим, міста Київ та Севастополь). Наприклад, ведення водогосподарського балансу, облік водокористувачів, моніторинг якості вод в Держводагентстві ведеться, в основному, на басейновому рівні, а питання оренди ставків, моніторинг стану та управління водогосподарськими спорудами — на обласному. У той же час, вирішення питань басейнового рівня неможливе без оперативної і надійної інформації обласного рівня і навпаки. Усвідомлюючи це, по усіх основних басейнах річок України у 2011 році були видані накази Голови Держводагентства (приклад назви наказу по Дніпру: «Порядок взаємодії організацій, що належать до сфери управління Держводагентства, розташованих в басейні Дніпра з питань управління водними ресурсами»). Ці накази були погоджені

керівниками усіх відповідних басейнових та обласних управлінь Держводагентства.

Основний зміст цих наказів зводиться до регламентації змісту, строків та форм обміну інформації між управліннями (таблиця 1). Інформація є переважно атрибутивною (текстовою, числовою, іноді – графіки). Однак, особливо це стосується зон затоплення, стану водогосподарських споруд тощо, інтерес представляє і геопросторова інформація у вигляді шарів геоінформаційних систем.

Обмін даними ведеться як в паперовій, так і в електронній формі, але найбільш поширеними середовищами для ведення такої інформації є MS Word, MS Excel та у базах даних.

Таблиця 1.

«Облводресурсів ➡ Дніпровське БУВР» (фрагмент)

	Київводресурсів	Дніпропетровське облводресурсів	Запорізьке облводресурсів	Кіровоградське облводресурсів	Полтавське облводресурсів	Сумське облводресурсів	Херсонське	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Інформація про надзвичайні ситуації	+	+	+	+	+	+	+	
Інформація про водогосподарську обстановку	+	+	+	+	+	+	+	
Водогосподарські баланси водних об'єктів області в межах басейну	+	+	+	+	+	+	+	

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Інформація про зведені показники за формою 2-ТП (водгосп) та виконання радіологічного та гідрохімічного моніторингу поверхневих вод		+		+		+	+	
Інформація про міжнародне співробітництво на прикордонних річках						+		
...								

Світовий та вітчизняний досвід показує, що такі задачі слід розв'язувати з використанням мережевих інформаційних технологій. При цьому, такі технології повинні забезпечувати можливість плавного переходу від тих форматів і технологій ведення даних, які вже використовується у Держводагентстві, до тих, які є оптимальними, з урахуванням організаційно-технічних традицій та обмеженого фінансування галузі.

Отже, стоїть задача створення технології автоматизації обміну атрибутивною та геопросторовою інформацією для взаємодії басейнових та обласних (а також інших регіональних: міжрайонних, районних тощо) управлінь Держводагентства під час управління водними ресурсами, яка забезпечувала б високий рівень автоматизації, надійність ведення, синхронізації та збереження атрибутивної, так і геопросторової інформації та максимально швидкий перехід від традиційних форматів і технологій ведення даних у середовищах MS Word та MS Excel за мінімальних коштів.

2. Ідея запропонованої інформаційної технології.

Враховуючи світовий та вітчизняний досвід в інших галузях оптимальною технологією автоматизації обміну інформацією є використання мережевої бази даних з урахуванням таких вимог:

- усі управління переходять на єдине програмне забезпечення та потужний Інтернет-зв'язок для ведення даних в режимі on-line;
- створюється єдиний інформаційний сервер, на якому зберігаються усі дані управлінь і який, власне, забезпечує обмін інформацією;
- вирішуються питання адміністрування сервера, авторизації користувачів, захисту інформації тощо;
- затверджується новий регламент обміну даними з урахуванням специфіки роботи з мережевою базою даних.

Враховуючи ж останні обмеження у постановці задачі, сформульованій вище, в першу чергу, обмеженість фінансування, організаційні та технічні проблеми управлінь, застосування описаної оптимальної технології поки є недосяжним. Більш доцільним вважаємо застосування квазіоптимальної технології обміну інформацією на загальнодержавному, басейновому та регіональному рівнях з використанням таких підходів, вимог та принципів:

1. Ставиться єдина вимога до форматів даних управлінь: можливість використання типових форм та налагодження їх автоматизованої обробки. Наприклад, повинні використовуватись єдині назви річок, водосховищ, показників якості води, певні поля повинні бути постійно в одному і тому ж самому місці форм тощо.

2. Уніфікуються формати та платформа геоінформаційних систем і баз даних лише на загальнодержавному та басейновому рівнях. Регіональні системи залишаються у своїх форматах, але у таких, які узгоджується через обмінні файли із загальнодержавними та басейновими.

3. Розробляються єдині типові інформаційні моделі усіх видів даних загальнодержавного, басейнового та регіонального рівнів за аналогією із тими, що описані у роботі [1].

4. Розробляється редактор, який дозволяє автоматизовано визначити формати, строки, відповідальність за надання кожного виду даних між управліннями по кожному басейну окремо у позначеннях та термінології наказів Голови Держводагентства про порядок взаємодії організацій (див. табл. 1). Результатом роботи редактору є ini-файл з усіма визначеними параметрами.

5. Розробляється типовий термінал для ведення даних на регіональному рівні, конфігурація якого автоматично встановлюється відповідно до вимог ini-файлу, сформованого на попередньому етапі.

6. Розробляється комплекс засобів автоматизованої конвертації даних із форматів, які традиційно використовуються на регіональному рівні, в єдині уніфіковані формати загальнодержавного та басейнового рівнів.

7. Розробляється комплекс засобів автоматизованої синхронізації атрибутивних та геопросторових даних між регіональними управліннями та уніфікованими загальнодержавними та басейновими ГІС та базами даних.

8. Вживаються організаційно-технічні заходи для впровадження цієї технології в управліннях.

3. Засоби автоматизації синхронізації атрибутивних та геопросторових даних.

Зрозуміло, що основою запропонованої технології є засоби автоматизації синхронізації атрибутивних та геопросторових даних, оскільки засоби конвертації даних із форматів MS Word, MS Excel та із баз даних, якщо вони формуються за єдиними принципами та на основі єдиних довідників і позначень, є задачею відносно простою.

Задача синхронізації ведення як атрибутивних, так і геопросторових даних, з використанням мережевих технологій у таких відомих ГІС-платформах, як, наприклад, ArcGIS (США) чи «Карта» (ЗАТ КБ «Панорама», РФ), успішно розв'язується стандартними засобами цих платформ. Однак, якщо ж на регіональному рівні використовується локальна ГІС, як це зараз має місце у переважній більшості випадків, тоді слід розробляти нові засоби синхронізації, з урахуванням специфіки задачі.

Подібні засоби вже були розроблені та впроваджені за участю авторів для автоматизації синхронізації обміну атрибутивними та геопросторовими даними між Закарпатським обласним управлінням водного господарства та його шістьма міжрайонними управліннями водного господарства у 2008 році [2, 3] (рис. 1–3).

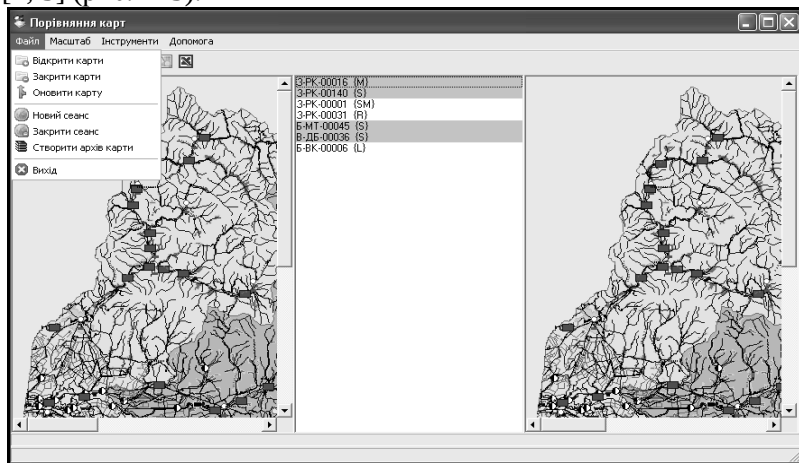


Рис. 1. Програма для порівняння та синхронізації об'єктів карт ГІС на прикладі Закарпатської області

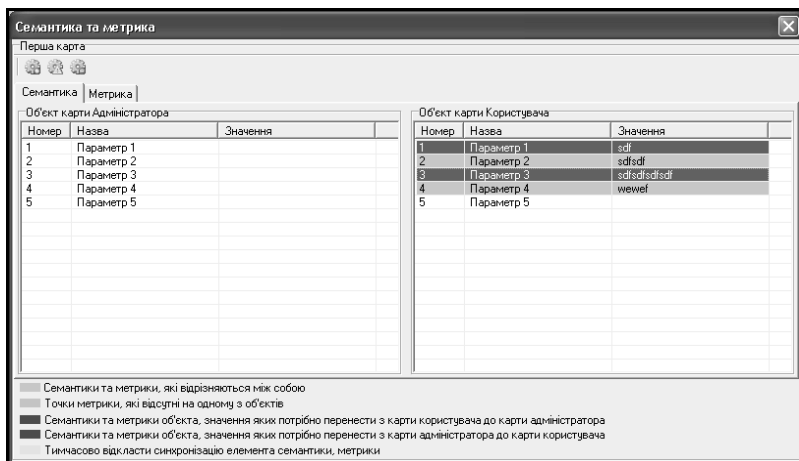


Рис. 2. Програма для порівняння та синхронізації карт ГІС: аналіз семантики (атрибутів) об'єктів

Поле даних	Основна база даних	<< ?> >>	Відредагована база даних
Рік будівництва	1899	<< ?> >>	18
Початковий пікет	0	<< ?> >>	12
Дорога з боку мокрого укосу	Не існує	<< ?> >>	Існує

Рис. 3. Програма для порівняння та синхронізації баз даних у середовищі MS Access

Програма окремо обробляє об'єкти карт ГІС у форматі «Карта» («Панорама») та бази даних про ці об'єкти в MS Access. Програма дозволяє порівнювати основні та регіональні дані, виявляти відмінності між ними та вносити зміни в основну ГІС (базу даних), якщо адміністратор підтверджує їх достовірність.

4. Висновки

Отже, запропонована нова технологія автоматизації обміну атрибутивною та геопросторовою інформацією для взаємодії басейнових та обласних (регіональних) управлінь Держводагентства під час управління водними ресурсами, яка забезпечує високий рівень автоматизації, надійність ведення, синхронізації та збереження атрибутивної та геопросторової інформації, яка відрізняється від відомих можливістю ведення регіональних ГІС та баз даних локально та у різних форматах даних, що дозволить забезпечити максимально швидкий перехід від традиційних форматів і технологій ведення даних в Україні за мінімальних витрат.

Впровадження запропонованої технології дозволить налагодити більш оперативний обмін надійною інформацією між управліннями водних ресурсів, а відповідно, й іншими управліннями загальнодержавного, басейнового та регіонального рівнів, що, в цілому, дозволить підвищити обґрунтованість рішень з управління станом довкілля та природокористуванням в Україні.

Список літературних джерел

1. Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми. Монографія / Під ред. В. Б. Мокіна. - Вінниця: ВНТУ "УНІВЕРСУМ-Вінниця", 2005. - 315 с.

2. Мокін В.Б., Кульомін Д.Ю., Боцула М.П., Крижановський Є.М., Комп'ютерна програма для порівняння та синхронізації змін метрики та семантики в картах геоінформаційних систем у форматі ГІС «Панорама» // Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 28121. — К.: Державний департамент інтелектуальної власності України. — Дата реєстрації: 25.03.2009.

3. Геоінформаційна аналітична система моніторингу якості і використання водних ресурсів та стану водогосподарських об'єктів річки Тиса у Закарпатській області: Методичний посібник / [Мокін В.Б., Мокін Б.І., В.П. Чіпак та ін.]; під ред. В.Б. Мокіна. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009.— 228 с.

К вопросу утилизации отходов бурения нефтяных скважин

*Баймагамбетов Б.К., Жубаназарова Ж.Т.
(ТОО «Актюбинский научно-исследовательский
геологоразведочный нефтяной институт»,
Республика Казахстан, geolog@anigri.kz)*

Проблема повышения экологической безопасности при обращении с твердыми отходами, возникающими при разведке и разработке месторождений углеводородного сырья, весьма актуальна в каждом нефтедобывающем регионе.

В процессе бурения скважин на нефть и газ, особенно глубоких (более 5000 м) и с большим диаметром, образуются многотонные массы выбуренных пород, называемые буровым шламом, а также значительные объемы технической воды, не задействованной в производственном процессе. Экологическая обстановка в места нахождения буровых агрегатов усугубляется в осенне-весенний период при поступлении атмосферных осадков. В целом, высокая техногенная нагрузка на природную среду в районе ведения буровых работ ставит под сомнение качество рекультивационных работ и возврат земель землепользователю в первоначальном виде. Возникает вопрос – куда девать скопившуюся, осевшую грязеподобную шламовую массу и техническую воду? Очевидно, что для полноценной утилизации отходов потребуется специальный полигон для захоронения и налива, большегрузная и иная техника для транспортировки загрязненного грунта и его

цементирования. Благо, если полигон размещен поблизости от района буровых работ.

Конечно, вынуждены констатировать, что многие недропользователи используют другой, менее трудоемкий способ – захоронение возникших в результате бурения шламовых амбаров на месте путем покрытия поверхности накопителя грунтом. Однако, этот способ провоцирует фильтрацию жидкой составляющей с насыщенными в ней химическими реагентами и другими добавками в грунтовые (пластовые) подземные воды, с последующим переносом вредных веществ в водные источники, ручьи и реки.

Действующая в настоящее время упрощенная схема утилизации не обеспечивает решения проблемы полной нейтрализации отходов бурения скважин и минимизации сопутствующих его процессов загрязнения окружающей природной среды, как того требует новый Экологический Кодекс Республики Казахстан. Внедрение же современных научно-обоснованных методов утилизации отходов, создание специальных служб и сопутствующих подразделений потребует немалых финансовых и материальных средств от компаний, занимающихся освоением нефтяных месторождений. Вместе с тем, вопросы полной нейтрализации отходов перекликаются с возможностью попутного использования продуктов разложения отходов.

Другими словами, с одной стороны - значительные объемы нефтяных отходов негативно воздействуют практически на все компоненты окружающей среды; с другой стороны – нефтесодержащие отходы рассматриваются как ценное углеводородное сырье, переработка которого с получением дополнительной продукции обеспечивает некоторую доходность предприятия и позволяет осуществить нефтедобывающей компании необходимые природоохранные меры и реабилитационные процедуры. Следует отметить, что переработанные нефтяные шламы могут быть использованы для производства различных строительных материалов.

Экологическим кодексом Республики Казахстан запрещается захоронение отходов бурения в шламовых амбарах, что в обязательном порядке учитывается в

природоохранных проектах в части вывоза отходов бурения на специальные полигоны для полной утилизации. На практике же наблюдается крайне недостаточное исполнение основополагающего требования, связанного в основном с недостаточным количеством полигонов, соответствующих экологическим нормам. К отрицательным факторам следует также отнести значительную удаленность полигонов от буровых площадок, что влияет на удорожание транспортировки тысяч тонн отходов бурения и замазученного грунта при строительстве только одной скважины.

В природоохранных проектах, разрабатываемых в ТОО «АктюбНИГРИ», с целью снижения объемов отходов при бурении скважин предусматривается обратное водоснабжение; в систему очистки бурового раствора включены: шламонакопитель, нефтеловушка и каскад котлованов-отстойников. Буровые воды, отделенные от шлама и по возможности от нефти, поступают в первый котлован, подвергаются обработке коагулянтами (соли алюминия или железа) в сочетании с флокулянт (полиакриламид). Эта мера позволила сократить объемы буровых вод в 8 раз.

Одними из распространенных методов удаления нефтяных компонентов из почвы считаются сжигание и биоремедиация. Однако, и эти меры скорее уничтожающие, чем утилизирующие. Известно, что термический метод обезвреживания отходов способствует еще большему нарушению экосистемы. Применение же биопрепаратов уничтожает высококачественные нефтепродукты. Кроме того, они сопровождаются немалыми материальными и трудовыми затратами: к примеру для проведения очистки загрязненного участка биопрепарат вносится три раза за сезон, проводятся вспашка, рыхление, дискование и дождевание.

В мире сейчас активно используются сложные, многокомпонентные буровые растворы с высокой степенью токсичности. Неудивительно, что в развитых нефтедобывающих странах максимально ужесточены экологические нормы и обычными рабочими процедурами являются разделение бурового шлама на жидкую и твердую

фазы; сжигание твердой части в специальных печах или использование в хозяйственных целях.

Являясь сложным и трудоемким процессом, обращение с отходами бурения и нефтяными шламами в условиях Западного Казахстана с неустойчивой и нарушенной экологической обстановкой природного и техногенного характера, требует соблюдения принципа «утилизация отходов на месте их образования».

Учитывая важность полной утилизации отходов бурения, ТОО «АктюбНИГРИ» предложил заинтересованным компаниям внедрить в опытном порядке мобильную систему обработки и очистки гряземаслонефтяных шламов MTU 530 компании ACS (США), как наиболее оптимальный вариант в наших природно-ландшафтных условиях. Установка смонтирована на базе автомобильной платформы и способна разделять нефтяные шламы на твердую и жидкую фазы за счет центрифугирования разлагаемого материала. Вода и отделенная нефть могут быть использованы в технических целях; обезвоженный осадок – для производства строительных материалов.

Кардинальное решение проблем охраны окружающей природной среды в условиях наращивания техногенного давления видится нам в повсеместном и эффективном внедрении новых видов оборудования и технологий, отвечающих общемировым требованиям экологической безопасности.

Система моніторингу навколишнього природного середовища

**Греков Л.Д., **Верюжський Г.Ю., **Кузьмін А.Д., *Петров О.А.
(*ДНВЦ «Природа»; **ТОВ НВП «Агроресурссистеми»;
kuzmin_a_b@ukr.net)*

Сучасний стан докiлля викликає велике занепокоєння у експертів в усьому Світі. Стрімкі зміни клімату є одним із підтверджень процесів змін на планеті. В зв'язку з цим, проблеми пов'язані із збереження біологічного різноманіття, а також ощадливого використання природних ресурсів є наразі актуальними.

Дієвим засобом збереження довкілля взагалі та природно-заповідного фонду зокрема може стати система здійснення державного моніторингу навколишнього природного середовища із застосуванням засобів автоматизації, геоінформаційних систем та широким використанням даних дистанційного зондування.

Вказана система повинна бути складовою частиною інтегрованої інформаційно-аналітичної системи Міністерства екології та природних ресурсів України та для її створення необхідно було розв'язати комплекс задач:

1. Збирання, підготовка та попередня обробка інформації про стан території природно-заповідного фонду України.
2. Виконання повного циклу екологічного моніторингу за 2009-2011 рр. для 25 пріоритетних об'єктів природно-заповідного фонду України.
3. Проектування, розробка та наповнення бази просторових даних по територіях природно-заповідного фонду України.
4. Проектування, розробка та впровадження спеціалізованого розподіленого геоінформаційного ресурсу Мінприроди (геопортал).
5. Розробка та впровадження автоматизованих робочих місць, тематичної обробки космічних знімків з метою виявлення негативних змін природного середовища.

Тематична обробка даних дистанційного зондування направлена на пошук наступних видів змін у межах території об'єктів природно-заповідного фонду та 5 км буферних зонах:

1. Вирубки в об'єктах природно-заповідного фонду України;
2. Полігони складування твердих відходів, стихійні звалища;
3. Будівництво промислових, транспортних, сільськогосподарських, соціальних об'єктів;
4. Місця розробки корисних копалин різних типів;
5. Розвиток негативних природних та техногенно-спровокованих процесів.

Для створення інформаційної моделі об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) використовувались усі доступні джерела інформації, зокрема:

- Статистична інформація;
- Проекти організації території об'єктів ПЗФ;
- Схеми зонувань об'єктів ПЗФ;
- Карти туристичних маршрутів та ареалів поширення рослин і тварин;
- Фотоматеріали;
- Інформація з офіційних Web сайтів об'єктів ПЗФ;
- Літописи природи об'єктів ПЗФ;
- Комплекс даних отриманих в результаті тематичної обробки даних ДЗЗ.

Для проведення моніторингу і виявлення змін в довкіллі використовувалися широкий спектр даних дистанційного зондування:

1. Космічні знімки з угруповання мікросупутників RapidEye були підібрані та придбані з архіву 2009-2011 рр. для територій ПЗФ України, підпорядкування Мінприроди з урахуванням покриття 5-ти кілометрових буферних зон. Територія кожного об'єкту природно-заповідного фонду була тричі покрита зйомкою.
2. Космічні знімки QuickBird, GeoEye, WorldView-2, Ikonos були підібрані та придбані з архіву 2009-2011 рр. для найбільш важливих територій в межах природно-заповідного фонду для забезпечення детального моніторингу.

З використанням розробленого програмного забезпечення здійснено сканування території об'єктів ПЗФ на предмет виявлення змін стану об'єктів, були створені різночасові композиційні зображення об'єктів, виявлені зміни територіально локалізовані, встановлений їх різновид, графічні примітиви контурів змін внесені в базу геоданих. До бази геоданих було внесено 2943 графічних примітиви, пов'язаних із змінами у лісовому фонді, 29 графічних примітивів, пов'язаних із комунально-побутовим впливом, 159 графічних примітивів, пов'язаних із будівництвом, 762 графічні примітиви, пов'язані із деградаційними процесами, 39 графічних примітивів, пов'язаних із видобуванням корисних копалин.

За допомогою поставленого у Мінприроди програмного забезпечення графічні примітиви контурів змін в об'єктах

природно-заповідного фонду були поєднані з атрибутивною інформацією, яка була зібрана по об'єктах природно-заповідного фонду. Підготовані дані після верифікації були завантажені у геопортал.

Практичні результати роботи по виявленню та локалізації порушень у межах об'єктів ПЗФ та прилеглий 5 км буферній зоні, представлені на геопорталі та класифіковані по типам:

1. За 2010 рік було ідентифіковано 1158 місць вирубування деревних культур у межах об'єктів ПЗФ та прилеглий 5 км буферній зоні загальною площею 1818,77 га. За 2011 рік – 1785 загальною площею 3066,93 га.
2. За 2010 рік було ідентифіковано 21 місце складування побутових відходів у межах об'єктів ПЗФ та прилеглий 5 км буферній зоні загальною площею 20,91 га. За 2011 рік – 8 загальною площею 55,86 га.
3. За 2010 рік було ідентифіковано 130 місць будівництва загальною площею 12,80 га. За 2011 рік – 29 загальною площею 18,26 га.
4. За 2010 рік було ідентифіковано 19 місць, які були під впливом деградаційних процесів загальною площею 236,40 га. За 2011 рік – 743 загальною площею 2846,65 га.
5. За 2010 рік було ідентифіковано 21 місце видобування корисних копалин загальною площею 305,32 га. За 2011 рік – 18 загальною площею 195,51 га.

Дані виявлених змін стану об'єктів ПЗФ, що були представлені на геопорталі стали джерелом об'єктивної інформації для проведення документальної перевірки співробітниками підрозділів Державної екологічної інспекції виявлених змін на предмет порушень законодавства України, а також проведення натурних обстежень по результатах документальної перевірки.

Практичні результати розробленої та впровадженої комплексної технології по виявленню змін стану об'єктів ПЗФ за допомогою даних дистанційного зондування довели ефективність та практичну цінність запропонованих підходів, продемонстрували оперативність та високу достовірність отриманих результатів, можливість забезпечення доступу до

результатів моніторингу як контролюючим органам так і широкому колу громадськості.

Підходи розроблені та апробовані на об'єктах ПЗФ можуть бути розповсюджені на території іншого функціонального призначення зокрема (рекреаційні, промислові, селітебні, сільськогосподарські).

Побудова регіональна система моніторингу земель сільськогосподарського призначення та агроресурсів на базі методів дистанційного зондування та геоінформаційних технологій «Система Агромоніторинг»

**Греков Л.Д., **Верюжський Г.Ю., **Кузьмін А.Д., *Петров О.А.
(*ДНВЦ «Природа»; **ТОВ НВП «Агроресурссистеми»;
kuzmin_a_b@ukr.net)*

Після проведення в Україні земельної та аграрної реформ існуюча система моніторингу земельних ресурсів і агровиробництва була демонтована, а система, яка прийшла їй на зміну не в повній мірі відповідає сучасним умовам господарювання. Серед головних вад існуючої системи моніторингу можна виділити:

- Недосконалість системи обліку земель сільськогосподарського призначення;
- Відсутність системи моніторингу стану земель та режиму їх використання;
- Наявність чисельних порушень правового та екологобезпечного режимів використання земель;
- Неефективність протидії процесам деградації та зниження родючості ґрунтів;
- Відсутність ефективної технології оцінки та прогнозування стану аграрних ресурсів.

Актуальність проблеми також підтверджується тим, що країни з розвинутим агровиробництвом вже мають такі системи або активно працюють над їх створенням і впровадженням.

Зважаючи на перелічені актуальні проблеми, пов'язані із сільськогосподарським землекористуванням, моніторинг земель сільськогосподарського призначення стає ефективним інструментом у вирішенні наступних задач:

- Створення сучасної системи обліку сільськогосподарських земель;
- Виявлення фактів нецільового і нерационального використання сільгоспземель;
- Оцінка стану родючості ґрунтів, виявлення деградаційних процесів та оцінка ефективності протидії;
- Оцінка посівних площ сільськогосподарських культур і стану аграрних ресурсів;
- Прогнозування урожайності та валових зборів основних сільськогосподарських культур.

Технологія та основні проектні рішення створення регіональної системи агромоніторингу були відпрацьовані на реальних даних сільськогосподарських земель та агроресурсів Кривоозерського району Миколаївської області, як типового сільськогосподарського району степової зони України.

Виконання пілотного проекту моніторингу агроресурсів показало недосконалість існуючих механізмів управління аграрним сектором:

1. Відсутність єдиної електронної картографічної основи землекористувань району масштабу 1: 10 000.
2. Недосконалість статистичного обліку аграрного виробництва для великої категорії землекористувачів;
3. Нецільове та документально не оформлене використання земельних ділянок ;
4. Відсутність електронної картографічної моделі агрономічних полів та бази даних по агрохімічному обстеженню землекористувань.

Ці та низка інших актуальних проблем управління аграрним сектором дають змогу стверджувати, що інформаційна модель регіональної системи агромоніторингу повинна інтегрувати в єдине ціле різноманітні тематичні характеристики сільгоспземель та агроресурсів, які збираються окремими органами державного управління та виявляються в результаті тематичної обробки даних дистанційного зондування, зокрема:

- дані польових досліджень (ґрунтові, агрохімічні, агрономічні);
- дані сільськогосподарської та земельної статистики;

- дані реєстрації прав власності та орендних відносин;
- векторна картографічна основа території;
- картографічна модель сільськогосподарських угідь;
- дані дистанційного зондування землі та результати їх обробки;
 - ✓ оцінка посівних площ сільгоспкультур;
 - ✓ оцінка стану посівів;
 - ✓ оцінка врожайності;
 - ✓ оцінка стану ґрунтів та ризику виникнення негативних явищ.

Саме дані ДЗЗ є найбільш потужним, інформативним і об'єктивним джерелом інформації. Вони роблять систему моніторингу потужною і сучасною, надаючи їй нові якісні можливості:

- оперативність;
- високу оглядовість;
- об'єктивність;
- прогностичність.

Дані агромоніторингу інтегруються в єдину картографічну базу даних, яка містить сукупність тематичних картографічних шарів.

Тематична, цифрова і описова інформація інтегрується в СУБД і взаємодіє з картографічними об'єктами, маючи прив'язку до конкретного картографічного об'єкту.

Схема організації системи моніторингу передбачає:

- формування та періодичне уточнення картографічної моделі сільськогосподарських угідь;
- накопичення і попередню обробку моніторингової інформації, збереження її сервером баз геоданих;
- тематичну обробку інформації спеціалізованими програмно-апаратними засобами з метою виявлення відповідних ефектів та формування прогнозів;
- публікацію даних моніторингу та прогнозів на геопорталі;
- повний або частковий доступ користувачів до даних моніторингу.

Власний досвід, створення регіональної системи агромоніторингу свідчить про ефективність впровадження

подібної системи в практику державного управління сільськогосподарським виробництвом завдяки підвищенню обґрунтованості і оперативності управлінських рішень. Створювані на загальних організаційних та програмно-технологічних принципах окремі регіональні системи агромоніторингу в майбутньому можуть стати складовою загальнодержавної системи моніторингу сільгоспземель та аграрних ресурсів.

Видеотренажерный комплекс для устранения последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды

Михайлюк М.В.

(НИИСИ РАН, mix@niisi.ras.ru)

Опыт практического использования роботов после аварии на Чернобыльской АЭС позволил сформулировать рекомендации по их совершенствованию с целью повышения эффективности применения в условиях радиационных аварий [1]. Актуальность замены человека роботами для работы в условиях действия радиации ярко проявилась после аварии на АЭС «Фукусима» в Японии. Очевидно, что даже наличие проблемно-ориентированных роботов не обеспечит эффективности их применения без специально подготовленного персонала. В связи с этим важное значение имеет обучение операторов работе с роботами с помощью специально разработанных тренировочных комплексов, в частности, видеотренажеров, в которых операторы тренируются на виртуальных трехмерных компьютерных моделях. На таких моделях можно не только отрабатывать необходимые навыки, но и моделировать сложные и даже нештатные ситуации.

Общая структура видеотренажера. Видеотренажер включает в себя виртуальные модели окружающей среды, роботов и пультов управления, а также ряд подсистем, совместная работа которых обеспечивает решение поставленных задач.

Виртуальные трехмерные сцены создаются в системах трехмерного моделирования (например, 3D Studio MAX) или с помощью специально разработанного конструктора, который

позволяет «собирать» из большого спектра составных частей модели робототехнических средств, задавая их физические характеристики (масса, тензор инерции и т.д.). Сам видеотренажер [2] состоит из следующих основных подсистем: подсистемы управления роботом, подсистемы расчета динамики и подсистемы визуализации (см. рис. 1.). Опишем эти подсистемы более подробно.



Рис. 1. Структура видеотренажера

Подсистема управления. Эта подсистема включает реальный или виртуальный пульт управления и функциональные схемы формирования управляющих сигналов при воздействии пользователя на элементы управления.

Виртуальный пульт управления представляет собой двумерный или трехмерный объект, состоящий из панели и элементов управления. Двумерный (2D) пульт представляет собой просто двумерное изображение. Воздействие на его элементы осуществляется с помощью компьютерной мыши или сенсорной панели. С помощью специальных программных модулей определяется управляющий элемент, на который воздействовал пользователь, а также направление движения руки. На основании этой информации производится переключение элемента и формируется управляющий сигнал. Для создания 2D виртуального пульта используется специальный визуальный конструктор пультов управления. В

случае трехмерного пульта все управляющие элементы являются трехмерными объектами. Воздействие на них осуществляется пользователем с помощью компьютерной перчатки и системы трекинга, позволяющей определять положение руки оператора в каждый момент времени. Момент и направление воздействия определяется на основе коллизии (пересечения) элемента управления и руки (пальца) оператора. Для каждого элемента управления можно задать функциональную схему зависимости управляющих сигналов (подаваемых на рабочие органы манипулятора) от степени воздействия на этот элемент. Например, воздействия могут задаваться как логические значения включения и выключения кнопок, целые значения положения галетных переключателей или действительные значения углов поворота регуляторов или тумблеров. Выходами структурной схемы могут быть значения напряжений, подаваемых на электрические двигатели виртуальных роботов, сигналы включения и выключения фар виртуальных механизмов и другие управляющие параметры. Схема создается в специальном редакторе, на информационном поле которого можно в on-line режиме размещать функциональные элементы (из большого набора имеющихся в редакторе) и соединять их между собой.

Модуль расчета управляющих сигналов каждые 20 мсек. вычисляет значения сигналов на основе функциональной схемы и передает их в подсистему динамики. На рис. 2 показана модель робота МФ-4 и его виртуальный пульт управления.

Подсистема динамики. Эта подсистема осуществляет моделирование движения робота и его составных частей, исходя из полученных управляющих сигналов и механических характеристик (параметров) его модели. На основе этого моделирования вычисляются новые положения и ориентации всех объектов виртуальной среды (в том числе, рабочих органов роботов). Для выполнения быстрых расчетов с целью обеспечения реального режима времени работы видеотренажера используются параллельные вычисления на множестве компьютерных процессоров. Существует возможность подключения сторонней (внешней) подсистемы динамики. Это можно использовать в тех случаях, когда робот-

манипулятор является закрытой разработкой и его динамические параметры недоступны создателям видеотренажера.

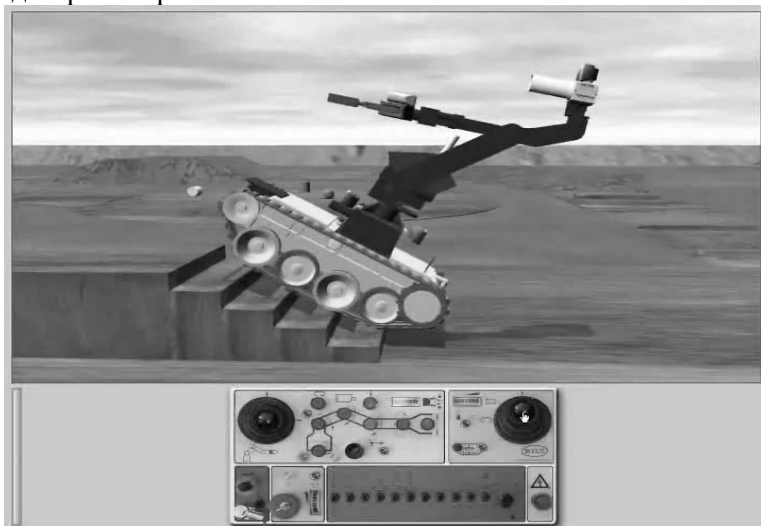


Рис. 2. Модель робота МФ-4



Рис. 3. Модель робота Мрк-35 («Эвакуатор»)

На рис. 3 показана модель робота Мрк-35 («Эвакуатор»). Вычисленные новые динамические параметры передаются в подсистему визуализации

Подсистема визуализации. Эта подсистема осуществляет высоко реалистичный синтез изображения виртуальной сцены в режиме реального времени (не менее 25 кадров в секунду) в моно и стерео режимах на экране монитора или большом настенном экране му визуализации. На рис. 4 показан кадр визуализации робота RS-2 с виртуальным пультом управления. Реальный масштаб времени визуализации позволяет обеспечить видимость плавного перемещения всех объектов виртуальной сцены при действиях оператора. Для стерео режима реализовано несколько технологий и форматов: системы с анаглифическими и затворными очками, проекционные системы с линейной поляризацией, мониторы с чересстрочной технологией стерео, для автостереоскопических мониторов и для шлемов виртуальной реальности. Стерео режим повышает реалистичность восприятия оператором виртуальной сцены и, тем самым, повышает качество обучения.



Рис. 4. Модель робота RS-2

Кроме стерео режима в видеотренажере предусмотрена многопортовая и мультиэкранная визуализация. В первом случае на участки экрана монитора одновременно выводятся изображения с нескольких виртуальных камер, расположенных в разных местах сцены. Это позволяет оператору лучше представить взаимное расположение узлов и механизмов в пространстве, и, тем самым, повысить точность и надежность управления. При мультиэкранной визуализации панорамное изображение формируется одновременно несколькими компьютерами, при этом возникает задача синхронизации. Она состоит в том, что разные компьютеры должны выводить свои части изображения сцены одновременно для обеспечения непрерывности изображения. Для решения этой задачи в подсистеме визуализации используется технология «клиент-сервер», при которой команды на вывод изображений с сразу для всех компьютеров выдает один выделенный сервер.

Разработка видеотренажерной системы робототехнических средств выполнена на персональных компьютерах под управлением ОС Windows с использованием графической библиотеки OpenGL и графических акселераторов Geforce. В настоящее время система успешно эксплуатируется в ряде организаций, к числу которых относится Инженерно-технический и учебный центр робототехники (ИТУЦР) Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом». Данная работа выполняется при поддержке РФФИ, проект № 12-07-00256а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Усатый А.Ф., Шикалов В.Ф. Опыт применения мобильных роботов ФРГ на Чернобыльской АЭС в 1986 г. Препринт ИАЭ-5904/5, Москва-1995, 40 стр.

2. Михайлюк М.В. Тренировочный комплекс операторов робототехнических средств по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Сб. статей "Фундаментальные проблемы системной безопасности", вып. 2, ВЦ РАН им. А.А.Дородницына, "Вузовская книга", М., 2010, стр.441-444.

Особливості динаміки природоохоронних витрат та інвестицій у останні 50 років

**В.О. Трофимчук, *О.Г. Рогожин, **Є.В. Хлобистов*

*(*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; **НДІ сталого розвитку та природокористування НАН України)*

1. Постановка задачі дослідження.

Порушення макроекономічної рівноваги в процесі саморозвитку національних економічних систем під впливом внутрішніх і зовнішніх факторів зумовлює явище економічної динаміки. Багаторічні дослідження багатьох авторів довели існування різних за тривалістю циклів економічних явищ і процесів. А також те, що найпомітніший вплив на національну економіку справляють взаємозалежні цикли Кітчина (3-5 років), Жюглара (близько 10 років) та, особливо, Довгі хвилі Кондратьєва (понад 50 років).

Довгі хвилі Кондратьєва відображають фундаментальні етапи еволюції соціально-економічних систем. Вони виявляються в динаміці економічної кон'юнктури та темпів економічного розвитку і пов'язані з перебігом інноваційних процесів в національних та світовій економіках, зокрема із зміною *технологічних укладів* (ТУ), що супроводжується заміною на новій технологічній основі застарілих будівель, споруд та інфраструктури. Життєвий цикл ТУ триває приблизно 100 років, а період його домінування – приблизно 60 років, синхронізований із однією Довгою хвилею.

Для коректної інтерпретації результатів та встановлення точки відліку у дослідженні динаміки природоохоронних витрат та інвестицій потрібна ідентифікація того, у якій фазі довгострокових економічних коливань перебуває національна економіка.

Конкретизація в часі таких коливань залежить від того, які методологічні підходи використовуються для їх ідентифікації. Існують два основні підходи до ідентифікації траєкторії Довгих хвиль Кондратьєва. Перший з них спирається на *індикатори реальної економіки* (виробничі показники, динаміку зайнятості, інвестиційну активність, різні структурні пропорції). Згідно з

ним, спостерігається така хронологія зміни Довгих хвиль: IV хвиля: зростання (1936-1940 – 1966-1971 рр.); спад (1966-1971 – 1980-1985 рр.); V хвиля: зростання (1980-1985 – 2000-2007 рр.); спад (2000-2007 – 2015-2025 рр.).

Згідно з цим підходом також приймається, що у зв'язку з інтенсифікацією науково-технічного прогресу цикли ущільнюються та стискаються, їх тривалість дещо скорочується (в середньому з 50-55 рр. у XIX ст. до 40-45 рр. з другої половини XX ст.

Другий підхід використовує здебільшого *фінансові індикатори* (динаміку фондового ринку та динаміку доходності облігацій). Згідно з ними, спад III Довгої хвилі тривав до початку повоєнного відновлення (приблизно до 1949 р.), тривалість I-III хвиль перевищує 50 р. (останньої IV – 60 р.), причому спостерігається така хронологія розвитку IV хвилі: зростання (1949 – поч. 1970 рр.); «первинна рецесія» (1970–1982); «плато» на піку циклу (1982 – поч. 2000 рр.); спад (з середини 2000 рр.).

Причому з обох методологічних підходів випливає, що на 2000-ті рр. припадає розворот фази Довгої хвилі, з першого – від висхідної до спадної півхвилі (менш глибока і тривала криза), а з другого – початок фазового перехідного періоду між циклами (глибокої і тривалої депресії).

Зміна домінуючих ТУ у перехідний період між сусідніми Довгими хвилями супроводжується докорінними інституційними змінами, *технологічними революціями*. Вони стаються тоді, коли домінуючий ТУ досягає межі зростання, що дає можливість наступному ТУ, який почав складатися у надрах попереднього, перейти у фазу активного розвитку. Технологічна революція супроводжується масовим знеціненням традиційного капіталу, задіяного у виробництвах застарілого ТУ, скороченням таких виробництв, погіршенням економічної кон'юнктури, поглибленням зовнішньоторгових протиріч, різким зростанням соціальної і політичної напруги.

Розглядаючи економічну динаміку в аспекті промислової політики розвитку, деякі дослідники (зокрема, В.Т. Рязанов) виявляють *цикли модернізації* національної економіки. Ці періоди пов'язані з фазами росту Довгих хвиль, оскільки

супроводжуються побудовою нового ТУ та підвищеною інвестиційною активністю капіталовкладень у основні фонди задля створення відповідної інфраструктури.

Із періодами посиленого інвестування в основні фонди в рамках циклів модернізації економіки із певним лагом затримки може бути пов'язана і динаміка витрат та інвестицій на потреби охорони довкілля. Для перевірки цієї гіпотези ми здійснили відповідне дослідження.

2. Методологія емпіричного аналізу.

Обмежені можливості отримання рядів даних у відкритому доступі в Інтернеті, особливо щодо природоохоронних витрат та інвестицій, обумовили не більше ніж 50-ти річну глибину аналізу, тобто починаючи із фази зростання IV Довгої хвилі. Для аналізу економічної динаміки використана інтерактивна база даних Світового банку. У ній для низки регіонів і країн показники приросту ВВП доступні з 1961 р., а показники приросту валових інвестицій – з 1971 р.

Для ідентифікації економічних циклів нами було використано метод статистичної фільтрації М.Д. Кондратьєва, дещо модифікований з огляду на значно меншу довжину ряду та нижчу волатильність використаних показників. Стартовим етапом аналізу було згладжування динамічних рядів методом 3-річної, потім 9-річної плинної середньої. Довгострокові тенденції виявлялися на основі згладжених показників (трирічне та дев'ятирічне середнє) у формі лінійних та поліноміальних (5-6 порядку) трендів.

Динаміка агрегованого споживання (ВВП) та валових внутрішніх інвестицій здатна адекватно відобразити зміни ділової активності, зокрема початок фази бурхливого зростання кластеру базових інновацій нового ТУ (початок нової Довгої хвилі) через відображення притаманної інноваціям властивості збільшувати граничний продукт капіталу. Тому ряди річного приросту саме цих показників (у порівняльних цінах) були використані нами для аналізу економічної динаміки у основних макрорегіонах світу.

3. Економічна динаміка в останні десятиліття.

Результати статистичного аналізу особливостей економічної динаміки провідних економічних макрорегіонів світу (Єврозони, США та Японії) на основі показників річного приросту ВВП та валових інвестицій емпірично підтвердили більшу коректність інтерпретації фаз IV Довгої хвилі Кондратьєва згідно із «фінансовим», а не «технологічним» підходом, тобто що вона тривала з початку 1950-х до кінця 2000-х рр.

Згідно з отриманими результатами, найновіший інформаційно-комунікаційний (його точніше назвати мікро-, нано- і біотехнологічним) ТУ все ще перебуває на початковій фазі формування в надрах автомобільно-авіаційно-ракетного ТУ, домінування якого затяглося через надзвичайну фінансову потужність пов'язаного з ним капіталу. Причому спостерігається різна інтенсивність формування найновішого ТУ та різні терміни хвиль його розвитку (хвиль індустріалізації на його основі) в різних макрорегіонах світу. Найновіший ТУ зародився у США та Великобританії на початку 1980-х, отримав імпульс розвитку в Японії та ЄС на зламі 1980-1990-х, потім у США та Великобританії у 1990-х, а у 2000-х роках через перехоплення інновацій – у «азійських тигрів» (Гонконг, Малайзія, Тайвань, Сінгапур, Південна Корея) та в Китаї.

Періоди активізації формування нових ТУ збігалися із циклами модернізації економік. Найбільш інтенсивне формування ТУ спостерігалось під час хвиль первинної індустріалізації або повоєнного відновлення економік.

4. Природоохоронні витрати та інвестиції.

Дані про природоохоронні витрати та інвестиції з усіх джерел (корпоративний сектор, держава, підприємства-надавачі природоохоронних послуг) наявні у відкритому доступі в Інтернеті лише для країн Євро-союзу (база даних Євростату) і не глибше, ніж з 1990 р., а для державних природоохоронних витрат в Японії – з 1980 р.

Результати статистичного аналізу показали, що у макродинаміці природоохоронних витрат та інвестицій в країнах Євросоюзу простежується періодичність, прямо пов'язана із середньостроковою економічною циклічністю

(Жюглара); економічні кризи призводять до зменшення, а економічне зростання – до збільшення витрат на природоохоронні потреби.

В країнах ЄС спостерігається зв'язок періодів створення/оновлення природоохоронної інфраструктури (ці періоди відзначаються зростанням, насамперед, державних природоохоронних витрат та інвестицій), із циклом модернізації національних економік у 1980-х рр. (з певним лагом затримки).

Синхронний із «Великою рецесією» 2008-2009 рр. глибокий спад природоохоронних витрат та інвестицій (зокрема, у поводження з відходами) дає змогу висловити припущення про зв'язок періодів зростання природоохоронних витрат та інвестицій із певними фазами довгострокової економічної динаміки (Довгих хвиль Кондратьєва) та розглядати їх як наслідок розвитку нового ТУ, що супроводжується створенням нових природоохоронних технологій та інфраструктури нового типу (так званими «екологічними інноваціями»).

В Японії наявний ще тісніший зв'язок періодів активізації державного фінансування природоохоронних заходів із антициклічним (кейнсіанським) застосуванням фінансових інструментів держави з метою запобігання поглибленню рецесій шляхом стимулювання економічної активності у фазі економічних спадів.

Крім того, в Японії спостерігається зв'язок збільшення приросту державного фінансування природоохоронних заходів із довгостроковою економічною динамікою (з циклом модернізації економіки на основі поширення технологій нового ТУ). Метою державної підтримки в цей період (кінець 1980-х – початок 1990-х рр.) було стимулювання природоохоронних заходів для зменшення забруднення та покращення якості життя.

5. Деякі висновки.

1) Імпульси довгострокової динаміки прискорення приросту природоохоронних витрат та інвестицій відбуваються тоді, коли новий ТУ досягає стадії зрілості, тобто на заключній стадії циклу модернізації економіки. Швидкий розвиток

спричиняє зростання антропогенного навантаження на екосистеми. Необхідність компенсувати негативні наслідки забруднення стимулює винайдення нових природоохоронних технологій та розгортання нової природоохоронної інфраструктури. Зростання витрат на ці потреби стає економічно доцільним лише із зменшенням віддачі від «ефекту масштабу», умовою чого є початок зменшення граничної корисності вкладень капіталу у виробництво, що починається із досягненням новими технологіями стадії зрілості. Із закінченням періоду формування нової природоохоронної інфраструктури, приріст природоохоронних витрат зменшується.

2) Зв'язок динаміки природоохоронних витрат із рівнем середньодушових доходів у формі оберненої U-подібної кривої (монотонного зростання, а потім скорочення приросту витрат) може існувати на окремих стадіях еволюції національних економік. В розвинених економіках – на спадній півхвилі Довгої хвилі (із досягненням провідним ТУ стадії зрілості). В економіках з ринками, що швидко розвиваються – із переходом у стадію розвиненої економіки (із закінченням періоду індустріалізації або модернізації). Україна ще не досягла такої стадії розвитку.

3) Зв'язок динаміки природоохоронних витрат із рівнем середньодушових доходів у такій формі є відображенням залежностей, яку описує модель «екологічної кривої Кузнеця» (нелінійного зв'язку рівня викидів та забруднення довкілля із збільшенням середньодушових доходів). Оскільки збільшення забруднення внаслідок промислового розвитку в умовах зростання доходів спричиняє приріст природоохоронних витрат, який триває доти, доки не настане злам тенденції до погіршення якості довкілля або не вичерпаються фінансові ресурси.

Метод декомпозиції синтезу конфігурацій надійних трубопровідних систем

**Савенков О.І., **Заводник В.В., *Батрак О.Ю.*

(ВУЗ Національна академія управління,

al.savenkov@yandex.ua, e_batrak@yandex.ua;

***ННК Інститут прикладного системного аналізу НТУУ - КПІ,
wwz2008@mail.ru)*

Одним з шляхів підвищення надійності постачання споживачів інженерних мереж цільовим продуктом (водою, газом, теплом і ін.) у ситуаціях, коли вичерпані всі технічні можливості по підвищенню надійності системи шляхом поліпшення якості конструктивних елементів інженерної мережі є підвищення структурної надійності мережі шляхом резервування, що полягає в кільцюванні мереж і дублюванні елементів, що підвищує надійність функціонування даної трубопровідної системи в нормальному й аварійному режимах функціонування [1,2].

Специфіка функціонування трубопровідних систем така, що повний вихід її з ладу взагалі не допускається, у зв'язку з чим розглядати структурну надійність інженерної мережі в цілому недоцільно, тому що узагальнені показники надійності володіють у цьому випадку малою інформативністю [1]. Тому прийнято оцінювати надійність трубопровідної системи відносно "узагальнених споживачів" і вибирати її структуру відповідно до заданих вимог до надійності споживачів [1].

З огляду на фрагментарно-ієрархічне представлення мережі, група споживачів, об'єднаних у фрагмент $P_r^v(V_r, U_r)$ за заданим критерієм R_r , що складається з додаткових умов-обмежень на параметри галузей і вузлів мережі (довжину ребер, навантаження вузлів, витрати, і ін.) або системи правил входження ребер і вузлів у даний фрагмент, серед яких також присутні умови на припустиму надійність постачання споживачів, що входять у фрагмент, по суті вже є таким узагальненим резервованим споживачем. Крім того, будемо вважати, що фрагмент-споживач на будь-якому рівні фрагментованої схеми є резервоване споживачем, якщо він містить у собі резервований вузол-споживач на одному з підуровней фрагментованої схеми.

У зв'язку з вищесказаним пропонується підхід, що дозволяє синтезувати конфігурації, що задовольняють вимогам структурної надійності без обліку нормативних показників у випадку фрагментарно-ієрархічне представлення надлишкової схеми інженерної мережі.

Відповідно до заданих вимог до надійності проєктованих інженерних мереж, безліч фрагментів-споживачів (сумарне навантаження яких від'ємне) кожного рівня декомпозиції мережі v розбіємо на дві підмножини: резервованих та не резервованих фрагментів-споживачів. На самому нижньому рівні розбивки ми одержимо безпосередньо дві множини: резервованих та не резервованих вузлів-споживачів. Вважаємо, що для резервованого фрагмента-споживача P_r^v необхідне існування не менш двох непересічних шляхів постачання від джерел цільового продукту [1], тобто повинний існувати контур, що проходить через джерело і фрагмент-споживач.

Тому, для одержання оптимальної конфігурації трубопровідної системи, що відповідає вимогам надійності, необхідно на першому етапі побудувати фрагментоване оптимальне дерево, якому відповідає мінімум приведених витрат на будівництво й експлуатацію трубопровідної системи. При цьому множина ділянок кожного фрагмента трубопровідної системи на будь-якому рівні фрагментованої схеми розпадається на дві підмножини: множини ділянок дерева і множини дільниць-хорд. Тому що, множини ділянок фрагментів на всіх рівнях, є непересічними, тоді об'єднання всіх оптимальних піддерев по всіх рівнях фрагментованої схеми буде відповідати оптимальному дереву не фрагментованої схеми мережі.

На другому етапі для забезпечення вимог надійності необхідно доповнити оптимальне дерево хордами [2], що забезпечують двостороннє постачання резервованих фрагментів-споживачів і найкраще значення цільової функції [3], що у випадку фрагментарно-ієрархічне представлення трубопровідної системи прийме вид, при умовах виконання двох мережних законів Кірхгофа:

$$K = \sum_{v=1}^{k_s} \sum_{r \in G_v} k_r \rightarrow \min, \quad (1)$$

де k_r - капіталовкладення в зведення й експлуатацію галузей r - го фрагмента на рівні фрагментованої схеми v ; обчислюються по формулі:

$$k_r = F_p(d_p, L_p) = \mathfrak{D}^{-au} \left[\sum_{p \in U_r} \pi_p^{1/(1+au)} |x_p|^{au(\beta+1)/(1+au)} \right]^{1+au} + \sum_{p \in U_r} a_p L_p \text{sign} |x_p|. \quad (2)$$

де k_s - кількість рівнів фрагментованої схеми;

$F_p(d_p)$ - питома вартість 1-го трубопроводу на ділянці фрагмента r , включаючи вартість самої труби, її прокладки, монтажу, ізоляції;

a_p - постійна складова питомих капіталовкладень, що не залежить від діаметра;

$\pi_p = \psi^\mu b_p L_p^{1+au}$ - економічна характеристика галузі фрагмента, не зв'язана з показником ступеня β [2];

$\alpha = 1/(5 + \tau)$ ($\tau = 0,25$ для теплових мереж);

ψ - коефіцієнт, що залежить від ступеня шорсткості внутрішньої поверхні труби;

$\text{sign} |x_p| = 0$ при $x_p = 0$ і 1, якщо $x_p \neq 0$; L_p - довжина ділянки r - го фрагмента на рівні v фрагментованої схеми мережі;

Тому що вже на першому етапі в процесі побудови фрагментованого оптимального дерева [2, 3] виробляється послідовне поліпшення рішення шляхом почергової заміни хорди ділянками дерева, що входять у контур, обумовлений даною хордою, те доцільно сполучити перший і другий етапи побудови оптимальної конфігурації мережі, що відповідає вимогам надійності. А саме, у процесі перегляду ділянок контурів, запам'ятовувати в кожному з контурів, що з'єднує фрагмент-джерело і фрагмент-споживач на кожному з рівнів фрагментованої схеми дві ділянки, що як хорди, забезпечують найкраще, серед ділянок даного контуру значення цільової функції (1).

Описаний підхід найбільше повно враховує не тільки вимоги мінімальної довжини конфігурації мережі, що

задовольняє вимогам надійності [3], але і вимоги мінімізації сумарних витрат на зведення й експлуатацію трубопровідної мережі, включаючи витрати електроенергії на перекачування цільового продукту.

Також очевидно, що застосування фрагментно-орієнтованого підходу до вибору конфігурації трубопровідної системи, що задовольняє вимогам структурної надійності, дозволяє вибирати оптимальні конфігурації трубопровідної системи з мінімальними обчислювальними витратами.

Перелік посилань

1. Кулик Ю. В. Оптимизация проектируемых трубопроводных систем: Учеб. Пособие / Ю. В. Кулик. - К.:УМК ВО, 1991. - 152 с.
2. Меренков А. П., Хасилев В. Я. Теория гидравлических цепей. - М.:Наука, 1985. - 280 с.
3. Сеннова Е. В., Сидлер В. Г. Математическое моделирование и оптимизация развивающихся теплоснабжающих систем. - Новосибирск: Наука, 1987. - 221 с.

Дослідження релаксації, післядії і поглинання в електричних полях

Бицань Є.М.

(Институт геофізики НАН України, byzan@ukr.net)

Фізичне середовище являє собою складний об'єкт, що знаходиться в термодинамічній рівновазі. Зміна зовнішніх силових полів призводить до порушення рівноваги, і система переходить у новий термодинамічний стан. Перехід від одного стану в інший відбувається повільно, і цей процес називається релаксацією.

Релаксація по суті є відповіддю фізичного середовища на зміну зовнішніх силових полів. Механізм релаксації залежить від багатьох параметрів, що враховують особливості процесів у фізичних середовищах. Для більш повного опису процесу релаксації необхідно враховувати спектр часів релаксації, за допомогою якого можна одержати інформацію про структуру і стан фізичних середовищ.

Рівновага фізичних середовищ може порушуватися внаслідок зміни якого-небудь поля – механічного, магнітного, електричного і т.д. Ці зміни викликають різноманітні види релаксації: механічну, електричну, теплову, магнітну тощо. Варто сказати, що такий поділ умовний, тому що між різноманітними полями є зв'язки. Так, наприклад, зміна механічного поля супроводжується зміною температурного і магнітного полів. Проте зв'язки між цими полями малі, що дозволяє розглядати окремо різноманітні види релаксації.

Використовуючи аналогію між параметрами механічних і електричних полів, можна записати залежність між напруженістю електричного поля E й індукцією D в такому виді:

$$PD = \varepsilon_0 QE, \quad (1)$$

де $P = \sum_{i=0}^m a_i D^i$ і $Q = \sum_{i=0}^n b_i D^i$ – лінійні диференціальні вирази (ЛДВ) з постійними коефіцієнтами, які виражаються через параметри електричного поля, $D = \partial / \partial t$, а ε_0 – статична діелектрична проникність в випадку, коли в ЛДВ P і Q $a_0 = b_0 = 1$.

В випадку, коли напруженість електричного поля E і його індукція D змінюються за гармонічним законом, рівняння (1) запишеться таким чином:

$$D = \varepsilon_0 \frac{Q(i\omega)}{P(i\omega)} E = \hat{\varepsilon} E,$$

де $\hat{\varepsilon} = \varepsilon_1 + i\omega\varepsilon_2 = \tilde{\varepsilon}_0 e^{i\phi}$, $\tilde{\varepsilon}_0 = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}$ – абсолютне значення модулю комплексної статичної діелектричної проникності, ϕ – зсув фаз між напруженістю електричного поля E і його індукцією D , який характеризує поглинання енергії електричного поля (внутрішній опір) і який при малому зсуві фаз визначається відношенням уявної частини комплексного модуля до дійсної.

Проаналізуємо поведінку електричного поля в стандартних ситуаціях. Спочатку розглянемо релаксацію індукції при миттєвому включенні постійного електричного поля з напруженістю E_0 , яке буде підтримуватись надалі тривалий час. Рівняння (1) у цьому випадку запишеться в такий спосіб:

$$D + a_1 D^{(1)} + \dots + a_m D^{(m)} = \varepsilon_0 E_0 ,$$

розв'язок якого (функція релаксації індукції при постійній напруженості електричного поля E_0) запишеться так:

$$D = E_0 \varepsilon_0 + \sum_{i=1}^m c_i \exp(-t / \tau_i), \quad (2)$$

де c_i – постійні інтегрування, які визначаються за допомогою початкових умов, $\tau_i = -1 / \mu_i$ – часи релаксації індукції при постійній напруженості електричного поля E_0 , μ_i – корені такого характеристичного рівняння, породженого рівнянням (1)

$$1 + a_1 \mu + \dots + a_m \mu^m = 0 .$$

З виразу (2) для функції релаксації індукції при постійній напруженості електричного поля E_0 випливає, що індукція буде змінюватися від величини $D(0) = E_0 \varepsilon_0 + \sum_{i=1}^n b_i$ до $D(\infty) = E_0 \varepsilon_0$.

Якщо в момент $t = t_1$ зняти напруженість електричного поля E_0 , то в середовищі буде відбуватись післядія. Індукція в цьому випадку запишеться в такий спосіб:

$$D = \sum_{i=1}^m \tilde{c}_i \exp(-t' / \tau_i),$$

де $\tilde{c}_i$ – постійні інтегрування, які визначаються за допомогою початкових умов, $t' = t - t_1$, і буде змінюватись від $D = D(t_1)$ до нуля.

Якщо у фізичному середовищу буде підтримуватися постійна індукція D_1 , то з рівняння (1) одержимо наступне диференціальне рівняння:

$$E + b_1 E^{(1)} + \dots + b_n E^{(n)} = D_1 / \varepsilon_0 ,$$

розв'язок якого (функція релаксації напруженості електричного поля при постійній індукції D_1 ,) запишеться в такому виді:

$$E = D_1 / \varepsilon_0 + \sum_{i=1}^n d_i \exp(-t / \nu_i), \quad (3)$$

де d_i – постійні інтегрування, обумовлені початковими умовами, $\nu_i = -1/\mu_i$ – часи релаксації напруженості електричного поля при постійній індукції D_1 , μ_i – корені такого характеристичного рівняння, яке породжується рівнянням (2):

$$1 + a_1 \mu + \dots + a_n \mu^n = 0 .$$

Якщо в момент $t = t_1$ зняти постійну індукцію D_1 , то в електричному полі буде відбуватись післядія. Напруженість електричного поля в цьому випадку запишеться в такий спосіб:

$$E = \sum_{i=1}^m \tilde{d}_i \exp(-t' / \tau_i),$$

де $\tilde{d}_i$ – постійні інтегрування, які визначаються за допомогою початкових умов, $t' = t - t_1$, і буде змінюватись від $D = D(t_1)$ до нуля.

Функція релаксації індукції при постійній напруженості електричного поля D і функція релаксації напруженості при постійній індукції E отримані відповідно до рівнянь (2, 3) по суті є розкладанням індукції і напруженості в ряд по експонентах, звідки випливає, що для більш повного опису процесу релаксації і післядії доцільно брати більше складових, що викликає потребу високого порядку рівняння (1).

Применение данных КА «Січ-2» при мониторинге ландшафтно-функциональных зон урбанизированных территорий Украины.

Филиппович В.Е., Мычак А.Г.

(ГП Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины, filin@casre.kiev.ua)

Постановка задачи. С успешным запуском и началом функционирования в штатном режиме спутника «Січ-2» Украина получила независимый источник космической информации. Если раньше спутниковые мониторинговые исследования проводились на основе разрозненной информации полученной с зарубежных носителей (преимущественно США), то в связи с отказом бортового оборудования спутников «Landsat 5TM» и «Landsat 7ETM+» их место, по крайней мере в отечественном сегменте ДЗЗ, занял ИСЗ "Січ-2", поэтому адаптация прежних наработок к специфике съемки украинского спутника с целью непрерывного изучения динамики изменений ландшафтной структуры урбанизированных территорий весьма актуальна. Накопленный массив космических данных требует их синхронизации и нахождения общих методических приемов обработки с целью максимального извлечения полезной информации, независимо от источника. Таким образом, основные задачи данных исследований заключаются во-первых, в оценке возможности совместного использования ретроспективных данных полученных с ИСЗ серии «Landsat» и современных съемок со спутника «Січ-2». Во-вторых, на их основе изучить изменения ландшафтно-функциональной структуры урботерриторий и разработать технологическую схему использования спутниковой информации при мониторинге городской среды.

Исходные данные. В качестве тестовых территорий (объекта исследований) было выбрано 5 городов Украины: Киев, Запорожье, Николаев, Херсон и Мариуполь. Главными критериями выбора служили:

- наличие полного перечня ландшафтно-функциональных зон, их значительные по размерами площади и четкое проявление на космических материалах;

- наличие качественного многозонального космического материала за предыдущие годы (20-25 лет);
- экологическое состояние: удовлетворительное (Киев, Херсон), неудовлетворительное (Николаев, Запорожье), катастрофическое (Мариуполь);
- развитие опасных геологических процессов (оползни, подтопление, карстообразование, просадки грунта и т.д.);
- расположение в различных физико-географических зонах Украины;
- достаточная изученность территорий, в том числе и аэрокосмическими методами.

Предметом исследований служили материалы космических съемок: прошлых лет – серии «Landsat» (получены из архива Геологической службы США - USGS), современных - «Сіс-2» (получены от Космического агентства Украины - ДКАУ).

Сопоставление технических данных съемочной аппаратуры указанных спутников (Табл.1) показывает что в диапазоне волн от 0,45 мкм (зеленая) до 1.65 мкм (средний ИК) данные вполне сопоставимы (при прочих равных технических и природных условиях).

Методика исследований. В основу методики исследований положена разработанная в ЦАКДЗ технология обработки космических материалов на базе применения т.н. спектральных индексов и классификации изображений с предварительным обучением.[1-2] Цифровая обработка ведется в программном комплексе ENVI с последующим построением и анализом картографических моделей в ГИС-MapInfo.

Обсуждение результатов.

Оценка возможности совместного использования данных полученных с ИСЗ серии «Landsat» и съемок со спутника «Сіс-2» показала, что для урбанизированных территорий при классификации изображений по ландшафтно-функциональным признакам не все таксономические единицы распознаются с достаточной точностью. Так на приведенных на рис.1-2 фрагментах КС левобережья г.Киева четко классифицируются открытые водные поверхности, лесные и зеленые зоны, строительные площадки, хуже различаются объекты промышленного и коммунального (жилого) назначения.

Таблица сопоставления технических характеристик сенсоров КА «Landsat» и «Civ-2»

Кан алы	Landsat 4-5TM				Landsat 7ETM+				Civ-2			
	Спектр. диапазон (мкм)	Среднее (мкм)	Простр. разреш. (м)	Полоса обзора (км)	Спектр. диапазон (мкм)	Среднее (мкм)	Простр. разреш. (м)	Полоса обзора (км)	Спектр. диапазон (мкм)	Среднее (мкм)	Простр. разреш. (м)	Полоса обзора (км)
1	0.45-0.52	0.4850	30	185	0.450-0.515	0.4825	30	185				
2	0.525-0.605	0.5600	30		0.525-0.605	0.5650	30		0.51-0.59	0.55	~8.2	48.8
3	0.63-0.690	0.6600	30		0.63-0.69	0.6600	30		0.61-0.68	0.645	~8.2	
4	75-0.90	0.8300	30		0.75-0.90	0.8250	30		0.8-0.89	0.845	~8.2	
5	1.55-1.75	1.6500	30		1.55-1.75	1.6500	30		1.51-1.70	1.6050	~41.4	58.1
6	10.40-12.5	11.4500	120		10.40-12.5	11.4500	60		-			
7	2.09-2.35	2.2200	30		2.09-2.35	2.2200	30		-			
8	-	-	-	-	0.52-0.90	0.71	15		-			

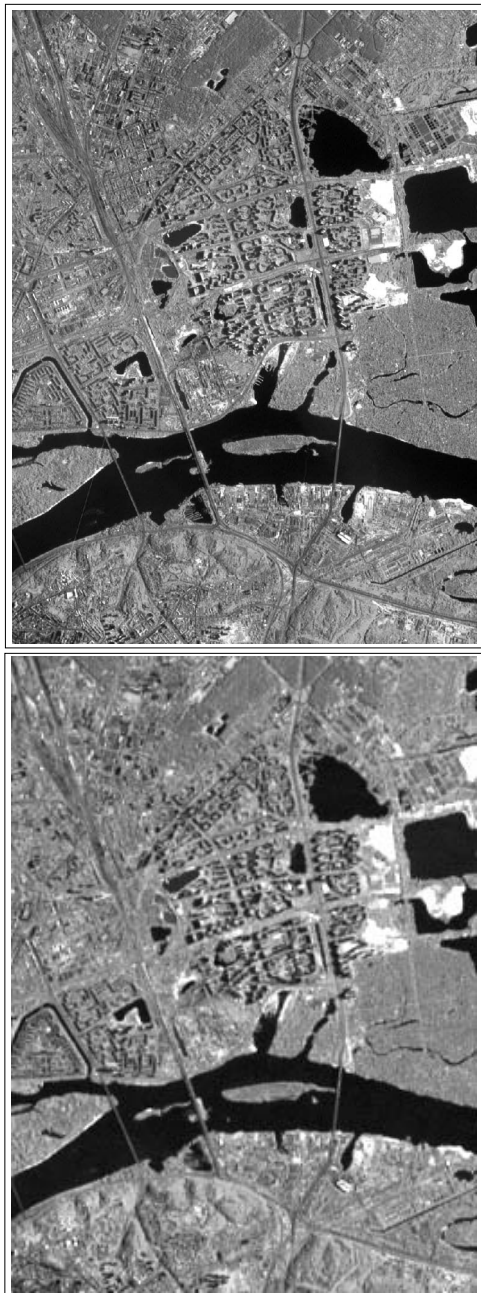


*Рис.1 Фрагменты космических изображений юго-восточной части г.Киева.
 Слева - КС «Landsat 5ТМ» (20.10.2011) цветной композит каналов 243 (G, NIR, R)
 Справа - КС «Січ-2» (10.10.2011) цветной композит каналов 132 (G, NIR, R)*

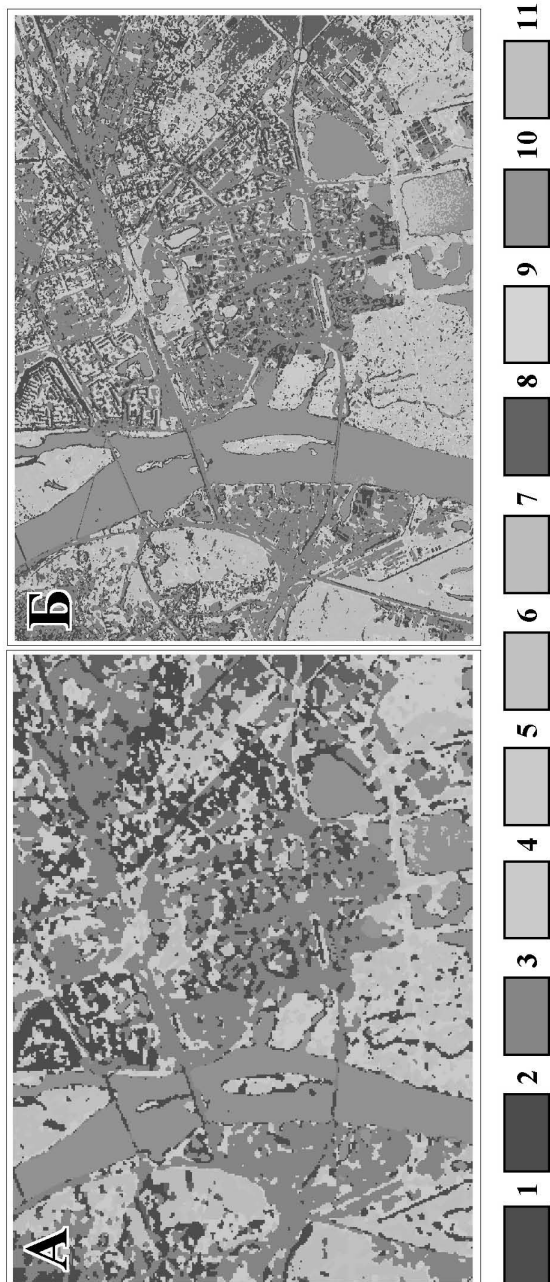


Рис.2 Результаты классификации и постклассификационной обработки космических изображений юго-восточной части г.Киева. А - КС «Landsat 5TM»(20.10.2011) Б - КС «Сич-2» (10.10.2011).

Условные обозначения: 1 - Непрерывная городская структура. 2 – Прерывистая городская структура. 3 – Промышленные единицы. 4 – Строительные площадки. 5 – Зеленые городские площадки и дачи. 6 – Переходная Древесно-кустарниковая растительность. 7 – Лиственный лес и городские парки. 8 – Хвойный лес. 9 – Травянистая растительность и природные луга. 10 – Открытые водные объекты. 11 – Водоёмы с загрязненной поверхностью. (Цвета и классы даны в соответствии со стандартами европейской программы «CORINE LC», за исключением п.11).

В приведенной таблице 2 показано соотношение точности классификации космических изображений для снимков полученных с ИСЗ «Landsat 5TM» (20.10.2011) и «Сіс-2» (10.10.2011). В качестве примера рассматриваются участки в юго-восточной части г.Киева. Для классификации изображений были эмпирически выбраны два метода классификации с обучением: метод максимального подобия и метод опорных векторов в программном комплексе ENVI. Предварительно, после сегментации изображений, определены по ландшафтно-функциональным признакам «области интереса» (ROI) для каждой единицы которой было точно установлено характерная таксономическая единица ландшафта, заверенная на местности. Контроль осуществлялся по снимкам высокого пространственного разрешения QuickBird, WorldView-2 и др. Точность классификаций оценивалась по отношению к наземному заверочному классу «области интереса» на основе матрицы неудач классификации, где показано количество корректно классифицированных пикселей изображения по отношению к общему количеству в процентах и коэффициент каппа – обобщенный пока-затель точности от 0 до 1.

Анализ данных табл.2 показал:

1. Для классификаций предпочтительно использовать метод опорных векторов.
2. Точность классификации возрастает с возрастанием количества спектральных каналов съемки.
3. Для повышения точности классификации необходимо добавление производных изображений, основанных на спектральных индексах, например NDVI и т.п.
4. Исходя из полученных данных, точность классификаций проведенных по материалам с разных носителей удовлетворительная и может использоваться для мониторинга городских ландшафтов.
5. Вместе с тем, сравнительная точность классификаций по снимкам КА «Landsat 5TM» получилась выше по отношению к изображениям, полученным с КА «Сіс-2», что объясняется, во-первых, большим количеством спектральных каналов у «американца» и, во-вторых, различием пространственного разрешения на местности у обоих носителей

Таблица 2 Соотношение точности классификаций выполненных по фрагментам КС «Landsat 5TM»(20.10.2011) и «Січ-2» »(10.10.2011)

Спутник	Точность классификаций (метод максимального подобия (Max Like)		Точность классификаций (метод опорных векторов (SVM)	
	%	Коэф. Каппа	%	Коэф. Каппа
Landsat 5TM каналы 1-7	89.5962	0.8803	87.5428	0.8556
Landsat 5TM каналы 234	75.7928	0.7224	75.2225	0.7099
Січ-2 каналы 123 (G,R,NIR)	68.7132	0.6388	71.6068	0.6671
Landsat 5TM каналы 234+NDVI	72.8953	0.6879	75.7244	0.7159
Січ-2 каналы 123+NDVI	68.2066	0.6319	72.2331	0.6743

(табл.1). Естественно, чем выше разрешение, тем большее количество пикселей на единицу изображения, и тем выше их разброс по смежным классам. (рис.2). По-видимому, для ретроспективного анализа необходимо данные Landsat пересчитывать до разрешения 15 м, а снимки Сіс-2 закруглять до этих же значений.

Изучение изменения ландшафтно-функциональной структуры городских территорий рассмотрим на примере юго-западной части г.Киева (рис.3-4). Для анализа использованы космические снимки Landsat 5TM (06.06.1985) и Сіс-2 (10.10.2011). Временной интервал составил более 25 лет.

За этот период максимальное изменение испытали промзоны в месте с транспортной сетью, которые увеличились по площади (в пределах участка) в 28 раз; зеленые зоны, площадь которых уменьшилась на 10%, а общая площадь зеркала всех водоемов увеличилась на 17,8%. Правда, последнее обстоятельство не внушает оптимизма, так как прирост в основном произошел за счет отстойников в районе Бортнической станции аэрации (крайний юго-восток участка).

Возросла и селитебная нагрузка на территорию, так площадь городской застройки, не промышленного профиля увеличилась на 44%. Заметим, что все приведенные данные об изменениях в структуре ландшафтно-функциональных зон получены на основе векторных данных сконвертированных из результатов классификации космических материалов и носят оценочный характер.

Кроме того на материалах 2011 г четко проявляются участки загрязнения поверхности водоемов на левом берегу (озера Горячка, Солнечное, Тягле), которых ранее не было. Данное обстоятельство было учтено при выборе наземных заверочных данных. В результате подобные образования были обнаружены и в правобережной части Днепра в районе Телички.

В долине р.Днепр на южных границах г.Киева (рис.4) аналогичные изменения. Однако здесь решающую роль в изменение ландшафта вносят строители дачных и коттеджных поселков в пойме реки и на намывных песках.

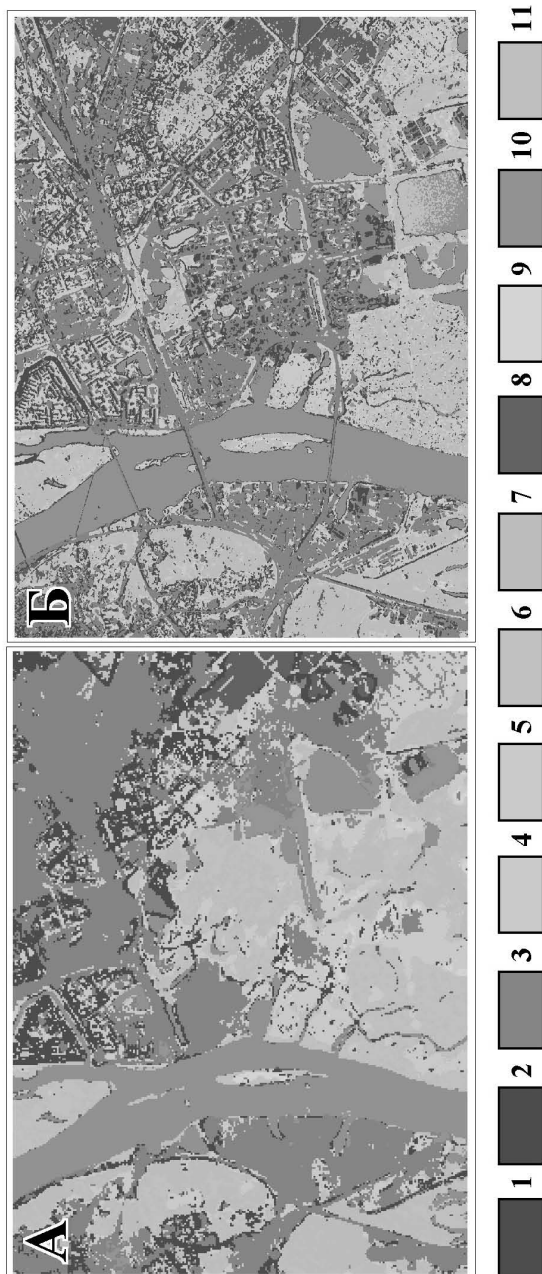


Рис.3 Изменение ландшафтно-функциональной структуры в юго-западной части г.Киева по результатам обработки космических изображений. А - КС «Landsat 5ТМ» (06.06.1985). Б - КС «Сич-2» (10.10.2011).

Условные обозначения см рис.2;

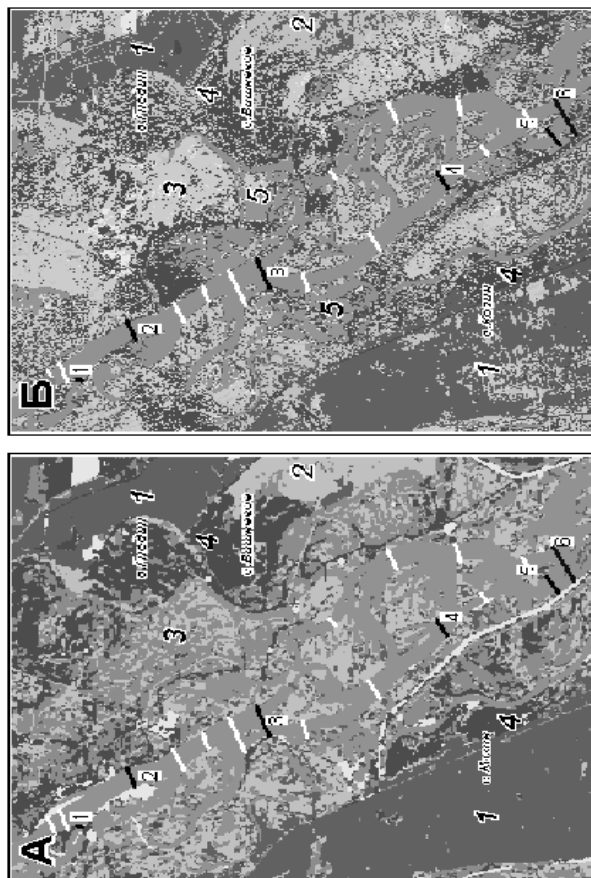


Рис. 4 Изменение ландшафтной структуры долины р.Днепр на южной окраине г.Киева по данным анализа космических снимков.

А – Классифицированный снимок «Landsat 5TM» от 06.06.1985 г (Фрагмент). Б - Классифицированный снимок «Сич-2» от 10.10.2011 г (Фрагмент). Цифры на изображениях: 1 – Хвойные леса. 2 – Древесно-кустарниковая растительность. 3 – Луга и разреженная растительность. 4 – Селитебные зоны (села, дачи, коттеджи). 5 – Строительные площадки на намывных песках. 6 – Открытые водные пространства. Белые прямые линии в русле Днепра – места где измеренная по КС ширина русла не изменилась. Черные прямые линии с цифрами в рамках – уменьшилась.

При этом сужается судоходная часть реки, изменяется направление течения, подмывается часть берегов. По данным ДЗЗ были проведены измерения ширины русла по состоянию на июнь 1985 и октябрь 2011. На рис.4 линии замеров, где ширина русла не изменилась показаны белым цветом, а там где уменьшилась – черным. В таблице 3 приведены числовые значения изменения ширины русла.

Таблица 3. Изменение ширины русла р.Днепр по данным измерений на материалах ДЗЗ.

№ измерения	Ширина русла (м) июнь 1985	Ширина русла (м) октябрь 2011	Разница (м)
1	192	148	-44
2	621	539	-82
3	944	891	-53
4	584	421	-163
5	602	355	-267
6	1218	750	-468

Обращает на себя внимание факт интенсивного строительства не только в водоохраной зоне р. Днепр, но и в пределах прибрежной защитной полосы, составляющей для Днепра полосу шириной 100 м от уреза воды. В этой зоне запрещено «...строительство любых сооружений (кроме гидротехнических, гидрометрических и линейных), в том числе баз отдыха, дач, гаражей и стоянок автомобилей...» Статьи 88-89 Водного кодекса Украины.[3].

Искусственное сужение и переуглубление русла может привести к нарушению устойчивости экосистемы Днепра, что в первую очередь, скажется на прибрежных участках и потребует значительных капиталовложений на укрепление берегов от размыва и подтопления, оврагообразования и прочих неблагоприятных экзогенных процессов. Контроль за их развитием, а особенно за деятельностью самого человека оперативно и эффективно, как следует из изложенного, можно проводить на основе спутниковых данных в том числе и отечественных.

Выводы:

1. Данные, полученные с КА «Січ-2» можно с успехом применять при мониторинге ландшафтно-функциональных зон урбанизованных территорий, и выявления изменений их структуры.
2. Для изучения долговременных (более 20 лет) изменений данные украинского спутника можно, после некоторых преобразований, с успехом, применять совместно с материалами, полученными с зарубежных космических носителей.
3. Заложены основы технологии обработки и использования отечественной спутниковой информации при мониторинге городской среды.

Литература

1. Мичак А.Г. Експрес-контроль екологічного стану урботериторій за матеріалами багатозональної космічної зйомки / Мичак А.Г., Філіпович В.Є. // Збірник наукових праць IX Міжнародна науково-практична конференції „Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях ” Збірник наукових праць. Київ-Харків-Крим, 2010 р. С.210-221
2. Спутниковые методы поиска полезных ископаемых / Коллектив авторов. Под ред. акад. НАН Украины В.И.Лялько и док.техн.наук М.А.Попова. Киев: Карбон-Лтд. 2012.- 436 с.
3. Водний Кодекс України. Верховна Рада України; Кодекс України, Закон, Кодекс від 06.06.1995 № 213/95-ВР Редакція від 19.01.2012

Дистанційний моніторинг кризових явищ.

Посуха 2012 року в Україні

Гльєнко Т.В.

*(Інститут агроєкології та природокористування НААН,
tilienko@gmail.com)*

В умовах зміни клімату можливість зростання його екстремальності, що призводить до виникнення кризових явищ,

зокрема в районах з недостатнім зволоженням, викликає особливу увагу. Одним з таких кризових явищ є посуха, особливістю якої є складність прогнозування її початку, виявлення і моніторингу, що важливо для своєчасного застосування пом'якшуючих заходів. Моніторинг посухи традиційно ґрунтується на кліматичних та гідрологічних параметрах і показниках для відстеження змін в погоді і гідрологічному циклі. Однак, оскільки мережа метеостанцій є дискретною, в останні два-три десятиріччя для боротьби з посухою успішно застосовується супутникова технологія. Супутники забезпечують більш повне просторове покриття, заповнюють прогалини в спостереженнях на метеорологічних станціях, що має вирішальне значення в моніторингу вологості та тепла. Ще одна важлива особливість супутникових даних – їх здатність забезпечувати сукупну оцінку кліматичних і погодних впливів на землю і атмосферу, яка має вирішальне значення для посухи. Зазвичай як вихідні дані, що отримуються із супутникової інформації використовуються вегетаційні індекси, яскравісна температура поверхні та їх комбінації [1-5]. В останні два десятиліття, супутникова методика виявлення посухи була розроблена і успішно реалізована з використанням даних, отриманих від радіометру AVHRR на супутниках NOAA [1].

Метою роботи є розробка методу дистанційного моніторингу посушливих явищ, який базується на комплексному використанні даних космічного знімання різної роздільної здатності і адаптація розробленого методу до ґрунтово-кліматичних умов лісо-степової зони України.

Матеріали та методи досліджень. В основу дослідження було покладено матеріали космічного знімання супутників NOAA (роздільна здатність – 4 км) території України та вітчизняного супутника СІЧ-2 (роздільна здатність – 8 м) Канівського району Черкаської області за липень 2012 р., топографічні і тематичні картографічні матеріали. Етапи дослідження включали: дослідження стану посушливості територій на глобальному рівні за даними радіометра AVHRR супутника NOAA та вибір території з посушливими умовами; на локальному рівні за даними супутника СІЧ-2 –

ідентифікацію культур, уточнення меж посівних площ на цій території, оцінки ступеню посушливості територій.

Для моніторингу посушливих явищ на глобальному рівні було використано індекс здоров'я рослинності VHI, який є поєднанням індексів умов росту рослинності VCI та температурних умов TCI [1,2]. Вони розраховуються за даними радіометра AVHRR супутника NOAA впродовж тривалого періоду моніторингу:

$$VCI_j = (NDVI_j - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}) \times 100\%,$$

де VCI_j – значення індексу умов росту рослинності для дати j ; $NDVI$ нормалізований різницевий вегетаційний індекс, який визначається як

$$NDVI = (R_{BIC} - R_C) / (R_{BIC} + R_C),$$

де R_{BIC} та R_C – відбиття відповідно у ближньому інфрачервоному (0,72–1,1 мкм) та червоному (0,58–0,68 мкм) каналах радіометра AVHRR супутника NOAA; $NDVI_j$, $NDVI_{max}$, $NDVI_{min}$ – значення $NDVI$ відповідно для дати j , максимальне та мінімальне значення $NDVI$ для всього набору даних.

Індекс TCI розраховується за значеннями яскравісної температури земної поверхні, отриманими за денними даними радіометра AVHRR супутника NOAA:

$$TCI_j = [(T_{max} - T_{sj}) / (T_{max} - T_{min})] \times 100\%,$$

де TCI_j – індекс температурного режиму для дати j ; T_{sj} , T_{max} , T_{min} – яскравісна температура земної поверхні відповідно для дати j , максимальна та мінімальна яскравісна температура земної поверхні всього набору даних [2]. Значення цих індексів змінюється від 0, вказуючи на екстремальний стрес рослинності, до 100, що відповідає найбільш сприятливим умовам розвитку рослинності. Моніторинг посухи за індексом VHI базується на чисельному аналізі стресу рослинності, пов'язаному із зменшенням зеленої рослинної біомаси і зростанням температури понад нормальну. Відповідність значень VHI ступеню посухи наведено в таблиці.

Таблиця

Оцінювання посушливих явищ за індексом VHI

VHI	< 10	< 20	< 30	< 40	≥ 40
Зволоженість	Екстремальна посуха	Сильна посуха	Помірна посуха	Слабка посуха	Сприятливі умови

Визначення територій уражених посухою на локальному рівні здійснювалось за нормалізованим водним індексом NDWI, який розраховувався за даними супутника СІЧ-2:

$$NDWI = (R_{\text{БІЧ}} - R_{\text{СІЧ}}) / (R_{\text{БІЧ}} + R_{\text{СІЧ}}),$$

де $R_{\text{БІЧ}}$ та $R_{\text{СІЧ}}$ – відбиття відповідно у ближньому інфрачервоному (0,78–0,90 мкм) та середньому інфрачервоному (1,551,70 мкм) каналах [4]. Значення індексу змінюються від -1 до 1: для рослинності, в цілому, від -0,1 до 0,6 прямо пропорційно зростанню вмісту води в рослинах. Для майже всіх відкритих ґрунтів ці значення від’ємні і при частковому покритті ґрунту рослинністю незалежні від вологості ґрунту, але прямо пропорційно залежать від частки покриття ґрунту рослинністю [5].

Результати та їх обговорення. За проведеною оцінкою карт індексу VHI на територію України (рис. 1), побудованих за даними космічного знімання радіометра AVHRR супутника NOAA в липні 2012 р., які були отримані з сайту Центру супутникових досліджень NOAA (www.star.nesdis.noaa.gov), виявлено адміністративні області з посушливими умовами. На рис.1 вони виділяються домінуванням темного кольору.

Виявлено, що найбільш стресові умови спостерігаються в південних областях України. Однією із таких областей є Черкаська, біля 30% території якої мають посушливі умови (рис. 2).

Деталізація територій з посушливими умовами проводилась за матеріалами супутникової зйомки високого просторового розрізнення СІЧ-2 за 3 липня 2012 р. Для дослідження на локальному рівні обрано тестові аграрні полігони Канівського району Черкаської області, природні та господарські умови яких є типовими для лісо-степової зони (Рис. 3).

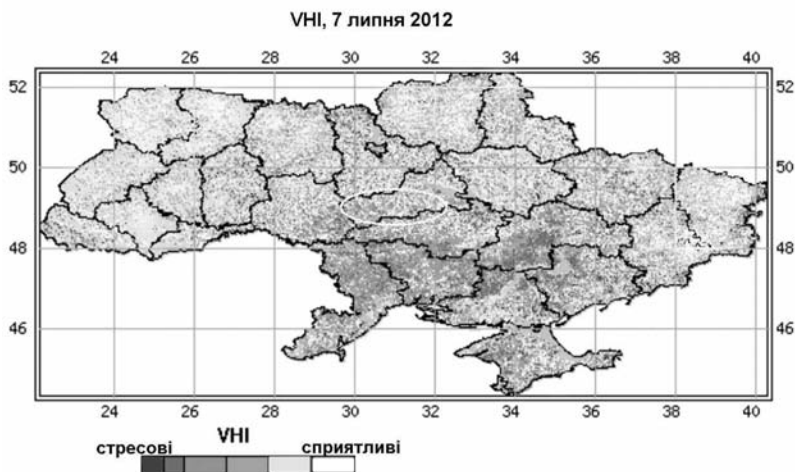


Рис.1. Карта індексу VHI за супутниковими даними AVHRR/NOAA, 7 липня 2012 р. Білим еліпсом виділено критичні зони Черкаської області.

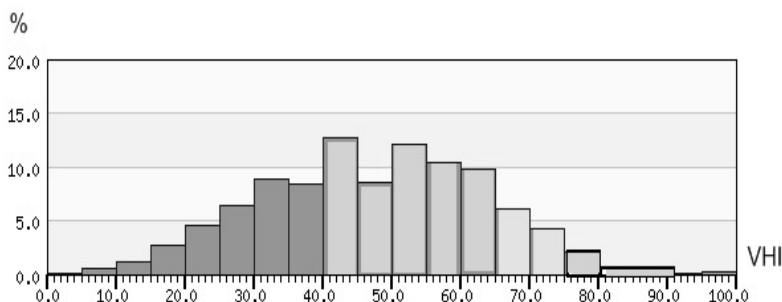


Рис.2. Частка територій Черкаської області з різними умовами зволоження: темний колір відповідає кризовим посушливим умовам, світлий задовільним і сприятливим.

У ході досліджень було проведено класифікацію тестових територій, уточнено межі землекористування, розраховано нормалізований водний індекс NDWI. Використовуючи ГІС-технології було побудовано векторну карту розташування сільськогосподарських культур (Рис. 4) та растрову карту індексу NDWI за проведеними розрахунками (Рис. 5).



Рис. 3. Супутниковий знімок Канівського району (СІЧ-2, 3 липня 2012 р.) і мережа тестових полігонів



Рис. 4. Маска полів сільськогосподарських культур для тестових полігонів в Канівському районі

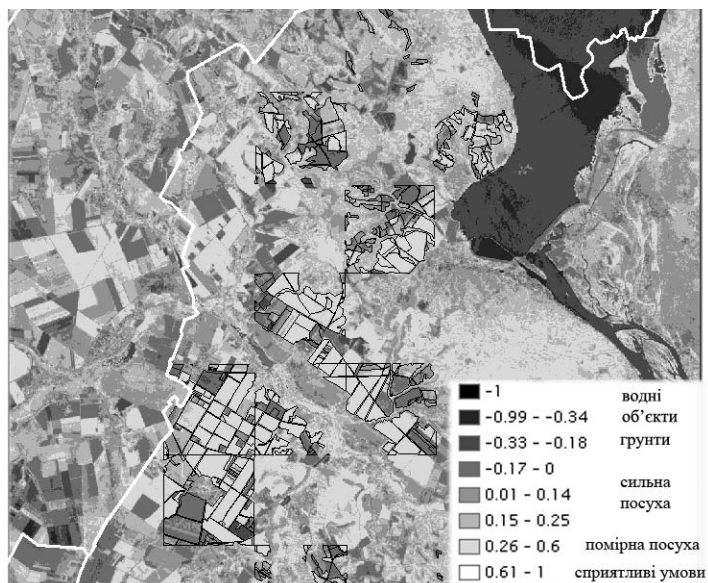


Рис. 5. Карта індексу NDWI.



Рис. 6

За оверлейним аналізом отриманих даних була проведена оцінка стану посушливості тестових територій. Всі значення індексу NDWI не перевищують 0,4, що показує існування посухи від помірної до сильної.

Зокрема на обраному тестовому полігоні (Рис. 6) найбільш посушливі умови спостерігаються на полях сої (середнє по полю NDWI=-0,05) та озимої пшениці (NDWI змінюється від -0,06 до 0,11).

Висновки. Для своєчасного виявлення посушливих явищ доцільно використовувати сучасні ГІС та ДЗЗ технології. Комплексування матеріалів космічного знімання різної роздільної здатності дає можливість деталізувати стресові умови від регіонального рівня до локального. Матеріали вітчизняного супутника СІЧ-2 дозволяють проводити моніторинг кризових явищ, зокрема посухи на рівні поля.

Література

1. Kogan, F., 1997, Global drought watch from space.// Bulletin American Meteorological Society, 78, pp.621-636.
2. Kogan, F., 2002: World Droughts from AVHRR-based Vegetation Health Indices. // Eos, Transaction of American Geophysical Union, **83**, No 48, pp.557-564.
3. Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б. Тенденция опустынивания Северо-Западного прикаспия по MODIS-данным. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 2. С .217-225
4. Gao B.-c. NDWI a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space.// Remote sensing of environment. 1996. Vol.58. №3. pp. 257-266
5. Thomas J. Jackson, Daoyi Chen et al. Vegetation water content mapping using Landsat data derived normalized difference water index for corn and soybeans // Remote Sensing of Environment 92 (2004). pp. 475–482

Линейная аппроксимация компланарных векторов в задачах дистанционного зондирования Земли

Ковальчук С.П.

*(Научный центр аэрокосмических исследований Земли
ИГН НАН Украины, st@casre.kiev.ua)*

Комплексное использование многоспектральной аэрокосмической съемки и наземных заверочных наблюдений находят все большее применение в современных информационных технологиях управления экологической безопасностью, природопользованием, действиями в чрезвычайных ситуациях.

В частности, многоспектральная аэрокосмическая съемка и наземные заверочные наблюдения широко применяются при проведении нефтегазопроисловых работ. Такой подход позволяет выделять участки земной поверхности с аномальной концентрацией углеводородов. Опережающие сейсморазведку, мало затратные работы проводятся Научным центром аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины не только на территории Украины, а и в России, Казахстане, Объединенных Арабских Эмиратах. Одной из задач, которую позволяет решать такой подход, есть задача уточнения внешнего контура нефтегазоносности для залежей углеводородов, которые характеризуются гетерогенным построением природных резервуаров (тектонические блоки, литофациальные изменения и т.п.) [1].

Геоинформационной основой для уточнения контура залежей углеводородов есть малые вариации оптического поля ландшафта, обусловленные физическими и геохимическими свойствами грунтов и растительности, что сформированы под влиянием залежи [2]. На рис. 1 приведен пример выделенных малых вариаций оптического поля заданного ландшафта.

Анализ вариации оптического поля в комплексе с дополнительными геолого-геофизическими данными позволяет решать задачи уточнения перспективных участков залежей углеводородов [3]. Такой подход реализуется в известной геоинформационной технологии уточнения границ залежей углеводородов на основе материалов аэрокосмической съемки и геолого-геофизических данных [4]. Примеры

аэрокосмической съемки и геолого-геофизических данных приведены на рис. 2 и 3 соответственно.



Рис. 1 Малые вариации оптического поля заданного ландшафта

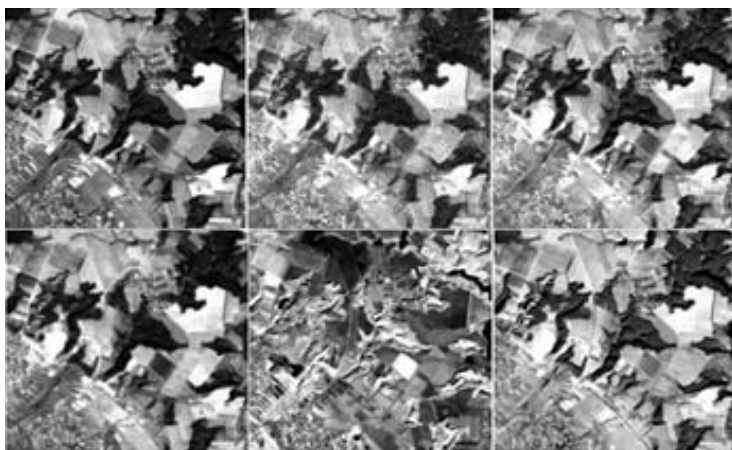


Рис. 2 Результат аэрокосмической съемки заданного участка

Одним из этапов этой технологии есть построение первичных границ залежей углеводородов на основе определенных (вычисленных) тонких спектральных градиентов – небольших изменений спектральных свойств в пределах однородных сегментов ландшафта, выявленных по результатам предварительной многомерной статистической сегментации

многоспектральных изображений [5]. Примеры первичных границ залежей углеводородов, построенных на основе тонких спектральных градиентов, приведены на рис. 4.



*Рис. 3 Пример геолого-геофизических данных
(области поиска выделены белым)*

Следует отметить однозначную пространственную ориентацию таких спектральных градиентов, которая определяется применением известных методов многомерной сегментации [6]. С учетом конечности размеров расположенных на плоскости однородных сегментов, можно рассматривать набор тонких спектральных градиентов на плоскости как систему компланарных векторов [7].

Известная геоинформационная технология уточнения границ залежей углеводородов [4] для построения первичных границ залежей углеводородов на основе тонких спектральных градиентов предполагает линейную аппроксимацию этих градиентов вдоль направлений их ориентации. Дальнейшее уточнение границ залежей углеводородов производится автоматизировано на основе первичных границ с учетом результатов полевого спектрометрирования [8] и предполагает пространственное изменение положения первичных границ (их сдвига, удаления, добавления) на плоскости с последующей линейной аппроксимацией их нового расположения.

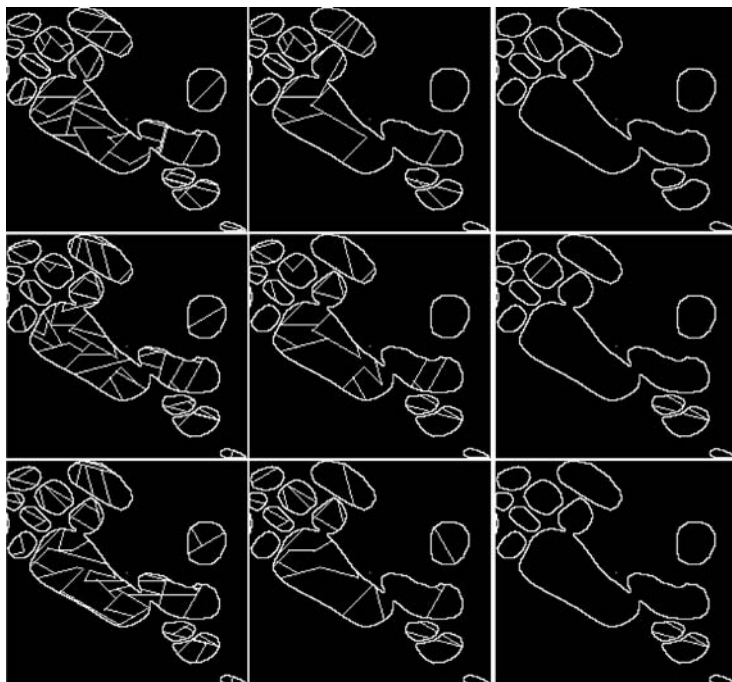


Рис. 4 Пример первичных границ залежей углеводородов

Таким образом, задача линейной аппроксимации системы компланарных векторов есть актуальной и практически востребованной. Естественными шагами к решению этой задачи есть постановка задачи, построение математических моделей, разработка методов решения и практическая реализация.

Следует заметить, что задача линейной аппроксимации компланарных векторов также имеет место в управлении экологической безопасностью, природопользованием, действиями в чрезвычайных ситуациях, что обусловлено практической необходимостью и развитием современных информационных технологий.

Литература

1. *Архипов А.И., Станкевич С.А., Титаренко О.В.* Определение границы контура залежи углеводородов по признаку статистической разделимости спектрограмм

- растительного покрова // Материалы Всероссийской конференции “Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы”.- М.: ИПНГ РАН, 2008.- С.33-36.
2. *Noomen M.F., Skidmore A.K., van der Meer F.D., Prins H.H.T.* Continuum removed band depth analysis for detecting the effects of natural gas, methane and ethane on maize reflectance // *Remote Sensing of Environment*, 2006.- Vol.105.- P.262-270.
 3. *Станкевич С.А., Титаренко О.В., Архипов А.И.* Методика картирования границ залежей углеводородов с использованием данных дистанционного зондирования // Тезисы докладов Международной научно-технической конференции “Аэрокосмические технологии в нефтегазовом комплексе”.- М.: РГУ НиГ им. И.М. Губкина, 2009.- С.164-165.
 4. *Попов М.А., Станкевич С.А., Ковальчук С.П., Єсипович В.М., Архипов О.І., Титаренко О.В., Каушал А.* Геоінформаційна технологія уточнення границь покладів вуглеводнів на основі матеріалів аерокосмічної зйомки та геолого-геофізичних даних // Збірник наукових праць 9 Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях”.- Рибаче: ІТГП НАН України, 2010.- С.81-89.
 5. *Станкевич С.А., Титаренко О.В.* Методика інтеграції дистанційних та геолого-геофізичних даних при пошуку нафти та газу // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, 2009.- Т.22(61).- № 1.- С.105-113.
 6. The PCI Geomatics ProSDK Technical Specifications.- http://www.pcigeomatics.com/solutions/pdf/ProSDK_Tech_Spec.pdf
 7. Выгодский М. Я. Справочник по высшей математике. М.: АСТ: Астрель, 2006. – 991с.
 8. 7Tou, Julius T. and Rafael C. Gonzalez. 1974. Pattern Recognition Principles. Addison-Wesley Publishing Co.

**Технології розробки ЦМР за даними ДЗЗ
з використанням векторної комп'ютерної графіки**
** Андрєєв С. М., ** Жилін В. А., *** Радчук В. В., *** Радчук І. В.
(Національний аерокосмічний університет
ім. М. Е. Жуковського (ХАІ);
** Українська інженерно-педагогічна академія;
*** Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору НАН України)*

З початку ХХІ століття тенденції розвитку систем дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) цивільного та військового призначення [1,2] характеризуються тотальним переходом до цифрових засобів отримання і накопичення геоінформаційних даних.

В роботі [3] показано актуальність і наявність для України технічної можливості перенесення інформації з паперових та галогенідосрібних носіїв на прозорих та непрозорих основах до носіїв цифрових, безпосередньо сумісних з комп'ютерними системами.

При цьому цифрове сканування для перенесення інформації з галогенідосрібних носіїв на прозорих та непрозорих основах (тобто вже з готових існуючих аерофільмів та фотосхем) до цифрових носіїв забезпечує фінансову економію (у порівнянні з позитивним галогенідосрібним процесом і монтажем фотосхем) щонайменш у 2,2 рази [4].

Слід також враховувати те, що затрати на апаратне та програмне забезпечення є разовими і не потребують щоденного фінансування (на відміну від фотохімічних технологій). Значна модернізація ЕОМ та сканера може знадобитись лише через суттєве фізичне зношення чи моральне старіння.

Порівняння даних, наведених в [4], у порівнянні із даними, наведеними в [5], вочевидь доводить, що рівень похибки відтворення детальності іконічних зображень цілком прийнятний для рішення задач виявлення, розпізнавання та аналізу стану об'єктів дистанційного зондування Землі.

Не менш важливими під час сканування з аналогових носіїв зображення аерофотоландшафту є питання відтворення динамічного діапазону оптичної щільності, що за фізичним

змістом відповідає відтворенню фотографічної широти зображення об'єкту фотозйомки, корисного інтервалу експозицій, коефіцієнту контрастності (гамми), оптичної щільності фотографічної вуалі, а також інтегральної світлочутливості і спектральної чутливості, — тобто відтворенню при скануванні сенситометричних параметрів фотозображення на галогенідосрібному носії.

Не менш важливими під час сканування з аналогових носіїв зображення аерофотоландшафту є питання відтворення динамічного діапазону оптичної щільності, що за фізичним змістом відповідає відтворенню фотографічної широти зображення об'єкту фотозйомки, корисного інтервалу експозицій, коефіцієнту контрастності (гамми), оптичної щільності фотографічної вуалі, а також інтегральної світлочутливості і спектральної чутливості, — тобто відтворенню при скануванні сенситометричних параметрів фотозображення на галогенідосрібному носії.

Для вимірювання оптичної щільності полів сканованої сенситограми, що відтворюється безпосередньо на екрані монітору, можливе використання неспеціалізованих для задач сенситометрії програмних пакетів, які, тим не менш, здатні зіставити оптичну щільність електронного зображення нейтрально-сірого (або хроматичного) поля на екрані із певним числовим значенням. Прикладом такого роду програмних продуктів є широко розповсюджений, доступний ("is in the public domain") і, що важливо, достатньо апробований програмний пакет ImageJ, розроблений Wayne Rasband, National Institutes of Health, USA, і реалізований алгоритмічною мовою Java 1.3.1_13. Даний пакет цілком придатний для аналізу оптичної щільності полів сенситограм. Програма ImageJ (принаймні, починаючи з версії 1.34c) здатна ставити у відповідність градації оптичної щільності зображення на екрані монітора градацію з натуральних чисел від 0 до 256. При цьому 1мм плівочного зображення поля сенситограми відповідають "за замовчуванням" 10 пікселів екранного зображення у програмі ImageJ (рис. 1).

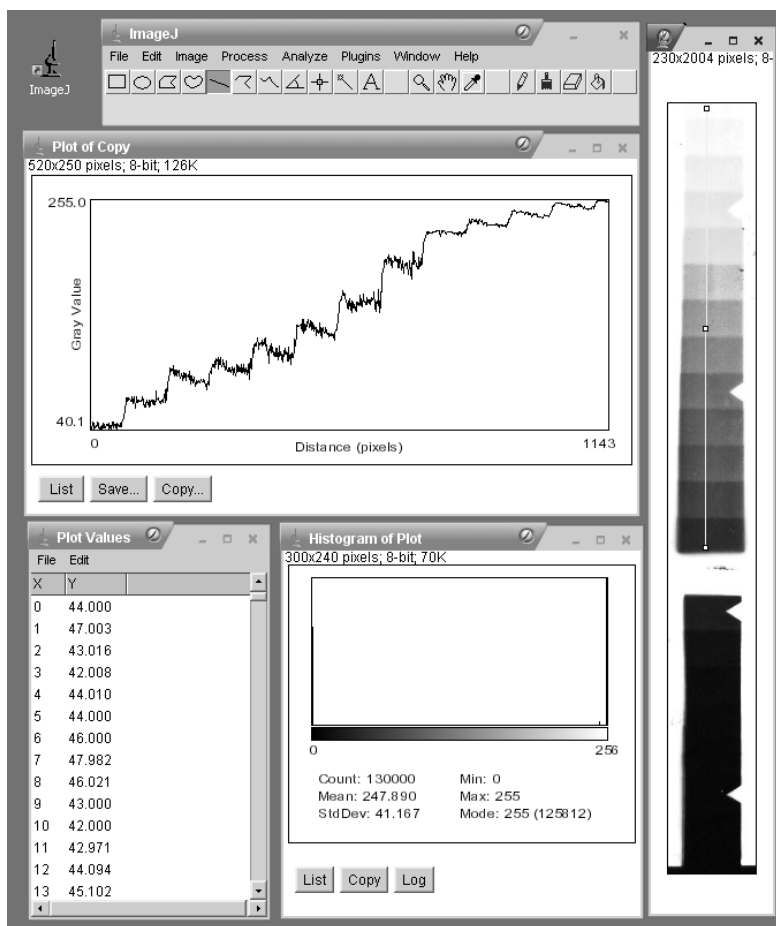


Рис. 1. Видяг вікон інтерфейсу програми ImageJ під час визначення градації оптичної щільності сенситограми (усіх полів одночасно).

Використовуючи отриманий набір значень калібрувальних коефіцієнтів, можна визначати за допомогою пакетів ImageJ і MatLAB сенситометричні параметри сканованих аерофільмів для визначення втрат, що відбуваються під час сканування, стосовно динамічного діапазону оптичної щільності, гамми, фотографічної широти та корисного інтервалу експозицій, інтегральної світлочутливості і спектральної чутливості, а

також впливу оптичної щільності фотографічної вуалі на якість сканованого зображення.

Ще однією, нібито вирішеною за рахунок комп'ютерних технологій, задачею є створення цифрових моделей та засобів картографічного документування геофізичних сфер Землі.

Стосовно відтворення рельєфу поверхні Землі проведена ретельна робота фахівців, зазначена в [6,7].

Для загальності підходу щодо аналізу можливості використання СКМ MATLAB для вирішення задачі створення цифрової моделі рельєфу (ЦМР) із достатньою точністю відповідних апроксимаційних процедур пропонується розглянути найпростіший набір даних значень висот точок у залежності від планового їх положення (рис. 2):

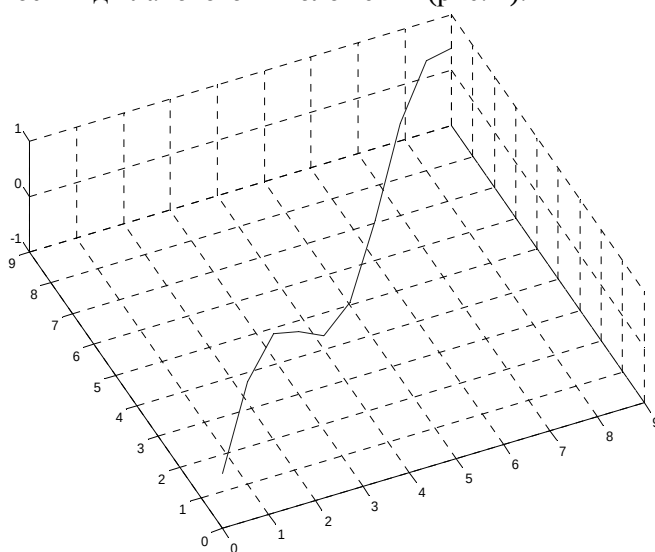


Рис. 2. Модель просторової лінії, що відтворює функцію $Z=\sin(X,Y)$ засобами СКМ MATLAB.

```
>> X=[0,1,2,3,4,5,6,7,8,9]; Y=[0,1,2,3,4,5,6,7,8,9];
>> Z=sin(X); plot3(X,Y,Z)
>> grid on
>> Q=sqrt(X.^2+Y.^2)
Q = 0    1.4142    2.8284    4.2426    5.6569    7.0711    8.4853    9.8995
    11.3137    12.7279
```

```
>> plot(Q,Z,'O'); grid on
```

Зрозуміло, що таким чином можна будувати будь-яку растрову просторову лінію, яка може складати елемент ЦМР.

При цьому, враховуючи орієнтованість СКМ MATLAB на матричні математичні операції, вочевидь не є трудомісткою перебудова наведеного програмного коду таким чином, що кожна точка в моделі лінії рельєфу може бути задана не константою, а функцією, яка відображує певну поведінку у часі і передбачає можливість застосування прогностичних моделей.

Повертаючись до питання апроксимації, що зменшать похибки в ЦМР, викликані дискретністю картографічних або супутникових даних щодо рівнів висот рельєфу, слід зазначити таке. Згідно підходу, що пропонується, слід апроксимувати кожний з елементарних сегментів (кожну просторову лінію) ЦМР. Отже, наведений нижче програмний код СКМ MATLAB містить обчислення проекції розгляданої просторової лінії (рис. 2) на площину, над якою відтворюються координати точок, відповідних величинам висот рельєфу, що моделюється саме цією певною просторовою лінією:

```
>> X=[0,1,2,3,4,5,6,7,8,9]; Y=[0,1,2,3,4,5,6,7,8,9];
>> Z=sin(X)
Z = 0    0.8415    0.9093    0.1411   -0.7568   -0.9589   -0.2794    0.6570
    0.9894    0.4121
>> plot3(X,Y,Z)
>> grid on
>> Q=sqrt(X.^2+Y.^2)
Q = 0    1.4142    2.8284    4.2426    5.6569    7.0711    8.4853    9.8995
    11.3137   12.7279
>> plot(Q,Z,'O')
>> grid on
```

Таким чином, отримуючи два вектори значень для кожної просторової лінії (власно вектор значень висот та вектор проекції просторової лінії на площину, над якою будується ця просторова лінія), маємо змогу виконати апроксимаційні процедури засобами СКМ MATLAB (рис. 3). Це дозволяє одержати аналітичне співвідношення, відповідне інтерполяційному поліному, котрий буде використовуватись в подальшому моделюванні, а також отримати

середньоквадратичну оцінку похибки апроксимаційного наближення (рис. 4).

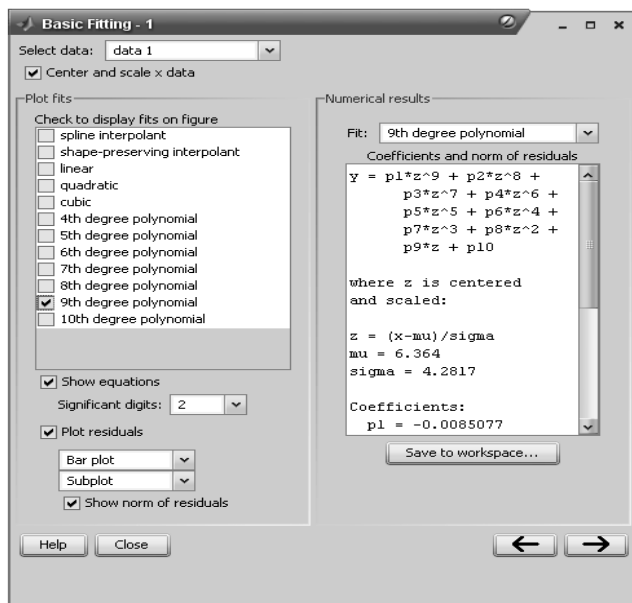


Рис. 3. Вікно Basic Fitting оболонки Figure CKM MATLAB під час рішення апроксимаційних задач.

В цілому програмний код СКМ MATLAB алгоритму апроксимації функції просторової лінії висот рельєфу, що є елементом ЦМР, має достатньо простий вигляд:

```
>> X=[1:9]; Y=[1:9]; Z=sin(X);
>> Q=sqrt(X.^2+Y.^2)
Q =
    1.4142    2.8284    4.2426    5.6569    7.0711    8.4853    9.8995   11.3137
12.7279
>> plot(Q,Z,'O')
>> grid on
>> QQ=(Q-6.4)/4.3
QQ =
   -1.1595   -0.8306   -0.5017   -0.1728    0.1561    0.4849    0.8138
    1.1427    1.4716
>> ZZ=-0.0085.*QQ.^9-0.11.*QQ.^8+0.092.*QQ.^7+0.96.*QQ.^6-
0.44.*QQ.^5-3.4.*QQ.^4+0.97.*QQ.^3+4.5.*QQ.^2-0.64.*QQ.-0.98
```

ZZ =

0.8231 0.9228 0.1640 -0.7429 -0.9686 -0.3086 0.6321 0.9809
0.3631

```
>> plot3(X,Y,Z,X,Y,ZZ)
```

```
>> grid on
```

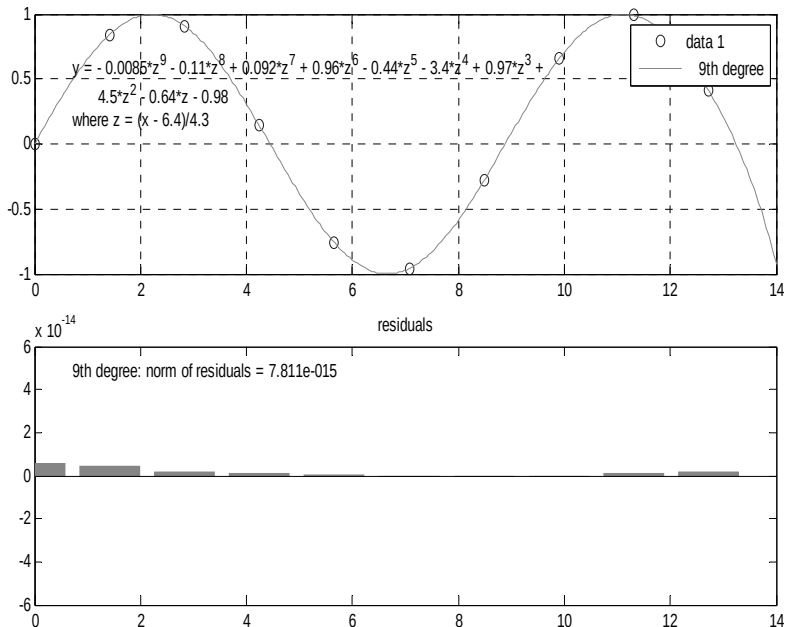


Рис. 4. Аналітичне та графічне відображення результатів і середньоквадратичної похибки апроксимації заданої функції в оболонці СКМ MATLAB.

Графічний результат обчислень представлено на рис.5.

Отже, маємо аналітичне наближення таблично заданої функції просторової лінії, що є елементом ЦМР. Тепер, скорочуючи крок дискретизації поліноміальної моделі просторової лінії ЦМР, можемо отримати більш згладжене наближення (рис. 6):

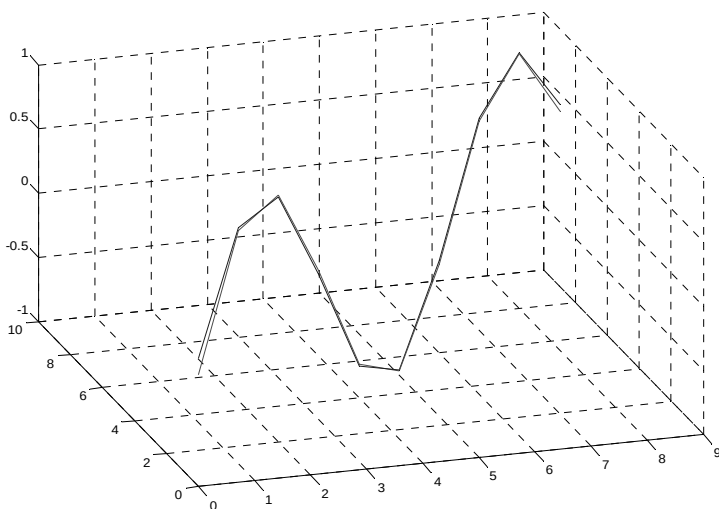


Рис. 5. Графічне зображення таблично заданої функції висот рельєфу та її апроксимаційного наближення поліномом 9-го ступеня в оболонці СКМ MATLAB.

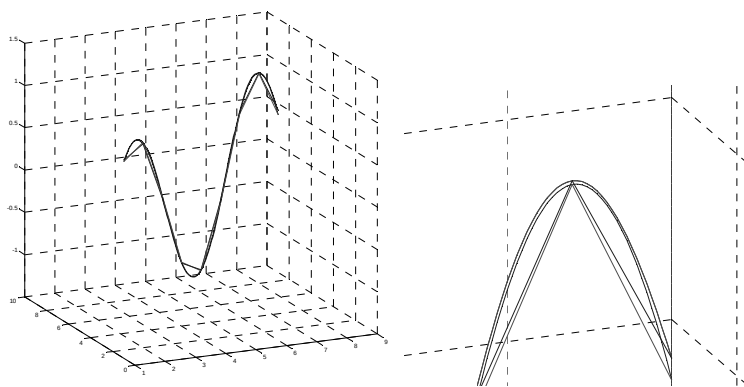


Рис. 6. Графічне зображення таблично заданої функції висот рельєфу та її апроксимаційного наближення поліномом 9-го ступеня, згладжене за рахунок зменшення кроку дискретизації апроксимуючої функції.

```
>> XNEW=[1:0.05:9]; YNEW=[1:0.05:9];
>> ZZNEW=sin(XNEW);
```

```
>> QNEW=sqrt(XNEW.^2+YNEW.^2);
>> plot(QNEW, ZZNEW,'O')
>> grid on
>> QQNEW=(QNEW-6.4)/4.3;
>> ZZNEW=-0.0085.*QQNEW.^9-
0.11.*QQNEW.^8+0.092.*QQNEW.^7+0.96.*QQNEW.^6-
0.44.*QQNEW.^5-
3.4.*QQNEW.^4+0.97.*QQNEW.^3+4.5.*QQNEW.^2-0.64.*QQNEW-
0.98
>> hold on; plot3(XNEW,YNEW,ZZNEW)
```

Отже, визначено підхід отримання засобами СКМ MATLAB аналітичних виразів функцій, апроксимуючих таблично задані просторові лінії, що є елементами ЦМР і можуть бути отриманими за даними топографічних карт або дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Таким чином, окреслено напрям розробки ЦМР за даними ДЗЗ з використанням векторної комп'ютерної графіки, створеної за рахунок ресурсів СКМ MATLAB.

Література

1. Андреев С.М., Бутенко О.С., Фролов В.Я., Чорний С.В. Принципи побудови космічних систем отримання геоінформації. Навчальний посібник. Харків: ХУ ПС, 2007, 233 с.
2. Nicoll Jeff. Turkish data analysis summary // Совещание международной рабочей группы по аппаратуре наблюдения IWGS (Informal Working Group of Sensors), http://www.osce.org/oscedel/iwgs/September_2005_pdf, – Ескешехір, Туреччина, –2005.–Р.1-24.
3. Андреев С.М., Жилін В.А., Трохимчук С.М. Особливості застосування сучасних пристроїв сканування для перенесення геоінформації з галогенідосрібних носіїв на цифрові. Екологія і ресурси: Зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. –К: ПІНБ, 2008.
4. Андреев С.М., Жилін В.А. Особливості застосування сучасних пристроїв сканування для перенесення геоінформації з галогенідосрібних носіїв на цифрові. Системи управління, навігації та зв'язку. К.: Центральний

науково-дослідний інститут навігації і управління, 2008. – Вип. 3(7). – 168 с. – С. 41-48.

5. Ребрин Ю.К., Станкевич С.А., Мосов С.П. Методы количественной оценки эффективности средств аэрокосмической разведки. – К.: Киевский институт Военно – Воздушных Сил, 1997. – 260 с.
6. Lukin V.V., Ponomarenko N.N., Kurekin A.A., Zelensky A.A., Astola J.T., Koivisto P.T., Saarinen K.P. Nonlinear Algorithms for Isogram Extraction from Topographics Maps// Proceedings of Nonlinear Image Processing IX, SPIE Vol. 3304, pp.47-58, San Jose, CA, USA, Jan. 1998.
7. Пономаренко Н.Н., Лукин В.В., Зеленский А.А., Итеративная процедура построения цифровой модели рельефа по карте изолиний с использованием косинусного преобразования и гистограммной фильтрации // Сб. научн. ст. “Авіаційно-космічна техніка і технологія”. - Харьков: ХАИ, вып. 20, - 2000. - С. 5-12.

Особливості спільного використання даних NOAA (AVHRR) та Січ-2 для моніторингу пожеж.

Вишняков В.Ю., Ткачук П.А.

(Центр прийому і обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля; wishnya_dzz@mail.ru)

Аналіз відповідності температурних аномалій, виявлених за даними NOAA (AVHRR), фактичним пожежам за даними МНС України за пожежонебезпечний період 2011 року дав результат 13% [1]. Відомо, що малий відсоток вірогідності визначення пожеж за даними ДЗЗ є наслідком великої кількості помилкових тривог, але й суттєвим є метод визначення температурних аномалій. Для покращення вірогідності визначення пожеж авторами розроблено алгоритми та методи використання даних ДЗЗ низької та високої просторової розподільчої здатності, для взаємного покращення методів дешифрування та доповнення один одного.

В якості вхідних даних використовувалися знімки з національного КА Січ-2 та NOAA. Технічні характеристики представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

КА/Пристрій	NOAA/AVHRR	Січ – 2/БСП
Смуга огляду, км.	3000	46,6
Радіометричне розрізнення, біт	10	12
Просторове розрізнення, м	1100	7,8
Кількість спектральних каналів в ІЧ діапазоні	NIR-1 SWIR-1 TIR-2	NIR-1 SWIR-1

Для покращення вірогідності визначення пожеж було проведено аналіз джерел помилкових температурних аномалій, існуючих методів та алгоритмів по визначенню температурних аномалій по даним NOAA та точності географічної прив'язки знімків для визначення місць температурних аномалій (пожеж).

Основними джерелами з відбиванням енергії сонячного випромінювання кромками хмар (найбільше число помилкових тривог), водною поверхнею, піском, відкритими гірськими породами, асфальтовими покриттями і бетонними спорудами.

На сьогоднішній день для визначення температурних аномалій найбільше використовуються алгоритми Кауфмана (1991 рік), Франса (1993 рік) та Кэннеді (1994 рік). В аналізі також розглядався метод, що був розроблений фахівцями Центру.

Використання програми «HRPT Reader» для уточнення географічної прив'язки по береговій смузі Азово-Чорноморського басейну з точністю 1 км, призводить до помилки на північній частині України до 8-10 км. Що не дає необхідного точного з'ясування місця події.

Для визначення можливості уточнення температурних аномалій було проведено відбір одночасових космічних знімків з наявними температурними аномаліями в архіві даних ДКАУ <http://archive.dzz.gov.ua>.

Розроблено алгоритми підготовки цих даних.

1. Оброблення даних AVHRR (NOAA):
 - нормалізація даних;
 - уточнення географічної прив'язки;

- визначення температурних аномалій з застосуванням алгоритмів Кауфмана, Кеннеді, Франса та авторського;
 - формування географічних даних виявлених температурних аномалій;
 - формування векторного шару хмарності на знімку;
 - формування зображення - «підкладки» знімку.
2. Оброблення даних БСП (Січ-2):
- усунення міжканального зсуву зображень (відносний зсув каналів G та R складає від 1 до 5 пікселів, PAN та G - 150 пікселів по стовпцях та біля 1200 по строках);
 - географічна прив'язка та орторектифікація даних з врахуванням рельєфу місцевості отриманого зображення та даних SMIR;
 - атмосферна корекція зображення;
 - визначення температурних аномалій за даними SMIR;
 - визначення аномальних ділянок з наявними димовими шлейфами;
 - формування географічно - інформаційних даних виявлених пожеж;
 - формування векторного шару хмарності на знімку;
 - формування зображення - «підкладки» знімку.
3. Відносна просторова корекція отриманої інформації з врахуванням похибки прив'язки.
4. Створення ГІС просторових даних та їх порівняльний аналіз в середовищі ArcGIS.

В результаті проведення аналізу було отримано результати, представлені в таблиці 2 та Рис. 1.

Таблиця 2

Методи	Взагалі	з водою 1 м	з димом	хибні	відсоток
Kaufmana	62	26	10	26	27,77778
Kennedi	51	22	7	22	24,13793
Fransa	48	20	7	21	25
Nash	51	22	7	22	24,13793

В обраному випадку пріоритетним виявився метод Кауфмана, який дозволив визначити найбільшу кількість температурних аномалій, з яких пожежами виявилися більший

відсоток у порівнянні з іншими методами. В той самий час хибні пожежі також присутні та їх чимало.

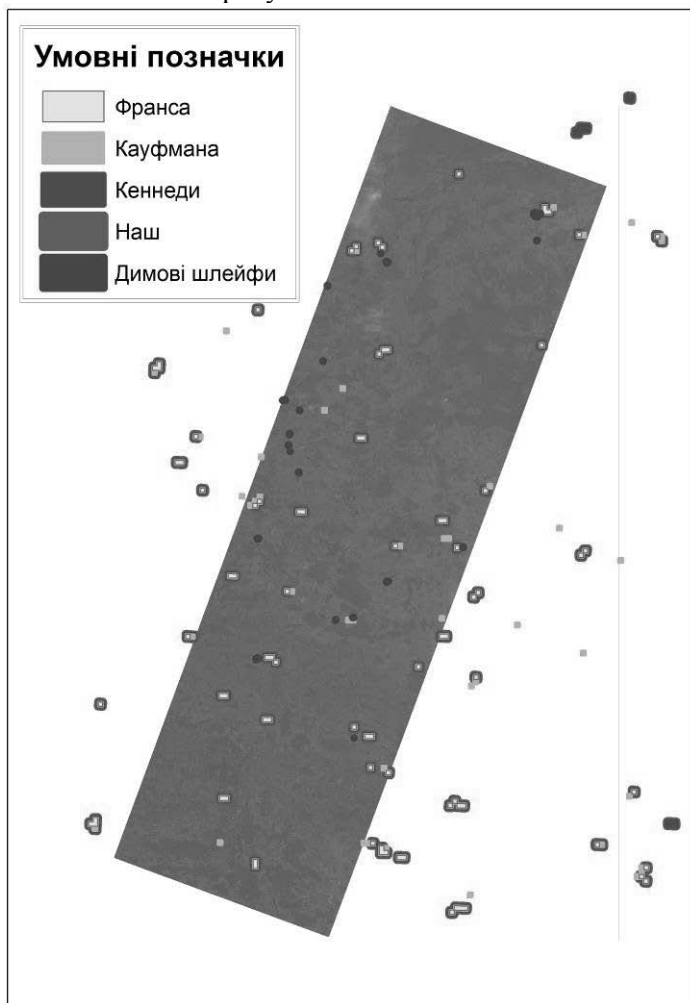


Рис. 1 Температурні аномалії визначені різноманітними методами у порівнянні з аномаліями, визначеними за даними Січ-2.



Рис. 2 Димові шлейфи основна ознака визначення пожеж за даними ДЗЗ.

Кінцевим інформаційним продуктом, що має надаватися користувачу є тематична карта визначених пожеж Рис. 3.

Використання знімків більш високої розподільчої здатності дозволили:

- уточнити точність географічного визначення пожеж;
- видалити помилкові температурні аномалії;
- оцінити площадні показники пожеж.

В результаті дослідження доведено можливість та доцільність використання даних Січ-2 для уточнення визначення пожеж по температурних аномаліях, що отримуються з даних NOAA чи будь яких інших пристроїв низького розрізнення.

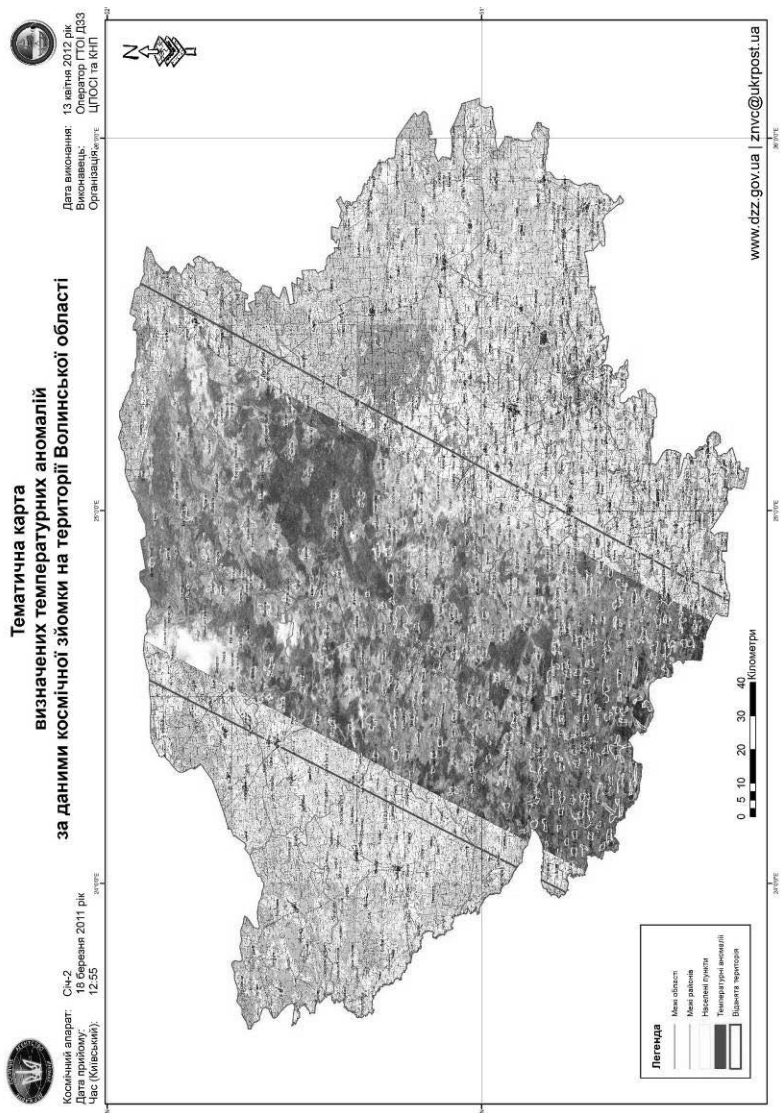


Рис. 3 Тематична карта

ЛІТЕРАТУРА:

1. Звіт за результатами аналізу відповідності температурних аномалій, виявлених за даними NOAA (AVHRR), фактичним пожежам за даними МНС України за пожежонебезпечний період 2011. ЦПОСІ та КНП, 2011. 10.

2. Дубровский В., Пархисенко Я.В. Космический мониторинг лесных пожаров по снимкам NOAA в УЦМЗР. Космічна наука і технологія, т.8, №2-3, 2002, с.246-248.

3. <http://www.rfimnr.ru/infosystems/monitoring-of-fires.html> . Автоматизированная система оперативного дистанционного распознавания вероятных очагов пожаров и пожароопасных ситуаций на особо охраняемых природных территориях федерального значения.

4. http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=25&table=news . Мониторинг пожаров и их последствий с помощью ДЗЗ.

Космічний моніторинг екологічного стану озера Нобель

**Радчук І.В., *Клименко В.І., *Крета Д.Л., *Новохацька Н.А.,
*Охарєв В.О., **Вишняков В.Ю.*

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, itelua@kv.ukrtel.net; ** Центр прийому та обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля, wishnya_dzz@mail.ru)*

Екологічна ситуація в українській частині Західного Полісся все більше потребує уваги фахівців з екологічної безпеки, природокористування та охорони навколишнього середовища. Техногенне навантаження на цих територіях формується в основному за рахунок радіаційного забруднення викидами ЧАЕС, нераціональним використанням лісових ресурсів, процесів меліорації, видобутку корисних копалин. Все це призводить до небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій на територіях, які нещодавно вважались екологічно стійкими. На відміну від Шацького поозер'я, стан якого досліджувався і досліджується сьогодні рядом фахівців, недостатньо уваги приділяється техногенному навантаженню системи озер в районі НПП «Прип'ять – Стохід», де найбільшим є оз. Нобель.

Метою досліджень, які проводилися Інститутом телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН

України в серпні 2012р., було визначення ключових проблем функціонування екосистеми оз. Нобель, шляхом застосування комплексу контактних та дистанційних методів моніторингу.

Аналіз попередніх досліджень [1] та даних Державної системи моніторингу навколишнього природного середовища [2] визначив особливості лімнологічної системи оз. Нобель. Основними складовими системи є озера Нобель та Засвітське, що знаходяться в Зарічненському районі на півночі Рівненської області. На відміну від Шацьких озер, які знаходяться на головному європейському вододілі, ці озера знаходяться в заплаві річкової системи Прип'яті та Стоходу і їх режим тісно пов'язаний з режимом даних річок, тобто живлення твориться за рахунок водообміну з річкою. Озеро Нобель має площу водного дзеркала 5,07 км² (за результатами обробки космознімків станом на 2008р.) та є проточним – річка Прип'ять впадає в нього з півночі і виходить зі східного боку. Пряме антропогенне навантаження на озеро є невисоким, оскільки в радіусі 30 кілометрів знаходяться лише сільські поселення, а сільськогосподарська, рибогосподарська діяльності та водозабір не носять інтенсивного характеру.

Для оцінки техногенного навантаження на лімнологічну систему оз. Нобель використовувались космічні знімки з відкритих джерел – зокрема, знімки високої роздільної здатності Spot, GeoEye та DigitalGlobe (оптичний діапазон). Поєднання знімків представлено на рис. 1. де можна побачити розташування озер Нобель та Засвітське, а також заплаву р. Прип'ять.

Специфіка техногенного забруднення системи досліджувалась по космічних знімках різних спектральних діапазонів. Ареали техногенного забруднення встановлювались за допомогою виявлення температурних аномалій. На рис. 2 зображено територію лімнологічної системи, синтезована у ближньому інфрачервоному, середньому інфрачервоному і панхроматичному діапазонах. Таке поєднання спектральних каналів візуалізує температурний стан підстилаючої поверхні досліджуваної ділянки [3].



Рис. 1 Нобельська лімнологічна система



Рис. 2 Синтезоване зображення території навколо озера Нобель

Крім аналізу даних дистанційного зондування Землі, застосовувались контактні методи вимірювання, що дозволили визначити основні параметри якості води в озері Нобель. Результати вимірів представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати вимірів гідрохімічних характеристик озера Нобель, станом на 11.08.2012

№	Координат и пункту	Швидкість течі, км/год	Глибина, м	Прозорість, м	Показники поверхні водоймища				
					Температура води, С°	Вміст NaCl, мг/л	Показник рН	Електропро- відність, мкС/см	
1	51° 51' 29'' 25° 46' 16''	0,075	5,4	1,2	22,5	379	4,40	162	
2	51° 51' 50'' 25° 45' 59''	0,075	0,4	0,4	21,9	390	3,93	187	
3	51° 51' 45'' 25° 47' 41''	0,075	1,3	1,0	22,3	395	4,18	175	
4	51° 51' 47'' 25° 47' 24''	0,076	2,1	1,4	22,1	384	3,98	177	
.....									
25	51° 51' 54'' 25° 46' 12''	0,078	2,7	1,2	22,4	380	4,23	161	

В розрізі експедиційних досліджень проведено зйомку глибин озер Нобель та Засвітське, гідролакаційним пристроєм Lawrence LMS-527.

Геоінформаційними інструментами програмного комплексу ArcGIS 9.3 від ESRI, побудована векторна карта глибин досліджуваних озер. На рис. 3 зображено вікно програми ArcMap із GRID моделлю карти глибин.

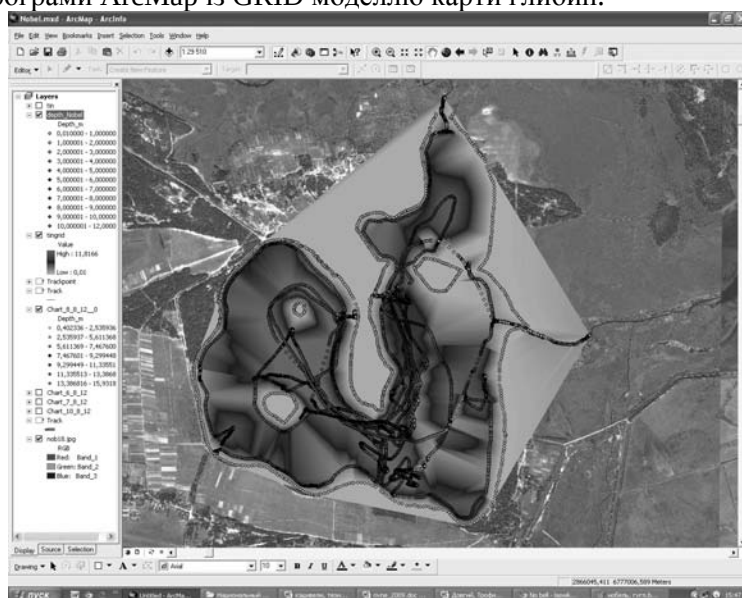


Рис. 3 Карта глибин озера Нобель

За результатами дослідження зроблено аналіз техногенного напруження на екосистему оз. Нобель, розпочато проведення робіт, щодо визначення гідрохімічних показників якості водних об'єктів та підготовлено електронну версію макету моделі рельєфу дна для побудови карти глибин. Зроблено висновок про доцільність застосування актуальних технологій дистанційного зондування Землі з космосу та геоінформаційних систем в дослідженні техногенного навантаження на лімнологічні системи та про необхідність продовження досліджень екосистеми озера Нобель в подальшому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Географічна енциклопедія України, т. 2. За ред. О.М. Маринина // Київ, 1989. – 480 с.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області // Рівне, 2010. – 222 с.
3. Красовський Г.Я. Космічний моніторинг безпеки водних екосистем із застосуванням геоінформаційних технологій.// Київ, 2008. - 78 с.

Використання ГІС для інформаційного забезпечення моніторингу геохімічного стану ландшафтів

Люта Н.Г., Саніна І.В.

*(Український державний геологорозвідувальний інститут
(УкрДГРІ); nlyuta@ukr.net*

Згідно з Положенням про державну систему моніторингу довкілля, створення та функціонування цієї системи базується на принципах об'єктивності екологічної інформації, своєчасності її отримання і оперативності передачі для прийняття управлінських рішень.

Інформаційно-аналітична підтримка прийняття управлінських рішень з питань, що стосуються геохімічного стану ландшафтів (ГХСЛ), забезпечується шляхом послідовного вирішення наступних основних задач:

- створення баз даних інформації, що стосується ГХСЛ, накопиченої в процесі попередніх геохімічних і еколого-геохімічних досліджень, з урахуванням необхідності її обробки та всебічного аналізу;

- науково обґрунтований вибір розміщення спостережних полігонів на основі урахування комплексу природно-техногенних умов і чинників;

- забезпечення ведення моніторингу, визначення і періодичне коригування контрольованих показників, періодичності спостережень і т.п. з урахуванням конкретних природно-техногенних умов;

- оперативна обробка отриманої інформації, підготовка експертних висновків для прийняття оптимальних управлінських рішень.

Рівень надійності оцінки параметрів ландшафтів визначається повнотою і достовірністю даних про природно-техногенні умови. Це обумовлює необхідність створення комплексної системи збору, накопичення, обробки та використання інформації, що характеризує ГХСЛ, його зміни в просторово-часових координатах, і дозволяє визначати взаємозв'язки компонентів ландшафтів.

ГХСЛ визначається великою кількістю природних і техногенних умов і чинників, які слід урахувати під час організації та ведення моніторингу. Наразі накопичені значні об'єми інформації, що характеризують ГХСЛ, отримані в результаті як спеціалізованих еколого-геохімічних досліджень, так і геологознімальних і пошукових робіт. Для обробки значних обсягів інформації, в ПС була створена проблемно-орієнтована база даних «Геохімічний стан ландшафтів». В узагальненому вигляді джерела й інформаційні складові бази даних представлені на рис.1.



Рисунок 1 - Джерела та складові частини бази даних «Геохімічний стан ландшафтів»

Всі складові частини бази взаємодіють одна з одною. Такий принцип побудови структури дозволяє максимально ефективно використовувати всі наявні джерела інформації і

створювати, можливо не надто однорідну, але максимально інформативну базу даних. Увесь обсяг інформації бази можна поділити на 4 основних блоки:

інформація про еколого-геохімічну вивченість (містить дані щодо 300 звітів);

інформація про природні умови, що визначають ГХСЛ (складається з електронних карт – ландшафтно-геохімічної, зони аерації, перших від поверхні водоносних горизонтів тощо з атрибутивними частинами);

інформація про техногенні чинники, що впливають на ГХСЛ (містить дані щодо функціонального призначення територій, розміщення і характеристик об'єктів техногенного впливу);

дані про вміст хімічних елементів і сполук у компонентах ландшафтів (містить результати аналізів ґрунтів, донних відкладів, природних вод, рослинності).

Окремим блоком є нормативно-методичні документи, що містять критерії оцінки ГХСЛ.

Вибір спостережних полігонів є однією з найважливіших задач моніторингу ГХСЛ. Оскільки йдеться про моніторинг державного рівня, то просторове розміщення полігонів повинне пропорційно характеризувати все розмаїття природно-техногенних умов України - як типові природні ландшафти, так і особливості природокористування в їх межах, і забезпечувати інформацією щодо територій з різним геохімічним станом ландшафтів – від фонового до найбільш неблагополучного. Для вибору полігонів був застосований структурно-типологічний підхід, який ґрунтується на урахуванні комплексу природних і техногенних умов території. При цьому було враховано: функціональне використання територій, панівні різновиди ґрунтів, потужність та літологічний склад порід зони аерації; найбільш поширені перші від поверхні водоносні горизонти з урахуванням хімічного складу води. Вибір полігонів був виконаний шляхом накладання відповідних інформаційних шарів у ГІС. Запропоновані полігони поділяються на 3 основні типи:

- фонові полігони, що характеризують території з мінімальним техногенним навантаженням;

- полігони, що характеризують найбільш типові природно-техногенні умови;
- полігони, що характеризують території з критичним ГХСЛ.

Для перших двох типів відносно незначний за площею полігон для спостережень за геохімічним станом ландшафтів повинен характеризувати територію, яка значно перевищує його власні розміри. Це необхідно для того, щоб отримані на полігонах результати дослідники могли обґрунтовано екстраполювати на подібні за комплексом природно-техногенних ландшафтно-геохімічних умов території.

При розміщенні також слід враховувати:

- охоплення полігоном елементарних ландшафтів – від елювіальних до аквальних;
- можливість спільного (в одному спостережному пункті або на незначній відстані) опробування максимальної кількості компонентів ландшафтів;
- можливість поєднання з діючими полігонами моніторингу екологічного стану компонентів довкілля (передусім, підземних вод);
- особливості надходження забруднень у ландшафти та їх міграції;
- існуючу інфраструктуру, доступність і зручність для виконавців робіт.

На основі зіставлення часових рядів, що характеризують мінливість характеристик у часі, виконується періодичне коригування контрольованих показників, періодичність спостережень і т.п. з урахуванням конкретних природно-техногенних умов.

Оперативна обробка отриманої інформації, підготовка експертних висновків для прийняття оптимальних управлінських рішень забезпечується як шляхом використання стандартних засобів ГІС, так і із застосуванням спеціально створених інтегрованих в ГІС програмних модулів, які дозволяють автоматизувати розрахунки статистичних параметрів.

Таким чином, створення баз даних просторово впорядкованої інформації в ГІС дозволяє вирішувати всі

питання, що виникають в процесі організації і ведення моніторингу геохімічного стану ландшафтів.

**Оцінка загроз екологічній безпеці головних
життєзабезпечуючих систем з використанням
геоінформаційних технологій**

Іванюта С.П.

*(Національний інститут стратегічних досліджень,
ivanyuta@niss.gov.ua)*

Сприятливе географічне розташування України по відношенню до інших країн Європи зумовило спорудження і розвиток на її території низки головних регіональних життєзабезпечуючих систем (ГРЖС), до складу яких відносяться просторово розвинуті мережі залізничних колій, магістральних газопроводів, електромереж та автошляхів, значна частина яких в умовах глобалізаційних процесів трансформується у міжнародні транспортні коридори (МТК).

Враховуючи високий рівень інтеграції цих ГРЖС до європейських аналогічних систем сполучення і транспортування, можна стверджувати, що їхнє безпечне функціонування стратегічно важливе для авторитету нашої країни та її національної безпеки, оскільки виникнення будь-яких інженерно-технічних або екологічних проблем під час експлуатації зазначених систем відчуватиметься і за межами території України.

Саме тому всебічна підтримка ефективного функціонування ГРЖС потребує постійної уваги з боку державних органів виконавчої влади та забезпечення відповідного рівня фінансування заходів щодо моніторингу їхнього інженерно-технічного та екологічного стану, яке у зв'язку з фінансово-економічною кризою є недостатнім. Треба також ураховувати, що значна частина інженерно-технологічного комплексу цих систем була побудована багато років тому за технічними вимогами, що нині внаслідок довгострокового впливу природних і техногенних чинників уже не відповідають проектним параметрам і з цієї причини потребує невідкладної реконструкції та ремонту. Крім того, за останнє десятиріччя збільшився вплив гідрометеорологічних

чинників (потепління, підвищення опадів, частоти і висоти повеней тощо), які зумовлені глобальними змінами клімату [1-4].

Погіршення умов експлуатації ГРЖС внаслідок старіння інженерних складових і погіршення геотехнічних параметрів (хімічна суфозія, електрохімічна корозія та ін.) може прискорити процес руйнування їхніх відповідальних конструктивних елементів і значно підвищити ризик виникнення НС у межах природно-техногенних геосистем (ПТГС) «техногенні об'єкти ГРЖС – зона змін навколишнього середовища».

Вказані чинники суттєво посилюються тим, що протягом останніх років на території України відбувається регіональна активізація небезпечних екзогенних геологічних процесів (НЕГП – підтоплення, просадкові, зсувні та карстові процеси), що в цілому зумовлює збільшення інженерно-геологічних загроз за їхнім складом та інтенсивністю розвитку. При цьому найбільшу небезпеку для життєдіяльності населення і господарських об'єктів при випереджаючому розвитку регіонального підтоплення земель становлять зниження міцності і просідання лесових ґрунтів, формування техногенних водоносних горизонтів в промислово-міських агломераціях, активізація карстово-суфозійних процесів.

Загроза від цих процесів значно зростає у місцях дислокації потенційно небезпечних об'єктів, які відрізняються підвищеною чутливістю до зниження інженерно-геологічної стійкості техногенно-геологічних систем (ТГС) «техногенний об'єкт-геологічне середовище» [4,5]. В умовах порушення рівноваги ТГС активізація НЕГП на території промислових майданчиків, залізничних колій, нафто – та газопроводів тощо може спричинити виникнення НС переважно інженерно-геологічного походження із значними негативними наслідками для життєдіяльності населення і об'єктів господарювання, що перебувають в зонах впливу цих об'єктів або функціонування яких безпосередньо пов'язане з ними.

Зазначені чинники зумовлюють необхідність уточнення змін інженерно-геологічних умов та підвищення рівня безпеки функціонування магістральних електромереж (ЕМ),

газопроводів, нафтопроводів, а також прогнозу рівня загроз для них з боку ЕГП, оскільки площинний характер прояву цих процесів може викликати додаткові деформації відповідальних конструктивних елементів і призводити до аварійних відмов обладнання [3].

Оцінка загрози підтоплення для безпеки функціонування залізниці

В останні роки динаміка процесу підтоплення території України є прогресуючою із стійкою тенденцією до його активізації на регіональному рівні при постійному збільшенню площ підтоплення [2]. За даними МНС України, найбільш несприятливі умови з підтоплення територій склались у Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Миколаївській, Одеській, Херсонській областях, де середній приріст підтоплення становить 300 км/рік. Крім того, в цих областях в структурі верхньої зони порід геологічного середовища переважають слабководостійкі лесові горизонти, що підсилює негативну дію підтоплення на безпеку функціонування ТГС «залізничний комплекс – геологічне середовище».

Ураженість території України підтопленням, а також загрози прояву цього процесу для функціонування залізниці показані на рис. 1.

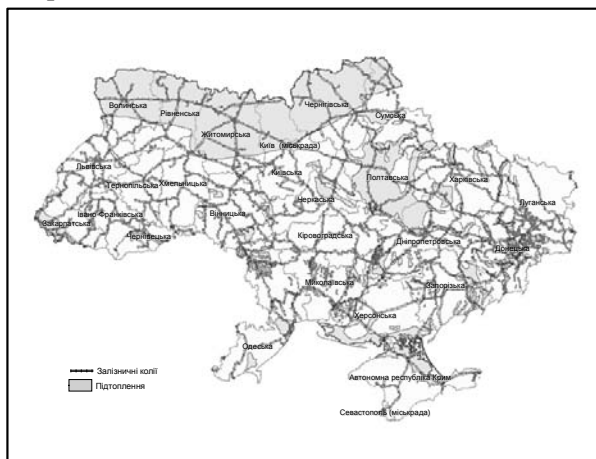


Рис.1. Загрози підтоплення для функціонування залізниці на території адміністративних областей України

Просторові оцінку загроз від підтоплення для безпеки функціонування залізниць в адміністративних областях України здійснені з використанням ГІС-технологій і представлені у табл.1.

Таблиця 1 - Загрози від підтоплення для безпеки функціонування залізниць в адміністративних областях України

Області	Площа, тис.км ²	Ураженість території підтопленням, тис.км ²	Протяжність залізничних колій, км	Протяжність колій в зоні підтоплення, км
АР Крим	27,0	4,43	594,1	97,5
Вінницька	26,2	0,054	1391,2	2,9
Волинська	20,2	13,91	608,5	419,0
Дніпропетровська	31,9	7,3	1681,8	384,9
Донецька	26,5	7,67	1985,9	574,8
Житомирська	29,9	20,13	1128,6	759,8
Закарпатська	12,8	3,02	735,8	173,6
Запорізька	27,2	3,2	931,9	109,6
Івано-Франківська	13,9	0,008	738,6	0,4
Київська	28,9	8,1	818,2	229,3
Кіровоградська	24,6	0,142	930,2	5,4
Луганська	26,7	0,164	1278,2	7,9
Львівська	21,8	0,218	1246,3	12,5
Миколаївська	24,6	10,672	784,4	340,3
Одеська	33,3	9,975	1017,3	304,7
Полтавська	28,8	8,5	815,1	240,6
Рівненська	20,1	12,8	668,0	425,4
Сумська	23,8	0,423	878,3	15,6
Тернопільська	13,8	0	534,3	0,0
Харківська	31,4	3,02	1404,7	135,1
Херсонська	28,5	7,79	461,6	126,2
Хмельницька	20,6	0,014	774,8	0,5
Черкаська	20,9	0,08	750,2	2,9
Чернівецька	8,1	0,4	420,4	20,8
Чернігівська	31,9	4,4	920,0	126,9
Усього	603,4	125	23498,4	4639

Дані, представлені на рис. 2, свідчать про те, що найбільша небезпека від підтоплення для функціонування залізниць існує на території Житомирської, Донецької, Рівненської, Волинської, Дніпропетровської, Миколаївської, Одеської, Полтавської областей.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що на території зазначених областей найбільша протяжність залізничних колій перебуває під загрозою підтоплення. В цьому контексті доцільно відмітити, що одна з найбільш резонансних аварій на залізничному транспорті останнього часу, що трапилася поблизу Ожидова у Львівській області (так звана «фосфорна» аварія), відбулася в зоні багаторічного підтоплення, яке могло додатково вплинути на погіршення геодинамічної стійкості ґрунтів.

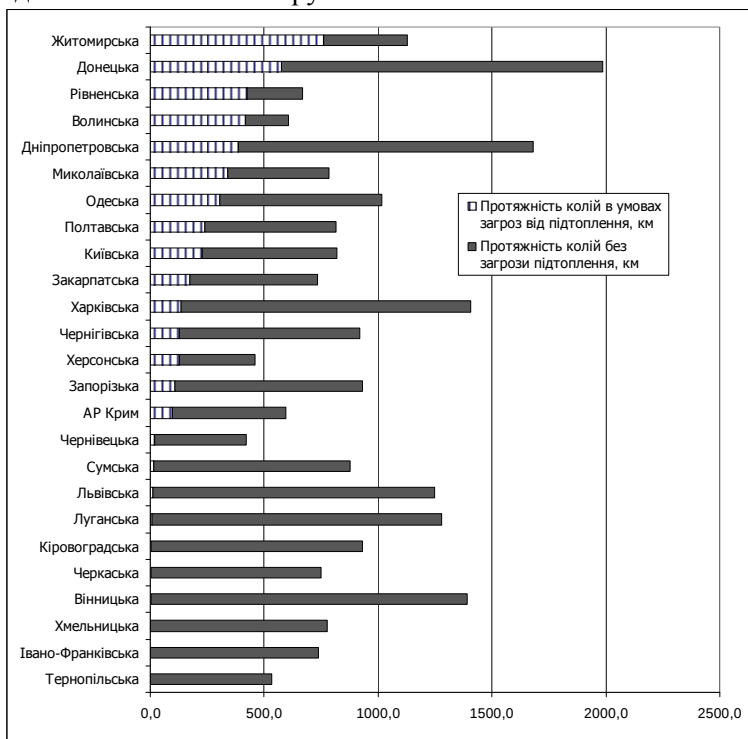


Рис.2. Ранжирування областей України за протяжністю колій, що перебувають в умовах загроз від прояву підтоплення

Аналіз даних МНС та Державної геологічної служби України свідчить про значне зростання техногенних навантажень на верхню зону геологічного середовища, регіональний розвиток зсувних і карстових процесів, а також

про випереджаючий характер розвитку підтоплення в багатьох регіонах держави.

На фоні техногенних змін геологічного середовища та впливу глобальних змін клімату відбувається збільшення навантажень на відповідальні конструктивні елементи головних регіональних життєзабезпечуючих систем, до складу яких відносяться мережі залізничних колій, магістральних газопроводів та електромереж, мостів на автошляхах тощо.

Отримані результати свідчать, що найбільша загроза прояву карсту існує для магістральних електромереж у Луганській, Волинській, Тернопільській, Івано-Франківській, Львівській, Чернігівській, Харківській областях, АР Крим. За результатами здійснених оцінок в середньому більше 50% МЕМ в зазначених областях перебувають під загрозою прояву карсту. Крім того, МЕМ Луганської та Волинської областей практично по всій довжині перебувають у зонах карстових загроз, які в останні роки мають підвищену тенденцію до реалізації внаслідок випереджаючого розвитку процесів підтоплення, в т.ч. внаслідок закритті шахт, значних втрат води з гідротехнічних споруд, а також глобальних змін клімату.

Проведений аналіз показав, що найбільша частина залізничних колій (40,6%) розташована на території адміністративних областей, що перебувають в умовах карстових загроз. Особливо небезпечними з точки зору карстових загроз є залізничні колії, що перетинають територію Донецької, Луганської, Львівської, Волинської, Миколаївської та Рівненської областей. Результати проведених оцінок свідчать, що до 19,8% довжини залізничних колій перетинають території областей, в яких імовірні прояви підтоплення. Особливо небезпечними з них є Житомирська, Донецька, Рівненська, Волинська, Дніпропетровська, Миколаївська та Одеська області. Отримані результати також свідчать, що до 11,7 % довжини залізничних колій розташовано на території областей, в яких можлива активізація зсувних процесів. Це, насамперед, Харківська, Луганська, Вінницька, Закарпатська, Львівська та Дніпропетровська області.

Результати оцінки показують, що найбільш несприятливі умови з точки зору функціонування МТК в умовах загроз від

підтоплення склалися для Пан-європейського МТК №9 та МТК Гданськ – Одеса, оскільки більше 24% їхньої довжини перебувають під загрозою підтоплення. Потрібно також відзначити, що найбільш комплексним впливом підтоплення відрізняється у містах і селищах України, в яких зосереджено до 70% чисельності населення і через які проходять маршрути більшості МТК. Найбільші загрози від прояву просідання лесових ґрунтів для безпеки МТК існують, насамперед, для МТК Гданськ – Одеса та Пан-європейського МТК №3, оскільки більше 30% їхньої довжини перебувають на потенційно небезпечних територіях.

Концентрація різних НЕГП на потенційно небезпечних територіях відчутно збільшує інженерно-геологічні загрози НС щодо відповідальних конструктивних елементів МТК. Зважаючи на площинний характер розвитку НЕГП в умовах постійних змін геологічного середовища, особливо уразливими стають просторово-розподілені об'єкти, зокрема, залізничні колії, автошляхи, лінії електропередач, розміщені в зонах прояву підтоплення, карсту та зсувів. Вищенаведене свідчить про необхідність проведення більш ґрунтовних досліджень комплексного впливу НЕГП на безпеку МТК на території України з використанням технологій дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем. В цілому отримані результати зосереджують увагу на тих транспортних системах, які потребують комплексної оцінки загроз від НЕГП для безпечного та надійного функціонування міжнародної складової транспортного комплексу держави.

Література

1. Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України за грудень та 2007 рік. – http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/publish/article?art_id=121024&cat_id=35081.
2. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2006 р. - К.: ДП "Чорнобильінтерінформ". - 2007. - 236 с.
3. Биченок М.М., Іванюта С.П., Яковлев Є.О. Про комплексне оцінювання ризиків життєдіяльності у потенційно

небезпечних регіонах // Екологія і Ресурси: Зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. – К.: ІПНБ, 2007. - № 17. – С. 33 – 41.

4. Yakovlev Y.A. The geological aspects of environmental systems monitoring the geological medium of Ukraine. UNESCO Regional Office for Science and Technology for Europe. Technical Report 21, 1995, pp. 184-191.

5. Биченок М.М., Іванюта С.П., Яковлев Є.О. Про вплив екзогенних геологічних процесів на рівень техногенних ризиків життєдіяльності // Збірник наукових праць Українського державного геологорозвідувального інституту. – К.: УкрДГРІ, 2006. - № 1. – С. 85-91.

6. Демчишин М.Г., Климчик Л.М., Красноок Л.М. та ін. (гол. ред. Яковлев Є.О.). Інформаційний бюлетень «Регіональні інженерно-геологічні умови території України». – К.: ДІГФ «Геоінформ» Держгеолслужби Мінприроди, 1997. – вип. 1. – 92 с.

7. Рудько Г.И., Ерыш И.Ф. Оползни и другие геодинамические процессы горноскладчатых областей Украины (Крым, Карпаты). – К.: «Задруга», 2006. – 623 с.

Оцінка забруднення земель вздовж автомобільних доріг

Клименко В. І.

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, klimenko_vika@ukr.net)

Однією з форм деградації земельних ресурсів України є її техногенне забруднення осадженням техногенного пилу з атмосфери, в яку він надходить з викидами джерел різної природи. В роботах [1,2] запропонована ДЗЗ/ГІС технологія моніторингу забруднення земель техногенним пилом з викидів точкових та просторово розподілених джерел, де вона адаптована для лінійних джерел забруднення, якими є автомобільний транспорт. Обсяги викидів автотранспорту в атмосферу щороку зростає. Наприклад, у Київській області в 2004 році він уже складав 55,4 % загальних викидів по області, а в Сумській – 62,6 %. Склад та кількість викидів автотранспорту залежать від різних факторів: загального стану та режимів роботи двигуна; палива і мастил; умов й

інтенсивності руху та ін. В карбюраторному двигуні у складі викидів переважають оксид вуглецю та оксид азоту, а у дизельному – оксид азоту та сажі. Особливо підлеглі забрудненню викидами автотранспорту (свинцем, хромом, нікелем та іншими) землі уздовж доріг. За різними даними їх вміст у пробах ґрунту, відібраних на відстані 50 - 200 м від осі автошляху може перевищувати ГДК у кілька разів[3].

В реальних умовах на ширину придорожньої смуги забруднення впливає ряд динамічних і стаціонарних чинників. До перших з них відносяться: погодно-кліматичні умови відповідної території (вологість повітря, характеристики опадів, повторюваність та сила вітру); інтенсивність руху, співвідношення основних видів транспортних засобів. Стаціонарними чинниками є лісові насадження вздовж доріг, які екранують поширення газопилових сумішей, утворених автотранспортними засобами [4 - 5]. Рослини, уловлюючи частину викидів, локалізують їх у вузькій смузі, розсіюють не абсорбовану частину забруднень на велику площу, що запобігає накопиченню забруднюючих речовин у небезпечних концентраціях безпосередньо над полотном доріг. Ефективність зелених насаджень залежить від багатьох факторів: виду рослин, кількості дерев та рядів, висоти насаджень тощо. Навіть неширокі лісосмуги є ефективними.

В останні роки лісосмуги стали об'єктом браконьєрських заготівок деревини для вирішення місцевих побутових проблем. Особливо ці тенденції характерні для південних областей України, з низьким рівнем заліснення. На жаль, лісосмуги уздовж автошляхів не являються винятком.

В цих умовах особливу актуальність набуває проблема інвентаризації лісових насаджень уздовж доріг з високою інтенсивністю руху. Її можна виконати візуальними обстеженнями з застосуванням традиційних геодезичних методів, але це дорогі й трудомісткі роботи. Суттєво знизити ці показники можна застосуванням ДЗЗ/ГІС технологій, залучивши наступні інформаційні ресурси: космічні знімки і програмні засоби їх тематичного дешифрування; електронні векторні топографічні карти відповідних ділянок місцевості; сучасну ГІС – оболонку.

Найбільш інформативними для завдань інвентаризації лісосмуг, безумовно, є космічні знімки з надвисокою просторовою роздільною здатністю, порядку одного метру типу – ICONOS або QUICKBIRD. Однак, залучення їх у реальні проекти часом утруднено через високу вартість. Це обмеження можна обійти, скориставшись дешевшими або навіть безкоштовними космічними знімками з супутників TERRA, SPOT, LANDSAT, METEOP – ЗМ, отриманих у період заключних фаз сходу снігового покриву. На цих знімках локалізацію лісосмуг можна ідентифікувати засобами програмного комплексу ERDAS IMAGINE від Leica Geosystems GIS & Mapping, або спеціалізованих програм тематичної обробки космічних знімків по яскравісних та текстурних дешифрувальних ознаках, природа яких обумовлена різницею в темпах танення снігу на відкритих ділянках місцевості і акумульованого, власне, лісосмугами.

При цьому топографічні параметри лісосмуг зручно визначати в середовищі таких ГІС - оболонок, як MAP/INFO, ARC/INFO, ARC/VIEW.

На першому етапі інвентаризації придорожніх лісосмуг виконується класифікація окремих ділянок автомобільних шляхів по трьох ознаках: К1 – наявність лісосмуги з одного боку; К2 - наявність лісосмуг з двох боків; К3 – відсутність лісосмуг. Завдання наступних етапів зводяться до визначення індивідуальних ознак кожного класифікаційного елементу, які обумовлюють його ефективність з точки зору охорони прилеглих до автодоріг земель від забруднення викидами автотранспорту. Аналізуючи текстурні ознаки снігових смуг уздовж доріг, з залученням тематичного шару *«автомобільні дороги»* з векторної топографічної карти відповідної місцевості, визначають ділянки з характерними ознаками лісосмуг (послідовність крапок по узбіччю дороги). Для наочності, отриману картографічну модель можна, як у даному випадку, доповнити деякими тематичними шарами на тлі космічного знімку, що суттєво підвищує її наочність. З залученням даних про параметри вітрів в місцевості, де знаходиться розглянута ділянка автомобільної дороги, синтезуються картографічні

моделі меж можливого забруднення прилеглих земель викидами автомобільного транспорту рис 1.

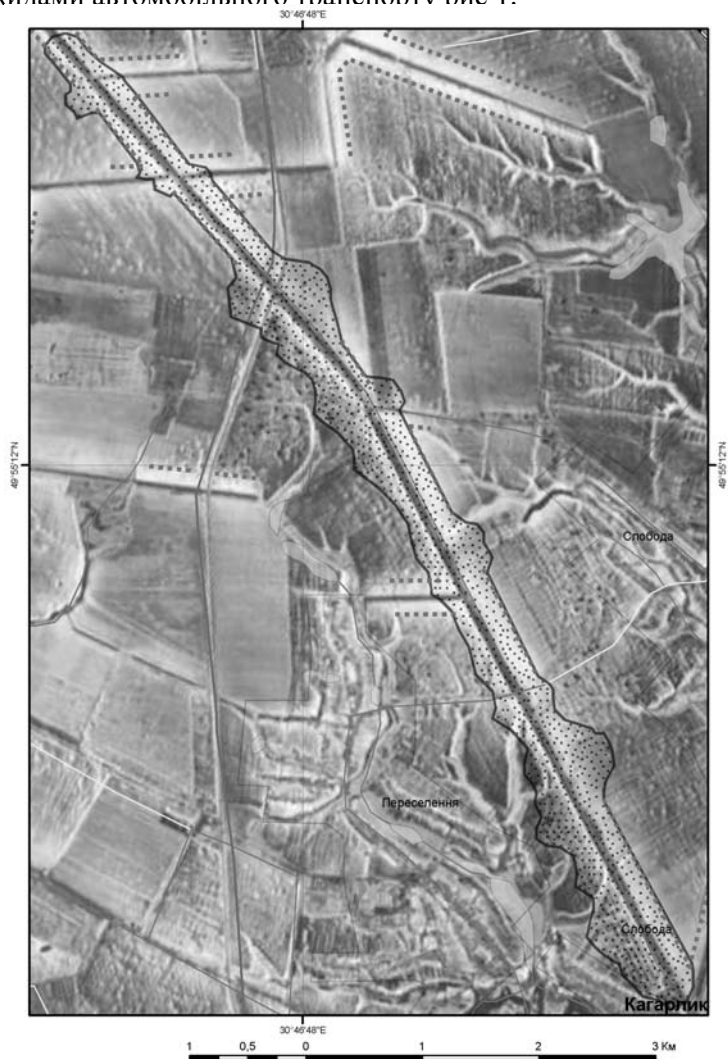


Рис. 1 Межі земель можливого забруднення викидами автотранспорту (площа – 4,8 км² на ділянці траси довжиною 10 км.).

Картографічні моделі цього класу можуть бути корисними при екологічних експертизах проектів модернізації транспортних мереж або об'єктів цивільного будівництва в зонах впливу викидів автомобільного транспорту, плануванні заходів по мінімізації їх негативного впливу на довкілля. В таких додатках інформативність запропонованих моделей можна суттєво підвищити, якщо визначити (наприклад атомно – адсорбційним методом) вміст складових викидів у декількох пробах ґрунтів і фітоценозів, відібраних з шагом 10 - 20 м. від полотна дороги. Апроксимуючи отриману послідовність вимірів, наприклад, нормальним законом розподілу випадкових величин, можна визначити межі земель з вмістом забруднюючих речовин, перевищуючих відповідні ГДК.

Запропонована технологія дозволяє в короткі терміни проаналізувати реальний стан лісозахисних смуг (не лише уздовж автомобільних доріг) довільного регіону України, як чиннику захисту земель від забруднення викидами автотранспорту та для забезпечення ефективного землекористування.

Література

1. *Красовський Г.Я., Трофимчук О.М., Крета Д.Л., Клименко В.І. Пономаренко І.Г., Суходубов О.О.* Синтез картографічних моделей забруднення земель техногенним пилом з використанням космічних знімків // Екологія і ресурси. – К.: ІПНБ, 2005. – №12. – С. 37 – 55.
2. *Красовський Г.Я., Трофимчук О.М., Греков Д.Л., Крета Д.Л., Суходубов О. О.* Ареали забруднення техногенним пилом земель навколо міст України по даних космічних зйомок. // Екологія і ресурси. – К.: ІПНБ, 2005. – №13. – С. 23 – 39.
3. *Корабльова А.І.* Екологія: взаємовідносини людини і середовища. – Дніпропетровськ: Поліграфіст, 1999. – 253с.
4. *Данилко В.К.* Забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом: підходи до стратегічного визначення // Статистика України. – К., 2003. – № 4. – С. 9 – 11.
5. *Солуха Б.В., Фукс Г.Б.* Міська екологія: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2004. – 338 с.

**Про розробку гео-інформаційної складової для системи
підтримки прийняття рішень в сфері поводження
з відходами**

*Бірюков Д.С., **Махно М.Ф.

(*Національний інститут стратегічних досліджень,
biryukov@niss.gov.ua; **Київський національний
університет імені Тараса Шевченка, m.makhno@univ.kiev.ua*)

Проблема підвищення ефективності механізму державного контролю над управлінням відходами в Україні є однією серед найбільш актуальних в сфері захисту навколишнього середовища. Вже на кінець 2011 року тільки у спеціально відведених місцях чи об'єктах та на території підприємств накопичилося понад 14 млрд т відходів I-IV класу небезпеки (серед них 19 млн т I-III класу небезпеки) [1]. В той же час залишається недостатньо розвинутим і потребує державного регулювання ринок послуг з переробки відходів, та використання вторинної сировини [2]. Міжнародний досвід показує, що система переробки відходів розглядається як складова критичної інфраструктури, яка є життєво важливою для стабільного функціонування економіки, соціального благополуччя та здоров'я населення, сталого розвитку політичних процесів в державі [3].

Державний облік та паспортизація відходів в Україні здійснюється у порядку, що встановлюється низкою постанов Кабінету Міністрів (№1360 від 31.08.1998 р.; №1216 від 03.08.1998 р.; №1218 від 03.08.1998 р.). В той же час, на наш погляд, існує значний потенціал використання пункту е) ст.23 Закону України «Про відходи», що відносить «створення інформаційно-аналітичних систем і банків даних про обсяги утворення та поводження з відходами» до компетенції центрального органу виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища (Мінприроди) та його органів на місцях.

Створення та впровадження системи підтримки прийняття рішень (СППР) в сфері поводження з відходами підвищить ефективність та оперативність роботи відповідального органу виконавчої влади, надасть інструментарій для аналітичного

забезпечення прийняття управлінських рішень. Така система повинна використовувати територіально розподілений апаратно-програмний комплекс, що виконує функції автоматизації процесів роботи з відомостями про відходи на підприємствах в Україні, зберігання та візуалізації даних, формування аналітичних матеріалів.

Програмну складову системи, на нашу думку, доцільно розробити на основі архітектури клієнт-сервер з потужним серверним-центром (розміщеним в Мінприроді). Організацію внесення даних віддаленими користувачами доцільно реалізувати через веб-інтерфейс, забезпечивши багато-користувацький режим доступу до ресурсів (у відповідності з повноваженнями користувачів вносити та редагувати дані). При використанні дворівневої структури програмної частини, організаційна структура щодо внесення даних, перевірки та формування звітності буде трьохрівневою: Мінприроди, обласні державні адміністрації (Рада міністрів АР Крим, Київська та Севастопольська міські ради), ліцензіати.

Важливою складовою СППР є модулі, що здійснюють збереження та обробку гео-просторових даних. На сьогодні гео-просторові типи даних та операції над ними в тій чи іншій мірі реалізовані в найбільш поширених СУБД (Oracle, MS SQL Server 2008, PostgreSQL, IBM DB2, MySQL) [4].

Будуючи СППР на основі архітектури клієнт-сервер, необхідно забезпечити належну взаємодію і функціонування таких складових програмно-апаратного комплексу (рис.1).

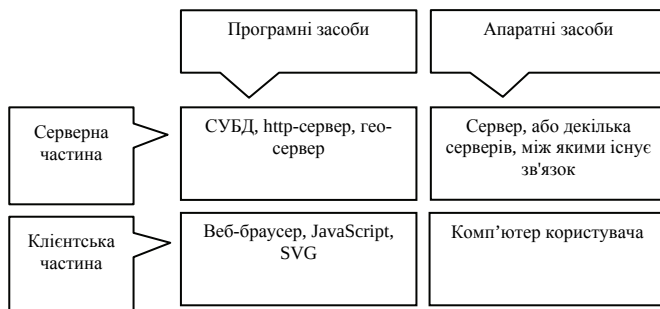


Рис.1. Складові програмно-апаратного комплексу

На стороні сервера управління сховищем даних, використання гео-сервісів та стилізацію здійснюють гео-сервери, найбільш поширеними та доступними серед них є MapServer, GeoServer та Degree (рис.2).

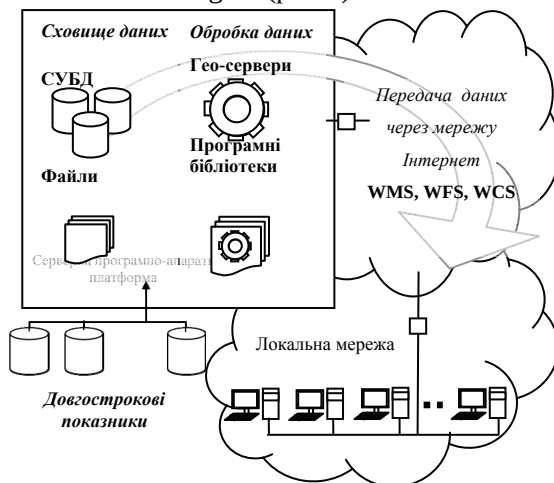


Рис.2. Обробка гео-просторових даних в СППР.

Для створення клієнтської частини, відображення карти в веб-браузері, значного поширення здобуло використання бібліотеки OpenLayers [5], яка надає можливість організувати доступ та редагування гео-просторових даних, використовуючи промислові стандарти та протоколи передачі гео-просторових даних (WMS, WFS, WCS) [6].

Також складовими частинами СППР повинні стати програмні модулі, що реалізують математичні моделі прогнозування наслідків впливу можливих аварій на об'єктах зберігання відходів на навколишнє середовище та здоров'я населення.

Література

1. Основні показники поводження з відходами [Електронний ресурс]. – Державна служба статистики України. – Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua/>

2. Міщенко В.С., Виговська Г.П., Організаційно-економічний механізм поводження з відходами в Україні та шляхи його вдосконалення. – К.: Наукова думка, 2009. – 294 с.
3. Organizing Critical Infrastructure Services - The case of Waste Management [Електронний ресурс]. – Lunds University, Sweden. – Режим доступу: <http://www.ism.lu.se/>
4. Database management systems for spatial data structures – an overview / M. Imbroane, L. Bucur // Geographia Technica. – 36(1). – 2007. – Р. 32 – 42.
5. Hazzard E., OpenLayers 2.10: Beginner's guide. – Packt Publishing, 2011. – 351 p.
6. OGC Implementation Specification: OpenGIS Implementation Standard for Geographic Information [Електронний ресурс]. – OGC Inc., 2010. – [Режим доступу]: <http://www.opengeospatial.org/standards/>

Досвід використання методів фіторемедіації при рекультивуації полігонів твердих побутових та промислових відходів (ПТППВ)

*Гнутов В.О., **Захарченко М.А., **Мельнік Л.В.,
***Рижкова М.М.

(*ТОВ «Восток-Руда», м. Жовті Води, Україна;

**Український науково-дослідний інститут екологічних
проблем, м. Харків, Україна, zakhar2009@meta.ua)

Анотація. Коротко розглянуто сучасний стан полігонів твердих побутових та промислових відходів (ПТППВ). Наведено вдалий конкретний приклад рекультивуації закритого полігону ТППВ Харківської області з використанням методів фіторемедіації.

Стан проблеми. Крилатий вираз екологів, що “жодний живий вид не може існувати в середовищі, яке створене із власних відходів” набуває реальності. Розрив між прогресуючим накопиченням відходів і заходами щодо їх утилізації вже загрожує національній безпеці держави. Основними джерелами утворення відходів в Україні є підприємства гірничопромислового, хіміко-металургійного, машинобудівного, паливно-енергетичного, будівельного,

целюлозно-паперового, агропромислового комплексів та комунального господарства. Відходи направляються у поверхневі сховища, загальна площа яких перевищує 160 тис.га (на 2011 рік), у тому числі для токсичних відходів – понад 28 тис.га. Нині кількість накопичених відходів у поверхневих сховищах перевищує 25 млрд.т. Якщо в 1990 р. на одного жителя України припадало приблизно 300 т відходів, то нині ця величина перевищує 400 т, з них 87 т – токсичні.

За останні десять років утворювання твердих побутових відходів (ТПВ) у країні збільшилося у два рази. Сьогодні на кожного українця припадає не менш як один кубічний метр ТПВ щороку. У той же час, головний спосіб поводження з відходами – захоронення на звалищах, кількість яких досягла 4,5 тисяч і переважна більшість з них – екологічно небезпечні об'єкти.

Полігони експлуатуються, закриваються, а площі, зайняті під звалища, на довгий час стають непридатними для користування. Саме з метою повернення цих земель була здійснена рекультивація ПТППВ у Зміївському районі Харківської області.

ПТППВ вимагає рекультивації як поверхні самого полігону, так і прилеглої частини території. В зв'язку з цим запропонований варіант спорудження покриття полігону та схема технічної та біологічної рекультивації території полігону.

Технічна рекультивація виконувалась у кілька етапів:

1. Вивчення стану тіла звалища та його впливу на оточуюче природне середовище;
2. Створення рекультиваційного багатофункціонального покриття шляхом планування поверхні полігону з використанням золи та шлаку – продукту технологічного циклу ТЕС, формуванням відкосів, розробка, транспортування та нанесення технологічних шарів та потенційно - родючих ґрунтів. Технологічний шар згідно даного проекту створюється з використанням мулових відкладів ставка-накопичувача, які наносяться на вирівнювану поверхню полігону шляхом гідронамиву у два етапи: перший – екрануючий шар створюється шляхом вмивання (ілювування) часток мулу в

пори між шлаком, другий – родючий шар ґрунту намивається поверх екрануючого шару, товщиною 0,3 м .

Для екрануючого шару може бути використано осад від водопідготовки, який є близьким до природних органомінеральних ґрунтів.

Навіть після закриття та рекультивації полігону разом з атмосферними опадами можливе надходження забруднюючих речовин до оточуючого середовища. З метою захисту довкілля запропонований метод поховання сміття, їх екранування з поверхні з рекультивацією території, а також очищення дренажного та поверхневого стоку з зони полігону з максимальним використанням природних процесів самоочищення – як найбільш надійного і найменш витратного шляху нейтралізації забруднень у повернення земель в народногосподарське користування. Для очищення забруднених вод, які відводяться дренажем з основи полігону, пропонується будівництво біоінженерних очисних споруд.

Визначені конструктивні особливості поряд із розходженнями в технології створення та експлуатації даного класу очисних споруд послужили підставою для різноманіття їх термінологічних визначень: ботанічні площадки (гідроботанічні площадки), ставки-фільтри, біологічні ставки з посадками вищих водних рослин, фільтраційні пристрої, штучні заболочені ділянки (штучне болото), біоплато, біоінженерні споруди регулювання якості води. Загальним для всіх перерахованих споруд і устроїв є наявність біоценозу вищих водних рослин, який безпосередньо або опосередковано впливає на формування біологічної складової процесів трансформації якості води (її очищення) і на інженерні характеристики споруд (окремі елементи конструкції, її експлуатаційні параметри і т. п.).

Саме тому, у 1983 році був запропонований термін “біоінженерні споруди” (БІС), що включає всі різні типи і конструкції очисних (водоохоронних) споруд, заснованих на використанні очисних властивостей макрофітів. У свою чергу, БІС можуть бути підрозділені на два підкласи:

I-й підклас - споруди, у яких очищення води відбувається за рахунок сумарного впливу внутрішньо водоймищних

процесів, що формуються насамперед під впливом біоценозів макрофітів - ботанічні площадки, фітофільтраційні устрої, ставки - фільтри, біологічні ставки з посадками вищих водних рослин, різноманітні типи біоплато.

II-й підклас - споруди, у яких до вже перерахованих процесів, що мають місце у водній товщі споруд, додаються процеси очищення в прикореневій зоні товщі фільтруючих ґрунтів і ґрунтах (при фільтрації) - власне БІС; споруди з очищенням у прикореневій зоні ВВР; штучні заболочені місця (штучне болото) та ін.

Біоінженерні споруди - очисні споруди, що об'єднують основні елементи споруд ґрунтового очищення з гідробіоценозами біоплато або біоставків з посадкою ВВР. Відмінною рисою БІС є штучно сформований біогеоценоз, кількісні і якісні характеристики складових компонентів якого формуються під безпосереднім і опосередкованим впливом ВВР. Конструкція даного типу споруд забезпечує рух потоку рідини, що очищається в горизонтальній площині - через зарості макрофітів, а також і у вертикальній - через корененасичений прошарок ґрунтів, насичених мікрофлорою і добре розвинутим альгоценозом. Площа покриття акваторії споруд рослинами - 100%. У залежності від вихідних концентрацій нормованих інгредієнтів, зовнішніх чинників (температура повітря, величина атмосферних опадів, інсоляції) і режиму експлуатації, час контакту потоку з біогеоценозом, при якому досягається максимальний ефект очищення, для різноманітних з'єднань складає від 0.5 до 6 діб.

У різноманітних режимах експлуатації для широкого діапазону вихідних концентрацій, отримано значне зниження вмісту забруднень різного генезису.

Біологічна рекультивація безпосередньо території полігону ТПіПВ проводиться протягом чотирьох років і передбачає наступні роботи: підбір асортименту багаторічних трав та кущів, підготовку шару ґрунту, посадку кущів та посів трав, підтримання рослин.

Формування родючого шару ґрунту доцільно (та економічно) проводити з використанням компостування опалого листя, мулу з мулових майданчиків, з прошарками

піску з піщаних майданчиків очисних споруд та мулу водо підготовки.

Враховуючи, що спалювання листя заборонено статтями 16 і 22 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» (відповідальність за порушення цієї норми передбачена статтею 77 Адміністративного кодексу України), екологічно доцільно використовувати опале листя при формування родючого ґрунту на другому етапі біологічної рекультивації ПТПіПВ, тим самим також здійснюється опосередкований захист атмосфери.

Компостування є природнім видом перебігу органічних речовин, який допомагає зменшити щільність ґрунту та ерозію.

Для додаткового захисту атмосфери від впливу території полігону запропоновано влаштування захисної лісосмуги з посадкою кущів та дерев.

Запроектований комплекс закриття та рекультивації здійснюється на ділянках, які не знаходяться під будь-якою екологічною охороною.

Біологічна рекультивація прилеглої території проводиться шляхом створення лісових посадок різного типу: посадка хвойних дерев (сосна) в суміші з колючими кущами, які максимально притаманні до умов даного району: спірея, бірючина, ялівець, акація, лох сріблястий та інші.

Рекультиваційні роботи передбачають попереднє вивчення фітоценозів, які вже сформувалися на даній ділянці. Встановлення видового складу рослинності на антропогенно змінених ділянках суттєво спрощує рекультиваційні роботи та більш економічно доцільно.

Таким чином, на прилеглій території буде створена зелена зона, яку в подальшому можна використати як ботанічний тематичний парк в цілях науки, культури, відпочинку та як зразок хазяйського відношення до оточуючого середовища. Слід зазначити, що з метою оцінки придатності поверхні полігонів ТПВ для проведення фітомеліоративних заходів необхідно визначити видовий склад рослинності, густоту та повноту деревостану (за умови розвитку деревних порід), що вже розвивається унаслідок природного заростання.

Висновки:

1. Закриття полігону твердих побутових і промислових відходів передбачає подальшу рекультивацію: технологічна, біологічна площадки полігону, біологічна прилеглої території. Створення економічно доцільного родючого шару шар полігону (за методикою УкрНДІЕП) після рекультивації буде відповідати діючим санітарним показникам:

- санітарне число складає 0,98 - 100;
- колі-титр повинен відповідати 0,1 - 1;
- яйця гельмінтів відсутні, число личинок і лялечок мух на 0,25 кв. м поверхні рекультиваційного шару полігону представлено одиничними екземплярами.

2. Реалізація описаного проекту дозволить суттєво покращити екологічно-санітарний стан району.

3. Забруднення атмосферного повітря при рекультивації об'єкту не відбудеться.

4. В результаті закриття ПТПіПВ з подальшою рекультивацією буде повністю виключено забруднення ґрунтів, а головне підземних вод, відведення поверхневих вод здійснюється до дренажної системи з їх наступним очищенням.

5. Посадковий матеріал для біологічної рекультивації вилучається з донорських ділянок, узгоджених з органами екологічного контролю.

6. При складуванні побутових відходів доцільно поруч з полігоном розміщувати компостний майданчик.

7. Громадянська обізнаність призводить до зміни розуміння та поведінки людей, що покращує роздільне збирання, зменшує кількість створюваних відходів та небезпечне поводження з ТПВ.

8. Методи рекультивації за своїм призначенням є природобезпечні, впровадження яких позитивно вплине на екологічно-соціальну ситуацію .

Література.

1. Електронна версія hb.mdpu.org.ua/prepodavateli/...o/4-8.doc
2. Постанова КМУ України від 4 березня 2004 р. N 265 Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами

3. СНиП 2.01.28-85. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию. М.,1986.
4. В.П. Кучерявий, В.В. Попович Полігони твердих побутових відходів Західного лісостепу України та проблеми їх фітомеліорації. НЛТУ України. -2012, Вип.22.2 Електронна версія [w0www.nbu.gov.ua/portal/.../56_Kucz.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/.../56_Kucz.pdf).
5. М.А.Захарченко, Рыжикова И.А. Очистка сточных вод и загрязненных грунтов с помощью экوفитотехнологий. Мир техники и технологий, ноябрь, №11(48), 2005, с.60-62.
6. Магмедов В.Г., Захарченко М.А., Яковлева Л.І, и др. Патент України N 7705. Споруда для біологічної очистки стічних вод. 1995 р.

Ефективні технології поводження з твердими побутовими відходами

Новохацька Н. А.

(ІТГП НАН України, novokhatska.natalia@gmail.com)

В процесі життєдіяльності людини утворюються відходи, які називають твердими побутовими відходами (ТПВ) (харчові відходи, макулатура, скло, метали, полімерні матеріали тощо), накопичуються вони в жилих будинках, закладах соціального побуту, громадських, навчальних, лікувальних, торговельних та інших закладах [1].

Існує багато класифікацій ТПВ але характерною відмінністю є те, що вони є змішаними, тобто сумішшю компонентів. Причому змішуються компоненти ТПВ починаючи із стадії їх утворення вже у сміттєзбірному відрі або сміттєзбірному контейнері, далі – в сміттєвозі і потім – в місцях захоронення (на полігоні чи звалищі) [2].

В світовій практиці поводження з відходами застосовується більше 20 методів знешкодження та утилізації ТПВ, кожний метод має 5...10 (окремі - до 50) різновидів технологій, технологічних схем, типів споруд. Методи знешкодження й перероблення ТПВ за кінцевою метою поділяються на ліквідаційні (вирішують в основному санітарно-гігієнічні завдання) та утилізаційні (вирішують і завдання

економіки - використання вторинних ресурсів). За технологічним принципом методи поділяються на біологічні, термічні, хімічні, механічні, змішані [2].

Найбільшого поширення набули такі методи:

- складування на полігонах (ліквідаційний біомеханічний);
- спалювання (ліквідаційний термічний);
- компостування (утилізаційний біологічний).

Сьогодні в більшості країн у поводженні з ТПВ набирає популярності перехід від стратегії складування на полігонах та сміттєспалювання до альтернативних рішень цієї проблеми, які максимально знижують негативний вплив відходів на довкілля.

Практичний досвід знешкодження ТПВ у різних країнах свідчить, що не існує універсального методу, який би задовольняв сучасні вимоги екології, економіки, ресурсозбереження та ринку. Цим вимогам, тенденціям розвитку світової практики найбільшою мірою відповідає впровадження комплексної системи збирання та утилізації ТПВ, яка забезпечує використання відходів як джерела вторинної сировини.

Якщо під час складування на полігонах та звалищах морфологічний склад ТПВ не впливає (або майже не впливає) на технологію робіт, технічні показники та екологічний стан довкілля, то при промисловому переробленні він має дуже важливе значення. Головними показниками якості відходів стають їх вологість, склад та співвідношення органічних і неорганічних речовин. В останні роки відбулася значна зміна в морфологічному складі ТПВ: збільшилася кількість полімерів, картону та значно менше стало харчових відходів. У цьому зв'язку постає питання про необхідність роздільного збирання окремих компонентів ТПВ як населенням, так і невеликими торговельними підприємствами, наприклад ринками. Ці підприємства за умови матеріального заохочення можуть збирати залишки тари та упаковки, харчові відходи, а також скло та ресурсноцінні фракції полімерів. Зарубіжний досвід засвідчує, що в тих країнах, де працює система роздільного збирання, сміттєпереробні заводи працюють ефективніше. На сьогодні в Україні особливо гостро постає проблема

поводження з ТПВ, а конкретно – із залученням цих відходів у вторинне використання.

У багатьох європейських країнах (Франції, Італії, Німеччині, Нідерландах та ін.), а також у великих містах СНД (С.-Петербурзі, Нижньому Новгороді, Мінську, Ташкенті, Тбілісі, Баку, Алма-Аті та ін.) експлуатуються сміттепереробні заводи, що використовують технологію аеробного біотермічного компостування. За цією технологією ТПВ включаються в кругообіг речовин у природі, знешкоджуються і перетворюються в компост – цінне органічне добриво, яке використовується, приміром, для міського озеленення та як біопаливо для теплиць. У процесі компостування відходів складаються умови, згубні для більшості хвороботворних мікроорганізмів, яєць гельмінтів, личинок мух.

На сьогоднішній день в містах України, в тому числі і в Києві, система роздільного збирання твердих побутових відходів працює лише в «пілотних» проектах в деяких мікрорайонах. Наприклад, в м. Коростень Житомирської області впроваджують таку систему, як результат 30 % сміття що утворилось використовується як вторинна сировина. Перероблюють папір, скло, пластмасу, система налагоджена, і як показала практика це дуже вигідно з точки зору фінансової частини.

Таким чином в Україні розміщення сміття на сьогоднішній день залишається актуальним, сміттєзвалища перенасичені відходами, а нові не відкриваються в зв'язку з відсутністю фінансування, тому утворюється велика кількість несанкціонованих малих стихійних звалищ, які не піддаються достовірному обліку. Вони, як правило, знаходяться в ярах та балках, у лісосмугах, на околицях населених пунктів тощо. Продукти вивітрювання й горіння видалених відходів забруднюють прилеглі землі. Продукти деструкції складових відходів забруднюють підземні води, особливо першого водоносного горизонту. Ступінь цього забруднення на більшості звалищ не контролюється системами моніторингу.

Проведені дослідження показали ефективність автоматизованого обліку та аналізу стану поводження з відходами, тому пропонується відслідковувати та проводити

моніторинг наявності сміттєзвалища, його площі та впливу забруднення на прилеглі території за допомогою дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) із застосуванням геоінформаційних технологій.

Застосування ДЗЗ дозволяє оперативно отримувати достовірну інформацію про поточний екологічний стан досліджуваної території, що допомагає своєчасно виявляти, контролювати і прогнозувати розвиток негативних явищ і процесів [3]. Так, наприклад, на знімках із розміщенням полігонів захоронення твердих побутових відходів в Київській області видно чітку локалізацію місць накопичення відходів, забруднення прилеглих територій, ареал та динаміку заповнення полігону у просторовому та часовому вимірах.

На космічних знімках добре розрізняється внутрішня „структура” звалищ: відпрацьовані ділянки, закриті шаром ґрунту; ділянки, де в даний час складаються відходи; під'їзні шляхи, канали тощо. За спектрометричними характеристиками і текстурою зображення можна виділити ділянки звалища, що експлуатувалися у різний час. Помітні також зміни рослинності на оточуючій території, можна дешифрувати під'їзні шляхи до сміттєзвалища, що використовувалися у різний час.

Запропонована авторами методологія поводження з ТПВ, а саме використання космічних знімків та геоінформаційних технологій дозволяє визначити випадки незадовільного стану звалищ, влаштування стихійних звалищ, самозаймання сміття, будь які загрози на полігонах та більш детально проводити моніторинг стану прилеглих територій.

Список літератури

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 06.006.95р. № 214/95.
2. Закон України «Про відходи» від 05.03.1998р.
3. Красовский Г.Я., Петросов В.А. Введение в методы космического мониторинга окружающей среды – Харьков: гос. аэрокосмический ун-т им. Н.Е.Жуковского (ХАИ), 1999 – 205с.

**Використання матеріалів космічного знімання
при моніторингу торф'яно-болотних систем
(на прикладі Київщини).**

Пазинич Н.В.

*(ДУ Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
ІГН НАН України, ant@casre.kiev.ua)*

Існує багато напрямів досліджень екологічних проблем у межах міських агломерацій. Головним чином це вивчення небезпечних екзогенних процесів та розповсюдження ареалів техногенного забруднення ландшафтів, що завдають шкоду довкіллю взагалі і людині зокрема. На сьогодні достатньо широко представлені роботи по підтопленню, зсувам, первинному і вторинному техногенному забрудненню із застосуванням матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) [1, 2]. Проте, є природні об'єкти, які досі не знайшли достатнього висвітлення при моніторингових дослідженнях – це торф'яно-болотні пониження. Завдяки планомірним меліоративним заходам за останні десятиліття болотні системи зазнали антропогенних трансформацій різного ступеню, що призвело до осушення і знищення болотних систем, скорочення їх площ. Проте, з часом деградована меліоративна система сама починає сприяти розвитку процесів вторинного заболочування - замулені канали стають бар'єрами поверхневого стоку.

Загально прийнятою до користування в Україні є класифікація торф'яних боліт Українського Полісся складена Г.Ф.Бачуріною [3]. За даною класифікацією виділяються наступні типи боліт: евтрофні (низинні), мезотрофні (перехідні) і оліготрофні (верхові). В основу виділення типів покладено особливості рельєфу та живлення болотних масивів. Торф'яні родовища низинного типу складають понад 90% загальної кількості торфовищ України, і більше 95% загальної площі торфовищ. Торф'яно-болотні ландшафти Київщини належать, головним чином, до долинних евтрофних (низинних) торфовищ. Південна межа суцільного поширення евтрофних очеретяних боліт практично збігається з межею Полісся і Лісостепу [4].

Також, слід не забувати, що більшість такого цінного природно-сировинного ресурсу як торф'яно-болотні пониження територіально знаходяться на території підвищеної радіаційної

небезпеки – зоні забруднення викидами аварії Чорнобильської АЕС. Саме тому на особливу увагу заслуговує робота вітчизняних авторів присвячена біогеохімії цезію-137 у торф'яно-болотних системах Українського Полісся [5]. За даними останніх досліджень встановлено, що максимальне накопичення цезію 137 - одного з найбільш рухомих радіонуклідів, в усіх типах торфових евтрофних, оліготрофних та мезотрофних боліт, за рахунок біологічного кругообігу, зафіксовано на глибині 2-6 см. Таке відносно неглибоке залягання максимальних значень забруднень є потенційною загрозою латерального розповсюдження зі стоком під час періоду повеней або атмосферним, під час пожеж. Найбільш сприятливі умови для цього існують на торфовищах низинного типу у долинах річок Тетереву, Ірпеню, Здвижу.

Загальновідомою є точка зору, що болота регулюють клімат регіонів, відповідають за формування та живлення гідромережі і мають непересічний вплив на екосистему взагалі. Дослідженнями вітчизняних геохіміків встановлено, що торфові болота уповільнюють процеси автореабілітації ландшафтів, негативно впливаючи на геохімічний режим річок [6]. Концентрація радіонуклідів у воді під час меженого стоку часто зростає в результаті зменшення частки живлення ґрунтовими водами через підпір їх болотними ділянками і переважає живлення зі заболочених радіоактивно забруднених ділянок. Всі вище згадані проблеми спонукають до системного дослідження торф'яно-болотних долинних комплексів як компонента, що має значний вплив на екологічний стан довкілля.

Торф'яні долини є достатньо динамічними системами. В їх межах постійно діють два основних фактори. Перший - це комплекс природних процесів, спрямованих на відновлення гідрологічного режиму та природної рослинності і ґрунтів. Другий - це антропогенний вплив, який залежить від економіко-політичних проблем, що постають перед суспільством. Взаємодія цих факторів призводить до істотних змін ландшафтів заторфованих долин. Різночасові зрізи стану торфованої долини р. Ірпінь показано на рисунку 1.

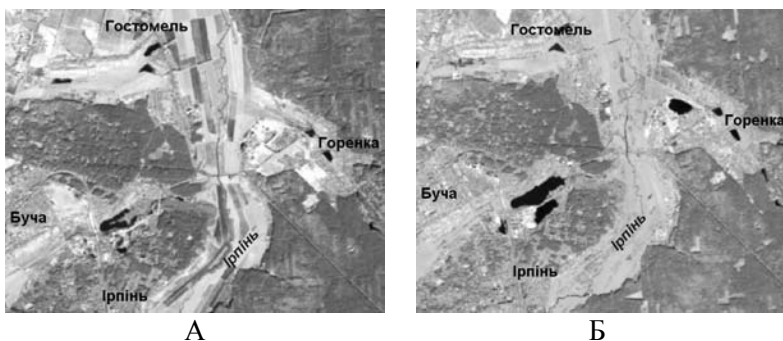


Рис.1 Зображення долини р. Ірпінь на КЗ Landsat у жовтні 1986р.(А) і відповідно у жовтні 2007р. (Б).

На рисунку 1 відображено ділянку р. Ірпінь в районі впадання у неї річок Бучі і Горенки. Знімки зроблені з космічного носія Landsat у жовтні місяці з інтервалом у 21 рік. Перше, що впадає в очі - це зменшення сільськогосподарського навантаження на меліоровану заплаву річки. На знімку 2007 р. орні ділянки практично відсутні. Детальне зіставлення планових рисунків русла р. Ірпінь засвідчило збільшення на деяких ділянках ширини меандрового поясу. Це є доказом спрямованого відновлення природних умов. Окрім того, відмічається збільшення площ штучних водойм, особливо у пригирлових частинах річок Горенки і Бучі, що використовуються як рекреаційні ділянки.

Торф'яно-болотні ландшафти мають свої певні ознаки прояву на матеріалах ДДЗ. Головними ознаками являються морфологічна виразність, спектральні характеристики і структура зображення [7]. Обробка КЗ у програмі ENVI дозволяє отримати додаткову інформацію щодо структури і спектральних особливостей зображення торф'яних долин, яка є необхідною для оцінки їхнього стану. Одним з напрямів обробки було застосовано фільтрування з певним визначеним кутом фільтрації, що вибірково підсилює особливості зображення, які мають конкретні напрями компоненти (градієнтів). Внаслідок такої обробки виявлено, що ділянки з однаковими значеннями пікселів здаються або опуклими, або увігнутими по відношенню до загального зображення, а у той

На рисунку показано два фрагменти заторфованої меліорованої долини р. Ірпінь, час знімання серпень 2010 р. На синтезованому знімку деградована система каналів практично не видна, натомість після фільтрації замасковані рослинністю канали чітко просвічуються у вигляді мережі світлих ліній. В результаті фільтрації, проведеної під кутом 45^0 , деталі долини отримали псевдооб'ємне зображення. Соснові ліси на лівобережжі мають вигляд увігнутої поверхні, а ділянки днища долини отримали опуклий вигляд. Таку інверсію слушно застосовувати саме для дослідження цих природних об'єктів.

170

Іванківському районі (села Леонівна, Соснова), Бородянському районі (села Азера, Вабля, Шибеное), Вишгородському районі (села Катюжанка, Синяк), Обухівському районі (село Нові Безрадичі). Головною метою використання матеріалів ДДЗ для запобігання цього лиха є виявлення ділянок потенційно схильних до вигорання, що мають підвищені значення на теплових каналах. Саме така ділянка представлена на рисунку 3.

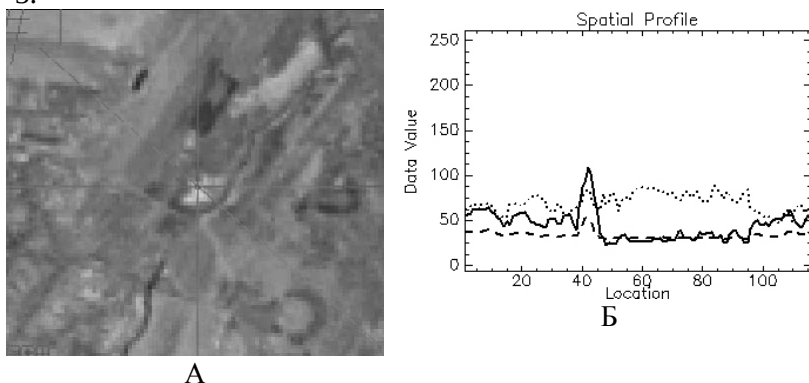


Рис. 3 Ділянка підвищених температур на заплаві р. Здвиж (А), спектральний профіль через ділянку. (Б).

На рисунку 3 А зображено долину р Здвиж в районі с. Шибеное, КЗ Landsat синтез 7,4,2, час знімання серпень 2010 р. На заплаві біля русла чітко виділяється ділянка жовтогарячого кольору. Спектральний профіль проведений через досліджуваний об'єкт (рис. 3 Б) виявив пік значень 7 каналу, позначеного на спектральному профілі суцільною лінією. Саме у подібних умовах можливе виникнення пожеж і завданням моніторингових досліджень є виявлення небезпечних ділянок для упередження стихійного лиха.

Використання матеріалів ДЗЗ є необхідним при моніторингу торф'яних долин в межах міських агломерацій. Різкі погодні коливання на фоні загальних кліматичних змін значно впливають на стан заторфованої долиної мережі. Катастрофічні зливи сприяють вторинному заболочуванню заплав на яких замулена меліоративна мережа стає бар'єром для поверхневого стоку. У спекотні періоди пересихання та

перегрівання деградованих торфовищ створює умови для виникнення пожеж. За таких умов радіонукліди накопичені у торфових долинах Київщини можуть вивільнюватись і створювати додаткову загрозу для довкілля. Для отримання повноцінних даних про динаміку змін в межах торф'яних долин на оточуючих Київ теренах доцільно використовувати багатозональні КЗ різних часових зрізів. Залучення програмних продуктів обробки КЗ для фільтрування та спектрального аналізу зображення надає додаткову необхідну інформацію, що до стану торф'яних долин.

Перелік використаних джерел

1. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / За редакцією В.І. Лялько і М.О.Попова. – К.: Наук. думка, 2006. – 360 с.

2. Філіпович В.С., Пазинич Н.В., Мичак А.Г. Використання багатозональної космічної інформації та наземної спектрометрії рослинності при вивченні техногенного забруднення ґрунтів. // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях. Київ-Харків-АР Крим, 2009. - С.306-318.

3. Бачуріна Г.Ф. Торфові болота Українського Полісся. К. „Наукова Думка” 1964. С.207.

4. Брадїс Є.М. Рослинний покрив боліт України. // Рослинність УРСР. Болота.-К.: Наук. думка, 1969. – С.34-133.

5. Орлов О.О., Долін В.В. Біогеохімія Цезію 137 у лісоболотних екосистемах Українського полісся К., Наук. Думка. 2010. 198с.

6. Шестопапов В.М., Шевченко О.Л., Козицький О.М. та ін. Ідентифікація автореабілітаційних процесів у водостоках зони відчуження та можливе спрямування реабілітаційної діяльності // Бюл. Екол. стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2000. № 16. – С. 18-23.

7. Спутниковые методы поиска полезных ископаемых / Под ред. акад. НАН Украины В.И. Лялько и докт. техн. наук М.А. Попова. Киев: Карбон-Лтд, 2012. – 436с.

Зміни підземного стоку в річкових басейнах в умовах підтоплення територій

**Березницька Ю.О., *Волошкіна О.С., **Яковлев Є.О.*

*(*Київський національний університет будівництва
і архітектури (Juli_mmm@ukr.net); *Інститут*

телекомунікацій і глобального інформаційного простору)

Підтоплення в межах України є найбільш поширеним небезпечним екзогенним геологічним процесом, який охоплює більш як 20 % території [1]. Одним з ключових факторів, які безпосередньо вплинули на процес підтоплення територій України – порушення (уповільнення) водообміну між насиченими і ненасиченими шарами ґрунтових горизонтів.

Головною причиною втрати дренажної спроможності природних водних артерій є створення техногенних водних об'єктів (водосховищ, ставків) в межах всіх адміністративних областей України. Цикли регіональних активізацій підтоплення, які корелюються з підвищеними опадами припадає на 1980-1982 рр., саме в цей час маємо випереджаючі темпи зростання водокористування в Україні та суцільне зарегулювання річкової мережі перш за все, – басейну річки Дніпро. Створення більш як 29 тис. ставків та водосховищ по території України із загальною площею водної поверхні 6974 км² та середньою глибиною підпору 2,85 м обумовило підняття рівня ґрунтових вод в середньому на 2,5-4,0м в зоні дії водосховищ та ставків по території України та скорочення відповідно кількості підземного стоку в річкову мережу.

Підняття рівня ґрунтових вод внаслідок зарегулювання річкової мережі в розрізі адміністративних областей представлено в таблиці 1.

При цьому враховуємо обхідну фільтрацію коефіцієнтом збільшення довжини підпору ставка (в середньому він становить 1,5 – 2,0). Водоносність та величини підпору водоносних горизонтів, що дрениються річковою мережею, суттєво впливають на об'єм підземного стоку.

Згідно [2] для розрахунку модуля підземного стоку та коефіцієнту підземного стоку використовуються відомі формули:

$$M = \frac{W_n}{F \cdot 31,8 \cdot 10^3} \quad (1)$$

$$y = \frac{W}{1000 \cdot F} \quad (2)$$

$$K = \frac{y_n}{x} \cdot 100\% \quad (3)$$

де М – модуль підземного стоку, л/(сек•км²), W_п – об'єм підземного стоку з площі річкового басейну, м³/рік, F – площа річкового басейну, км², у – шар підземного стоку, мм/рік, К – коефіцієнт підземного стоку, %, х – шар атмосферних опадів, мм/рік.

Таблиця 1

№ п/п	Адміністративна область	Площа адміністративної області, F, тис. км ²	Кількість ставків та водосховищ	Площа водної поверхні, f, км ²	Середня глибина, м	Об'єм, млн.м ³
1	2	3	4	5	6	7
1	Автономна республіка Крим	27,0	897	86	5,73	493
2	Вінницька	26,5	3286	347,4	1,73	602,3
3	Волинська	20,2	452	62,4	1,6	99,81
4	Дніпропетровська	31,9	1563	342,2	3,46	1183,9
5	Донецька	26,5	1161	282,3	3,85	1086,1
6	Житомирська	29,9	868	168	1,65	278
7	Закарпатська	12,8	68	15,60	3,88	605,3
8	Запорізька	27,2	925	111	2,37	263
9	Івано-Франківська	13,9	623	30,4	3,11	94,5
10	Київська	28,9	2447	258	1,72	44,8
11	Кіровоградська	24,6	2269	257	1,94	497,8
12	Луганська	26,7	417	93	3,25	302,5
13	Львівська	21,8	1262	103	1,75	180,6
14	Миколаївська	24,6	909	153	2,66	407,7
15	Одеська	33,3	883	851	3,39	2029,7
16	Полтавська	28,8	1339	223	1,9	424,5

1	2	3	4	5	6	7
17	Рівненська	20,1	656	101,8		147,29
18	Сумська	23,8	1245	144,4		275,73
19	Тернопільська	13,8	901	95	1,46	139
20	Харківська	31,4	1991	423	3,89	1644,7
21	Херсонська	28,5	391	336	0,99	333,7
22	Хмельницька	20,6	22	22,2		1,37
23	Черкаська	20,9	2349	229	1,59	363,2
24	Чернігівська	31,9	698	97	1,43	139
25	Чернівецька	8,1	485	172	17,71	3046
26	Україна	603,7	29962	5213	2,85	14841

Вплив наявності техногенних об'єктів (водосховищ і ставків) на втрату дренажної спроможності природних водних об'єктів можна приблизно враховувати коефіцієнтом озерності $K'_{ст}$:

$$M^* = \frac{W_n}{F \cdot 31,5 \cdot 10^3} \cdot K'_{ст} \quad (4)$$

де $K'_{ст}$ - коефіцієнт озерності, визначається за формулою:

$$K'_{ст} = \frac{F - f_{ст}}{F} \quad (5)$$

Дані розрахунку $K'_{ст}$ наведені в таблиці 2. Виходячи з величин $K'_{ст}$ можна зробити висновок, що наявність ставків та водосховищ на території не має сильного впливу на коефіцієнт підземного стоку. Причиною цього є те, що коефіцієнт озерності $K'_{ст}$ не враховує величини збільшення площі підпору території внаслідок підвищення рівнів ґрунтових вод.

Враховуючи підняття рівня ґрунтових вод і збільшення площі підпору після утворення ставків та водосховищ на рівні річкового басейну модуль підземного стоку на підтоплених територіях варто розраховувати за наступною формулою:

$$M^* = \frac{W_n - W_m}{F \cdot 31,5 \cdot 10^3} \quad (6)$$

де W_m – величина, що враховує зміну модуля підземного стоку внаслідок процесу підтоплення, л/(сек•км²), і розраховується за формулою:

$$W_m = 1000 \cdot y' \cdot \frac{\pi L^2}{4} \quad (7)$$

де L – довжина підпору ставка, y' – шар підземного стоку, який втрачається внаслідок процесу підтоплення:

$$y' = \frac{H_{\text{сер}}}{2} \mu \quad (8)$$

де $H_{\text{сер}}$ – середня величина підпору, м; μ – коефіцієнт водовіддачі.

Таблиця 2

№ п/п	Адміністративна область	$K_{\text{пл.ст.}}, \%$		Довжина підпору, L , км	$W_{\text{п}}, \text{км}^3/\text{рік}$	$M, \text{л}/(\text{сек} \cdot \text{км}^2)$
1	2	3	4	5	6	7
1	Автономна республіка Крим	0,32	0,99	5250	0,34	0,4
2	Вінницька	1,31	0,99	11800	0,25	0,3
3	Волинська	0,31	0,99	2634	0,60	0,94
4	Дніпропетровська	1,1	0,99	7501,8	0,16	0,6
5	Донецька	1,1	0,99	6060	0,24	0,29
6	Житомирська	0,56	0,99	4950	0,67	0,71
7	Закарпатська	0,13	0,99	354	1,53	3,8
8	Запорізька	0,41	0,99	5382	0,15	0,18
9	Івано-Франківська	0,22	0,99	3720	1,26	2,88
10	Київська	0,89	0,99	8745	0,59	0,65
11	Кіровоградська	1,04	0,98	9870	0,15	0,19
12	Луганська	0,35	0,99	2112	0,25	0,3
13	Львівська	0,47	0,99	7428	1,65	2,4
14	Миколаївська	0,62	0,99	3583	0,056	0,07
15	Одеська	2,56	0,97	4968	0,084	0,08
16	Полтавська	0,77	0,99	7632	0,50	0,55
17	Рівненська	0,51	0,99	3936	0,77	1,22
18	Сумська	0,61	0,99	7194	0,66	0,88
19	Тернопільська	0,69	0,99	5244	0,80	1,84
20	Харківська	1,35	0,98	6405	0,38	0,38
21	Херсонська	1,18	0,98	855	0,043	0,05
22	Хмельницька	1,1	0,99	9540	0,56	0,86

1	2	3	4	5	6	7
23	Черкаська	1,1	0,98	7735	0,29	0,44
24	Чернігівська	0,3	0,99	4098	0,78	0,78
25	Чернівецька	2,12	0,97	2892		
26	Україна	0,86	0,99	172866	13,0	0,68

Коли ж коефіцієнт зарегульованості річкової мережі більше 10 % та ставки із підземного стоку рекомендується виконувати за формулою [2]:

$$q_{\text{підз}} = \frac{q_{\text{мін}}}{\sqrt{K_{\text{пл.ст}}}} \quad (9)$$

де $q_{\text{підз}}$ – модуль підземного стоку в річкову мережу, л/(сек км²), $q_{\text{мін}}$ – мінімальний місячний модуль стоку річки, середній за період л/(сек•км²), $K_{\text{пл.ст}}$ – коефіцієнт, який враховує площу ставків в річковому басейні, %:

$$K_{\text{плат}} = \frac{f_{\text{ст}}}{F} 100\% \quad (10)$$

Проведені розрахунки свідчать про значний вплив підвищення рівнів ґрунтових вод внаслідок підтоплення на втрату дренажної спроможності території і зменшення модулю підземного стоку в цілому по областях України. Величина $W_{\text{м}}$, що враховує зміну модуля підземного стоку внаслідок процесу підтоплення потребує подальшого дослідження та розрахунків, оскільки може змінюватися в залежності від довжини підпору штучних водойм, середньої величини підпору та коефіцієнту водовіддачі. Враховуючи постійне збільшення площ підтоплення по областях України в останні роки, коефіцієнти підземного стоку будуть поступово знижуватись, що, в свою чергу, сприятиме подальшій зарегульованості території України.

Література

1. Яковлєв Є.О., Волошкіна О.С. Копка П.М. Вплив сучасних факторів регіонального підтоплення земель України на формування національних загроз // Екологія і ресурси. – К.: ІПНБ - № 12. – с. 15-36.

2. Бабинец А.Е., Белявский Г.А. Естественные ресурсы подземных вод зоны интенсивного водообмена Украины, - К.: Наукова думка, 1973. – 110 с.

3. Пособие к СНиП 2.06.15-85 «Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях.

Деякі аспекти оцінки оцінки стану підземних вод

Саніна І. В, Люта Н. Г.

*(Український державний геологорозвідувальний інститут
(УкрДГРІ), м. Київ, ekogeol@ukr.net)*

Сучасна еколого-геологічна обстановка, динаміка змін геологічного середовища в сукупності зі складними і неоднорідними природними умовами та значним техногенним впливом обумовили необхідність проведення комплексної системи досліджень геологічного середовища, координації для цього зусиль багатьох відомств та країн. В УкрДГРІ виконується ряд досліджень з оцінки екологічного стану геологічного середовища

Внаслідок значного техногенного впливу на геологічне середовище спостерігаються комплексні зміни геохімічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних умов, які в ряді регіонів призводять до стійкого погіршення природної обстановки і набули трансграничного характеру. Суттєвих змін зазнають гідрохімічні та гідродинамічні показники підземних вод. Геохімічна діяльність людини за своїми масштабами стала порівнянною з природними процесами в літосфері. Найбільш яскраво це виявляється у забрудненні компонентів геологічного середовища, в перше чергу ґрунтів, важкими металами. Крім того, внаслідок аварії на ЧАЕС в межах західного та південного „слідів”, на площі до 120 тис. км² відбулося значне радіонуклідне забруднення ґрунтів. Радіонуклідне забруднення поширилося на суміжні території Білорусі та Росії, спричинивши забруднення ґрунтів радіонуклідами та важкими металами.

В сучасних умовах інтегральна оцінка еколого-геологічних умов та виконання районування території за результатами

вивчення окремих компонентів геологічного середовища є актуальною і досить складною задачею.

Цільове призначення таких робіт – виявлення, картування та прогнозна оцінка закономірностей і динаміки негативних змін геологічного середовища (ГС) та його основних параметрів (геохімічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних), які безпосередньо чи опосередковано впливають на екологічний стан територій, регіонів, держави в цілому, а також підготовка картографічної основи для планування і проведення моніторингу геологічного середовища.

Одними з головних проблемних питань оцінки еколого-геологічного стану ГС є вивчення стану підземних вод і проблем, що з цим пов'язані. Серед загального складного комплексу робіт великого значення набуває оцінка захисних властивостей зони аерації. В УкрДГРІ в рамках досліджень даного спрямування виконано районування території з диференціації часу надходження забруднення до підземних вод першого від поверхні водоносного горизонту.

Зона аерації служить природним захистом підземних вод від забруднення у природних і екстремальних умовах. Її характеристики визначають час проникнення забруднення у перший від поверхні водоносний горизонт, у її межах здійснюються процеси сорбції та іонний обмін. Для умов України, де більша частина сільського населення (близько 70%) використовує води першого від поверхні водоносного горизонту, що зазнав техногенного забруднення нітратами, сульфатами, хлоридами, важкими металами, органічними сполуками тощо, дослідження з оцінки захисних властивостей порід зони аерації і прогнозування потрапляння забруднення у ґрунтові води набуває особливо важливого значення.

Оцінка природних захисних властивостей порід зони аерації виконана із застосуванням ГІС. Основними природними показниками, на яких ґрунтуються оцінки з визначення часу надходження забруднюючих речовин з поверхні землі до ґрунтових вод, стали її потужність і літологічний склад порід зони аерації.

Оскільки на території України існує вкрай обмежена кількість визначень коефіцієнтів фільтрації порід зони аерації,

дослідження такого спрямування набувають особливої актуальності. Вивчення фільтраційних властивостей порід зони аерації фрагментарно проводилися в процесі виконання спеціалізованих крупномасштабних зйомок масштабу 1:50000 у 70-роки минулого сторіччя та при спеціальних дослідженнях. Роботи з прогнозування проникнення радіонуклідів у підземні води виконуються у Науково-інженерному центрі радіогідроекологічних полігонних досліджень ІГН НАНУ під керівництвом академіка Шестопалова В.М. в межах полігонів, розташованих у 30-кілометровій Чорнобильській зоні.

За загально прийнятими методичними підходами оцінки захисних властивостей за природними показниками, прийнятими при укладанні та виданні „Карт природної захищеності підземних вод Української РСР масштабу 1:200 000” по 25 адміністративних утвореннях, які ґрунтуються на потужності порід зони аерації та наявності в ній слабопроникних порід (глин і суглинків), на території України ґрунтові води незахищені. Тому для отримання необхідних характеристик і диференціації території за умовами захищеності автори застосували відомі методичні підходи з визначення часу проникнення забруднення у ґрунтові води.

Як свідчать результати досліджень, максимальні значення загального часу руху в основному отримуються за рахунок слабопроникних прошарків.

З огляду на застосування можливостей ГІС при регіональних картографічних побудовах та подальшу систему оцінок захищеності ґрунтових вод, для виконання даного виду робіт були задіяні попередньо створені електронні карти потужності зони аерації та будови літологічного складу її порід масштабу 1: 1000 000. Кожна із залучених для цих побудов вихідних електронних карт була піддана попередній обробці, яка полягала в генералізації виділених підрозділів.

Для безпосередньої реалізації завдань з оцінки часу проникнення забруднюючих речовин в ґрунтові води авторами використані ГІС-технології (ArcView GIS 3.2a). Оцінку захисних властивостей порід зони аерації було виконано шляхом створення просторової моделі для визначення

взаємозв'язку між об'єктами за допомогою модуля Geoprocessing ArcGIS. Для створення моделі використовувався метод векторного накладання шарів, який дозволяє автоматично визначити області перетину об'єктів та територій, що зіставляються. В результаті створюється новий набір даних, в якому кожній результуючій області присвоєні атрибути обох вихідних.

Для розрахунку часу проникнення були використані інформаційний шар літологічних різновидів зони аерації та шар інформаційний потужностей зони аерації. Для кожного виділеного таксону, залежно від будови його розрізу, обчислення виконувалося за відповідними формулами. В залежності від розрахункового часу можливого проникнення на карті виділено 5 його градацій: <50 діб; 50-250 діб; 250-1000 діб; 1000-3000 діб; >3000 діб (рис. 3).

Хоча таке районування певною мірою умовне і схематичне, воно відображає загальну тенденцію можливого проникнення забруднюючих речовин у ґрунтові води. До того ж районування базується на об'єктивних даних щодо проаналізованої значної кількості достовірної інформації про літологічний склад, фільтраційні особливості і потужності зони аерації і цілком прийнятне при здійсненні загальних регіональних оцінок.

Про об'єктивність виконаних оцінок свідчить досвід виконання аналогічних робіт з оцінки захищеності ґрунтових вод від забруднення за російськими методиками, запропонованими для еколого-геологічних оцінок захисного потенціалу зони аерації території басейну Дніпра, що дає схожі результати.

Висновки.

1. Виконані роботи з оцінки захисних властивостей порід зони аерації в цілому дозволяють диференціювати досліджувану територію за умовами захищеності ґрунтових вод від забруднення. Даний інформаційний матеріал в сучасних умовах глобального техногенного втручання у довкілля набуває актуального значення і дозволяє виявляти, картувати та виконувати прогностичну оцінку закономірностей і динаміки негативних змін екологічного стану ґрунтових вод.

2. За результатами виконаних робіт визначено, що найменш захищені від забруднення території приурочені до Українського Полісся з мінімальними рівнями ґрунтових вод та переважанням піщаних різновидів у розрізі зони аерації. Низьким захисним потенціалом відрізняються заплавні і частково перші надзаплавні тераси рік в силу переважного піщанистого складу утворень, що їх складають, і неглибокого залягання рівня ґрунтових вод. Площа, з переважанням у розрізі зони аерації легкі, середні і важкі суглинки має середній і високий захисний потенціал.

3. Зіставлення в ГІС показників розрахункового часу проникнення забруднюючих речовин крізь зону аерації з переважаючим напрямком фізико-хімічної міграції хімічних елементів та існуючим рівнем забруднення, дозволяє визначити різний ступінь ризику забруднення ґрунтових вод та прогнозувати їх забруднення.

4. Використання запропонованих підходів при наявності достатньої кількості матеріалів детальних крупномасштабних досліджень з визначення потужності і літологічних різновидів порід зони аерації дозволяють виконувати розрахунки часу проникнення конкретних забруднювачів у ґрунтові потоки і таким чином оперативно здійснювати прогнозування та швидко реагувати у разі виникнення надзвичайних екологічних ситуацій.

УДК 502.63

Цифрова модель рельєфу річкових долин Дністровського каньйону та її представлення в ГІС

Триснюк В.М., Шумейко В.О.

(Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору; trysnyuk@ukr.net; shym1983@mail.ru)

Запропонована ГІС басейну р. Дністер з банком еколого-господарської та кадастрової інформації для підтримки прийняття рішень органами влади.

Світовий досвід довів, що найкращим способом представлення, зберігання та оброблення інформації, яка має просторову складову (географічну прив'язку), є геоінформаційні системи (ГІС).

Ключові слова: база даних, карта ГІС, моніторинг, басейн.

Актуальність проблеми. В прикладних аспектах охорони та раціонального управління водокористуванням особливої уваги заслуговує створення інформаційного середовища - тематична обробка космознімків в даних геоінформаційних та експертних систем різного рівня. Висока ефективність їх застосування обумовлена комплексністю оцінки еколого-санітарного стану поверхневих вод, а також параметрів, під впливом яких формуються ці стани. Вони характеризують динаміку основних процесів формування якості поверхневих вод. До цих процесів відноситься забруднення поверхневих вод точковими та дифузними джерелами. Враховуючи світові тенденції сталого розвитку проблема формування природно-техногенних водойм у Західному регіоні України є актуальною. . Управління і контроль за використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів охоплює великий спектр завдань [1]: забезпечення потреб населення і галузей економіки у водних ресурсах, ведення державного обліку водокористування та державного водного кадастру, здійснення гідроекологічного моніторингу водних об'єктів, здійснення заходів щодо екологічного оздоровлення поверхневих вод та догляду за ними, проектування, будівництво і експлуатація водогосподарських систем та об'єктів комплексного призначення, виконання заходів, пов'язаних із попередженням шкідливої дії вод і ліквідацією її наслідків, включаючи протипаводковий захист населених пунктів та земель, управління режимами роботи водосховищ комплексного призначення, водогосподарських систем і каналів тощо.

Для ідентифікації просторової складової ГІС-моделей адміністративних та басейнових утворень регіону можна використати два способи:

Через геоінформаційну карту: по нанесених на карту границях областей та районів легко з'ясувати які райони в яких областях, аналогічно — і по інших утвореннях. Другий спосіб варто застосовувати для ідентифікації інформаційної складової ГІС-моделей адміністративних та басейнових утворень регіону.

Аналіз попередніх досліджень. Проблеми моделювання гідроекологічної безпеки, на якій ґрунтуються екологічний

аудит, екологічний моніторинг та екологічна безпека, розглянуті в багатьох опублікованих роботах. Для України велике значення, щодо висвітлення проблем екологічної оцінки мають праці., Волошина І.М., Адаменка О. М., Архипової Л.М., Гуцуляка В.М., Мокіна Б.І. Іванова Є.А. та багатьох інших дослідників.

Розгляд даної проблематики пов'язаний з теоретичними аспектами ряду наукових дисциплін (рекреаційної географії, ландшафтознавства, екології, соціальної психології, термодинаміки), що потребує їхнього цілісного використання.

Виклад основного матеріалу. Цифрова модель рельєфу (ЦМР) — це засіб цифрового представлення тривимірних просторових об'єктів (поверхонь, рельєфів.

Найбільш розповсюдженими способами цифрового представлення рельєфу є растрове представлення, векторне представлення та особлива модель просторових даних, заснована на мережі TIN (англ. — "Triangulated Irregular Network" — "Триангуляційна нерегулярна мережа"), що апроксимує рельєф багатогранною поверхнею з висотними оцінками (оцінками глибин) у вузлах трикутної мережі [2].

Формально, методи ідентифікації та візуалізації ЦМР можуть бути застосовані і для роботи з поверхнями розподілу певних величин, наприклад, концентрацій речовин у створах регіону, котрі широко використовуються в тематичних картах.. Значна складність будови долини Дністра дає можливість аналізувати подібні ряди різноманіть. Зокрема для долини характерний надзвичайно різноманітний літологічний спектр порід, що відслонюються, з нетиповими, повнопрофільними, унікальними та із значною кількістю решток викопної фауни розрізами, особливо у східній частині каньйону. Глибоке вертикальне розчленування каньйону Дністра, наявність великих вузлів круто врізаних меандр і "меандрових" вузлів, широкий розвиток та різноманіття схилових місцевостей говорить про геоморфологічне різноманіття ландшафтів, яке водночас виступає передумовою кліматоресурсного ряду різноманіть. Оцінка вказаних вище різноманіть передбачає застосування параметрів функціонально-часового спрямування (функціональне, таксономічне, індивідуальне різноманіття .

При всіх варіантах оцінок природного різноманіття - різноманіття зв'язків, різноманіття просторових зв'язків, різноманіття ієрархічної організації, різноманіття елементарних територіальних одиниць - високі його значення ускладнюють господарське використання території, але водночас мотивують збереження ландшафтного різноманіття і визначають високу естетичну цінність. Зокрема, при високому значенні показника різноманіття відношень (на основі методу головних компонент), вирівняності потрібні значні зусилля на підтримку стійкого функціонування природно-господарської системи, що характерно і для досліджуваного регіону[5]. Території з високими значеннями показників різноманіття ієрархії, відносного багатства, різноманіття Шеннона сприятливі для організації рекреації. Показовими для визначення рекреаційної цінності долинних ландшафтів Дністра будуть індекси унікальності (інформативність) та фрагментації. Значне різноманіття просторових відношень Дністровського каньйону визначає естетичну цінність цієї території.

Растр — це прямокутний масив комірок одного розміру, які в сукупності є тематичними, спектральними або фотографічними даними. Основна перевага растрових карт від векторних полягає в їх неперервності. Векторні карти відображають дискретні об'єкти, а растрові — неперервні об'єкти, наприклад, рельєф місцевості.

Растровими дані є космічні знімки, скановані карти, фотографії тощо [3]. Приклад представлення рельєфу, отриманий за допомогою ГІС ArcInfo (ArcMap), подано на рис.1.

Створення кадастрових карт традиційними методами складне і трудомістке завдання. Великі перспективи перед картографуванням природно-господарських систем у межах річкових територій відкриває використання матеріалів аерокосмічного знімання. Для аналізу структури землекористування, виявлення зон поширення природно-антропогенних процесів та ареалів геохімічного забруднення в межах районів розроблення корисних копалин варто застосовувати аерокосмічні методи [4].

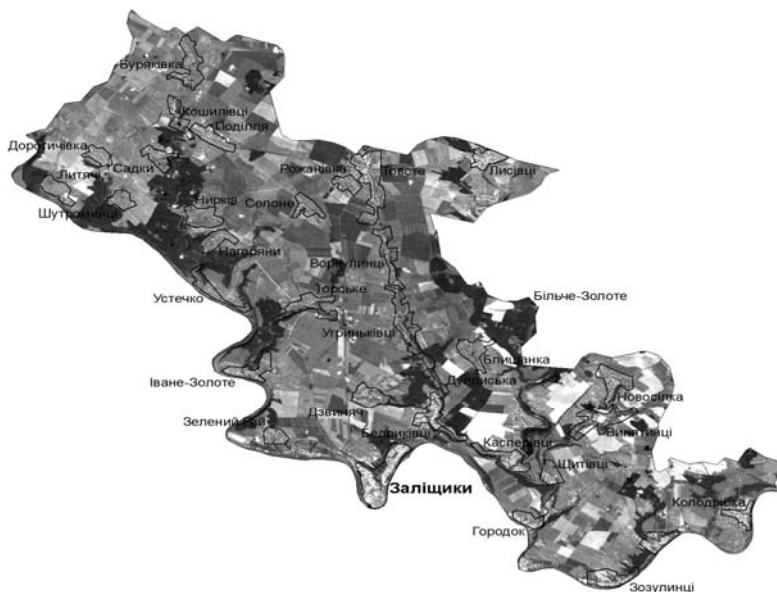


Рис. 1. Космічний знімок Дністрових долин з супутника Landsat 5.

Вся кадастрова інформація опрацьована за допомогою геоінформаційних технологій у програмному середовищі ArcGIS. Географічною основою для баз геоданих послужила цифрова карта регіону масштабу 1 : 200 000 із вказаними населеними пунктами, нанесеними залізницями, автодорогами, водотоками та іншими природними і техногенними об'єктами. Картографічна основа узгоджена із космознімками Spot DOI-10 і Landsat ETM+ із роздільною здатністю 10 і 30 м відповідно. Це дозволяло точніше дешифрувати досліджувані об'єкти та наносити їх на карту. Новим прогресивним методом вважають також повітряне лазерне сканування промислових об'єктів з одночасною прив'язкою через GPS-приймач до географічних координат. Матеріали знімання дають змогу створити 3D моделі рельєфу із точністю 15–20 см та аерофотомозаїку масштабу 1 : 1 000–1 : 5 000, отримати інформацію про конструкційні й експлуатаційні параметри інженерних споруд і будівель, розрахувати технічні параметри гірничих об'єктів

(кар'єрів, відвалів, відстійників тощо) за їхніми тривимірними моделями[6].

Створені регіональні бази геоданих є першим етапом у зборі та опрацюванні кадастрової інформації у регіоні. В подальшому, на їхній основі слід визначити функціональне призначення природно-господарських систем на території. Це дозволить зменшити ризик прояву небезпечних екзогенних процесів і забруднення складових природного середовища.

Важливою проблемою є оцінка масштабів, тенденцій та інтенсивності змін стану і режиму функціонування річкових систем, впливу цих змін на ризик небезпечних природних процесів та обґрунтування комплексу заходів для мінімізації їхнього негативного впливу на довкілля і людину. Зокрема, актуальними є наступні завдання:

1. обґрунтування схеми та алгоритмів використання можливостей ГІС у дослідженнях річкових систем, розробка відповідної структури ГІС ;
2. аналіз чинників функціонування річкових систем. їх впливу на стік води, розвиток ерозійно-аккумулятивних процесів у руслах, деградацію річок, ризик прояву небезпечних процесів;
3. аналіз структури річкових систем, горизонтальних і вертикальних деформацій русел, визначення тенденцій, масштабів та інтенсивності цих процесів;
4. геоінформаційний аналіз багаторічної динаміки стоку води і наносів, масштабів і тенденцій їх змін, визначення причин цих змін та оцінка їхніх еколого-географічних наслідків;
5. обґрунтування заходів з оптимізації екологічного стану геосистем, попередження і регулювання розвитку небезпечних процесів.

Головним результатом досліджень за цим напрямком є створення ГІС "Дністер" . Організаційна структура такої ГІС включає наступні блоки: збір, систематизацію, редагування даних, моделювання ретроспективного і сучасного стану геосистем та їх змін, синтез результатів, прогнозування еколого-географічного стану басейнових систем, обґрунтування пропозицій з його оптимізації. Головними тематичними блоками виступають: "система моніторингу екологічного стану

басейнових систем", "умови і чинники функціонування басейнових систем", "структура і функціонування річкових і басейнових систем".

Нами опрацьований алгоритм досліджень басейнових систем з використанням ГІС- технологій, який включає наступні етапи: оцінку наявності і придатності інформації про стан і функціонування геосистем; збір, систематизацію даних і формування баз даних; моделювання і оцінку чинників функціонування басейнових геосистем; аналіз і моделювання режиму функціонування річкових систем і розвитку морфодинамічних процесів; аналіз змін режиму функціонування геосистем; оцінка потенціалу розвитку небезпечних процесів, а також ризику його реалізації; районування сточища та обґрунтування комплексу оптимізаційних, процесореґулюючих і захисних заходів.

З використанням створеної ГІС проаналізовані чинники функціонування річкових систем і розвитку небезпечних процесів у їх басейнах. В результаті геоінформаційного моделювання виявлені причинно-наслідкові зв'язки між явищами, оцінений вплив різних явищ і процесів на еколого-географічну ситуацію тощо. За результатами досліджень створюється геоінформаційна модель потенціалу розвитку небезпечних процесів у верхній частині сточища Дністра з можливістю інтерактивної актуалізації вхідних даних.

Окрім регіональних баз геоданих створено локальні бази геокадастрової інформації, які включають дані щодо особливостей структури землекористування, виявлені зони розвитку небезпечних екзогенних процесів чи інші природно-господарські характеристики. Використання аерокосмічних та наземних методів вивчення природно-господарських систем є надзвичайно важливими при вирішенні актуальних питань їхнього обліку. Під час складання великомасштабних кадастрових карт (1 : 2 000 – 1 : 10 000 точність дешифрування аеро- і космознімків зростає за умов одночасного проведення кадастрових досліджень на ключових ділянках. Вдале розміщення ключів дозволяє достовірніше інтерпретувати результати дистанційного зондування для великих територій.

Висновки. Дано поняття цифрової моделі рельєфу (ЦМР) та наведено типові її представлення за допомогою ГІС-технологій: растрове та векторне представлення. Зазначено, що методи ідентифікації та візуалізації ЦМР можуть бути застосовані і для роботи з поверхнями (цифровими матрицями) показників забруднення місцевості, наприклад концентрацій речовин у створах регіону, що широко використовується під час побудови тематичних карт. Стан геосистем в районі Дністра проаналізовано за допомогою серії аеро- і космознімків високої роздільної здатності, що відображали різні часові зрізи. Визначено підхід до паспортизації річок що протікають у схожих гідрометеорологічних умовах по моделях геоданих. Таким чином, є важливою розробка геоінформаційної системи басейну р. Дністер з банком еколого-водогосподарської та кадастрової інформації про водний фонд, водні ресурси, використання водних ресурсів, якості води тощо.

Література

1. Андрейчук Ю., Ковальчук І. Застосування ГІС для аналізу рельєфу басейнових систем (на прикладі р. Коропець) // Геодезія, картографія і аерофотознімання. Міжвідомчий науково-технічний збірник . - 2003 - №63 - С.183 -188.
2. Де Мере М. Н. Географические информационные системы. Пер. с англ. - Москва: Дата+, 1999.
3. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмическое зондирование. Методология, принципы, проблемы. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 2007.
4. Ковальчук І., Іванов Є., Андрейчук Ю., Лобанська Н. Картографічне моделювання трансформації природного середовища людиною // Географія в інформаційному суспільстві: Зб. наук. праць. У 4-х т.: Мат-ли Х з'їзду УГТ. – К.: ВГЛ «Обрії», 2008. – Т. IV. – С. 65–66.
5. Триснюк В.М. Екологія Гусятинського району. Тернопіль. Тернограф. 2004. -219 с.
6. Міщенко Л.В. Геоекологічне районування: наукова монографія за редакцією О.М. Адаменка / Л.В. Міщенко. - Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2011. - 408 с., іл.

Формирование качества водных объектов с учетом влияния стока с сельхозугодий

А. И. Юрченко

*(Украинский научно-исследовательский институт
экологических проблем, г. Харьков, Украина,
lab2-2niiep@yandex.ru)*

Многочисленные экспериментальные данные, характеризующие качество воды водных объектов в регионах интенсивного земледелия, свидетельствует о том, что происходит загрязнение поверхностных вод биогенными элементами и остаточными количествами пестицидов. В связи с этим для охраны водных объектов от загрязнения агрохимикатами в районах интенсивного сельскохозяйственного использования земель необходимо проведение эколого-экспертной оценки на стадии проектирования или реконструкции оросительных систем, разработки проектов землеустройства и ввода в эксплуатацию богарных земель. При этом важным является выбор критериев оценки качества воды в водном объекте, наиболее приемлемых для характеристики воздействия на водный объект, оказываемого стоком с сельхозугодий.

В литературе имеется ряд подходов для решения данной проблемы. Сделана попытка оценить влияние биогенных элементов с использованием двух критериев: экологического и токсикологического влияния. Оценка роли стока с сельхозугодий в загрязнении вод по экологическому критерию производится исходя из соотношения $R_{\text{общ}} : N_{\text{общ}}$ в воде водотока.

Для оценки токсикологического влияния биогенных веществ на водотоки предлагается в качестве оценочного критерия принимать ПДК минеральных форм азота и фосфора.

Предложены также численные оценки качества воды водных объектов с использованием индекса качества и коэффициента загрязнения. В основе данных критериев оценки качества воды лежат также ПДК.

Наиболее общие требования к качеству воды водных объектов предъявляют "Правила охраны поверхностных вод от загрязнения", согласно которым содержание агрохимикатов в

воде водных объектов строго регламентировано предельно-допустимыми концентрациями.

Следовательно, существующие в настоящее время критерии оценки влияния стока с сельхозугодий на качество воды водоприемников, в основном базируется на сравнении определяемой концентрации ингредиентов в воде водного объекта с ПДК. При оценке влияния стока с сельхозугодий на качество воды водных объектов представляется целесообразным планировать выполнение исследований, состоящих из двух этапов: определение выноса (миграции) агрохимикатов с водосборной площади и расчета переноса и трансформации их в водном объекте. При этом собственно оценка влияния сельхозстока производится путем сравнения прогнозируемой концентрации агрохимикатов с существующими на данный момент нормативами (ПДК).

В результате многолетних натурных исследований формирования поверхностных вод в условиях поступления стока с сельхозугодий лабораторией природоохранных мероприятий в агропромышленном и топливно-энергетическом комплексах УкрНИИЭП разработаны методические подходы по определению выноса агрохимикатов в условиях богарного и орошаемого земледелия, а также расчета концентрации биогенных веществ и пестицидов в речной системе с учетом поступления поверхностного стока с сельхозугодий.

Методические подходы определения концентрации биогенных веществ и пестицидов в поверхностном стоке с сельхозугодий зоны неустойчивого увлажнения.

Поверхностный сток с сельхозугодий принято рассматривать как неточечный (рассредоточенный, диффузный) источник поступления агрохимикатов в водоемы и водотоки, роль и вклад которого в загрязнении водных объектов трудно бывает выявить. Формирование поверхностного стока с сельхозугодий и его качества является сложным, динамическим и многофакторным процессом со сложной системой взаимосвязей и взаимодействий. Неравномерность и спорадичность возникновения и прохождения поверхностного стока, многообразие и взаимозависимость факторов, влияющих

на миграционную способность пестицидов и удобрений, создают определенные трудности при изучении этого процесса.

Разработанная методика базируется на балансово-аналитическом методе, сущность которого заключается в том, что для некоторого объема пористой среды записываются уравнения изменения баланса воды и растворенных в ней веществ за определенный промежуток времени с учетом процессов, протекающих в рассматриваемом объеме и на его границах. Эти уравнения легко преобразуются в линейные уравнения 1 порядка с известными граничными условиями. При постоянных или мало изменяющихся во времени параметрах получаются наиболее простые решения этих уравнений. Такой подход позволяет оценить тенденции изменения качества поверхностного стока во времени (по расчетным интервалам) без учета колебаний внутри этих интервалов. В основе этой методики расчета лежат следующие представления о механизме выноса агрохимикатов поверхностным стоком с сельхозугодий:

- вынос пестицидов и удобрений формируется за счет совместного действия эрозионного и диффузного процессов при движении воды по поверхности и в межпоровом пространстве почвенного слоя;

- эрозионный вынос происходит в результате смыва и транспортирования частиц почвы с сорбированными на них агрохимикатами;

- диффузный вынос включает переход подвижных форм агрохимикатов из почвенного раствора в воды поверхностного стока под действием разности концентраций и транспортирования растворенных веществ поверхностным стоком в водные объекты.

Предлагаемые для расчетов математические зависимости связывают вынос агрохимикатов с величинами атмосферных осадков, поверхностного стока (водного и твердого), с параметрами, характеризующими исходную влажность почвы, ее физические и агрохимические свойства, с дозами, сроками и свойствами вносимых препаратов, определяющими их стабильность и миграционную способность.

Методические подходы расчета концентрации биогенных веществ и пестицидов в дренажном стоке с оросительных систем.

Рассмотрены оросительные системы, расположенные в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения, на которых орошение осуществляется дождеванием.

Формирование качества инфильтрационных вод начинается в пахотном горизонте почвы. Основными факторами и процессами при этом является поступление агрохимикатов с поверхности, расходование их растениями и микроорганизмами. Сформировавшийся под влиянием этих процессов «пакет» по мере передвижения к поверхности грунтовых вод под влиянием процессов молекулярной диффузии, гидродинамической дисперсии и сорбции изменяет свою «форму» (длину пакета и распределение концентраций мигрантов в поровом растворе). Исходя из балансовых соображений, с использованием приближенных решений уравнений конвективно-диффузионного массопереноса для случая свободной фильтрации с неполным насыщением пор, были получены расчетные зависимости, позволяющие определить качество инфильтрационных вод. Для определения концентрации агрохимикатов в дренажных водах была использована модель одномерного потока грунтовых вод (от междренья к дрене) с инфильтрационным питанием, являющимся источником поступления мигранта в водоносный горизонт.

Методические подходы расчета концентрации гербицидов в коллекторно-дренажных водах рисовых оросительных систем.

Формирование возвратных вод орошения риса происходит в пределах карты, состоящей из чеков, которые являются первичным элементом рисовой оросительной системы. При этом вода с поверхности чека и дренажный сток поступают в постоянные картовые сбросные каналы. В качестве расчетной схемы миграции гербицидов с чеков в картовые сбросные каналы принимается, что через некоторое время после создания слоя воды на поверхности чеков происходит смыкание оросительных вод с грунтово-ирригационными.

Дренирующее влияние сбросных каналов, даже если они глубокие, распространяется на небольшую часть ширины карты, так называемую «активную зону», в которой происходит основное движение грунтово-ирригационных вод к дрене. Под остальной частью карты образуется застойная зона, грунтовые воды которой не принимают участия в формировании дренажного стока.

Основными факторами, определяющими в конечном итоге величину выноса применяемых препаратов в коллекторно-дренажную сеть, являются почвенно-климатические условия, физико-химические свойства гербицидов, водный режим рисового поля и условия применения токсикантов.

К числу физико-химических свойств гербицидов, влияющих на их миграцию в системе почва-вода, относятся растворимость, летучесть, химическое строение. Полярность. Физико-химические свойства гербицидов оказывают влияние на длительность сохранения их в воде и почве рисовых чеков, степень сорбции почво-грунтами и, следовательно, миграцию в системе почва-вода.

Перераспределение гербицидов между водой слоя затопления и порового пространства почвогрунта зависит от скорости затопления чека. Водный режим рисового поля, определяющийся гидрогеологическими условиями и требованиями агротехники, также оказывает существенное влияние на величину выноса химическим препаратов.

Выявление основных факторов и установление взаимосвязи разных факторов, влияющих в конечном итоге на концентрацию гербицида в коллекторной воде, позволило разработать методику оценки выноса гербицидов с рисовых чеков в коллекторно-дренажную сеть. При этом концентрация гербицида в картовом сбросном канале определяется смешением вод поверхностных сбросов с дренажными водами. При расчете концентрации гербицида в грунтово-ирригационных водах, кроме гидродинамики потока, учитывается исходное распределение токсиканта в толще почвогрунта, концентрация гербицида в слое затопления, а также процессы деструкции и сорбции пестицида.

Методология расчета концентрации агрохимикатов в речной системе с учетом поверхностного стока с сельхозугодий.

Речной бассейн разбивается на субводосборы. Под субводосбором понимается часть территории моделируемого речного бассейна, примыкающая к правому (левому) берегу реки и охватывающая участок реки или часть речной системы. Совокупность субводосборов покрывает всю территорию рассматриваемого речного бассейна. Каждый из субводосборов представляется точечной моделью, что предопределяет принятие осредненных по площади субводосбора климатических, гидрологических, почвенных и др. характеристик. Таким образом, речь идет о модели с сосредоточенными параметрами.

Реальную речную систему или ее часть представляли в виде линейной модели речной системы. В первом приближении представляли ее в виде прямолинейных призматичных участков с прямоугольным профилем. Такое представление речной системы позволяет выполнять расчет скорости течения потока воды без привлечения кривых расходов в створах речной системы.

Безусловно, строгого пространственно-временного соответствия между теоретическими моделями – «точечная модель», «линейная модель» и, соответственно, субводосбор и речная система – не существуют. Однако возможность «диалога» с теоретической моделью посредством ее реализации на ЭВМ, позволяет в условиях неполноты информации получать сравнительную оценку вклада источников загрязнения в ухудшение качества воды речной системы.

Подготовлена первая редакция Методических указаний по оценке изменения качества воды речной системы под влиянием стока с сельхозугодий, включающая методики определения концентраций биогенных веществ и пестицидов в поверхностном стоке с богарных земель и коллекторно-дренажных водах оросительных систем.

Інформатизація лісової галузі: розробка та впровадження Державної інформаційної системи „Ліси України”

**В.В. Богомолов, **А.В. Полупан, **Т.А. Кочнева,
**Л.В. Алексеева, **О.В. Остапчик, **О.О. Куценко,
**О.І. Борисенко*

*(*Харківська лісовпорядна експедиція, ulabnit@gmail.com,
**Український НДІ лісового господарства та агролісомеліорації
ім. Г.В. Висоцького, labnit@gmail.com)*

Існуюча система інформатизації лісової галузі України та шляхи її модернізації.

Необхідність у зміні інформаційного забезпечення лісовпорядкування та одночасно з цим лісовпорядного проектування назріла, і потрібно знайти рішення, що дозволяють державі збільшити обсяги здійснення лісовпорядних робіт у максимально короткий термін, а організаціям, що працюють у лісі, отримувати максимально можливий дохід від використання лісових ресурсів, при цьому зберігаючи принципи постійного й невиснажливого лісокористування.

З розвитком і поліпшенням комп'ютерних технологій виникли нові можливості по накопиченню, обробці, зберіганню та аналізу лісовпорядних даних. Сьогодні ми переходимо на новий, більш якісний рівень вирішення завдань таксації лісових ресурсів. Стає можливим використання даних дистанційного зондування Землі, польових ГІС, автоматизованих робочих місць спеціалістів, потужного серверу бази даних для накопичення та зберігання лісовпорядної інформації.

Для накопичення, зберігання та поновлення інформації в лісовому господарстві необхідно створити інформаційну систему, яка буде базуватися на потужному сервері баз даних, включатиме в себе автоматизовані робочі місця (АРМ) спеціалістів всіх підрозділів та рівнів лісогосподарської галузі і матиме можливості для оперативного обміну даними між суб'єктами господарювання. Така система – Державна Інформаційна система «Ліси України» (ДІС) створюється зараз Лабораторією Нових Інформаційних Технологій УкрНДЛГА в

рамках науково-дослідної роботи по темі «Розробити Державну інформаційну систему «Ліси України»(ДІС)».

У багатьох розвинутих країнах такі розробки вже давно впроваджено у виробництво [6, 10]. Останні роки Китай активно займається інформатизацією лісової галузі [7, 9] та використанням польових ГІС на етапі лісовпорядкування [8]. Впроваджуються інформаційні системи в лісове господарство сусідніх пост-радянських країн [1, 11, 12].

Розробка, що пропонується, базується на всебічному аналізі існуючої системи управління лісами, визначенні її проблем і вузьких місць [3, 4, 5]. Вона призначена для створення загального і узгодженого бачення того, якою має бути система управління лісами і є практичним кроком до встановлення єдиної галузевої політики у сфері інформатизації і керованої комп'ютеризації в лісовому господарстві і особливо це стосується лісочористування.

Існуюча система управління лісами була створена ще в радянські часи, і до цього часу не зазнала детальних змін. Вона характеризується вузькою спрямованістю на вирішення господарських задач. Так, зокрема, бракує інформації відносно об'єктів природо заповідного фонду, рекреаційних ресурсів галузі, об'єктів наукових досліджень, інформації щодо лісового моніторингу, відсутня інформація щодо депонування парникових газів та зв'язування вуглецю лісами України, тощо. Цю обмеженість успадковують і інформаційні системи, що використовуються або розроблюються в галузі [2]. Картографічні матеріали є схематичними і не мають безпосереднього зв'язку, як з топографічною ситуацією, так і з даними землеустрою. Діюча інформаційна база лісовпорядкування нездатна оперативно надавати інформацію про координати, площі, межі водозбірних басейнів, населених пунктів, характеристики суміжних користувачів, об'єкти інших галузей народного господарства. Але екологічні проблеми і надзвичайні ситуації виникають і поширюються, незважаючи на межі лісових земель, і впливають не лише на лісове господарство. Труднощі виникають при вирішенні нестандартних завдань, зокрема, пов'язаних із екологічними проблемами і надзвичайними ситуаціями. Не опрацьована

єдина стратегія комп'ютеризації галузі, наслідком чого є відносно невисокий рівень і різномірність автоматизованих систем, що використовуються в окремих підприємствах. Виникає проблема обміну даними в електронному вигляді у межах системи управління лісами.

Вирішення окреслених проблем і забезпечення подальшого розвитку управління лісами потребує участі не лише комп'ютерних фахівців, але й керівників та спеціалістів, що працюють на всіх рівнях організації лісового господарства. ДІС «Ліси України» буде інструментом, що налагодить інформаційні потоки в галузі, і стане кроком до створення загального і узгодженого бачення того, якою має бути система управління лісами, встановлення єдиної галузевої політики у сфері інформатизації і керованої комп'ютеризації в лісовому господарстві.

Роботи по створенню великих інформаційних систем проводяться поетапно. Перший етап створення ДІС - автоматизація головного виду лісокористування: заготівлі деревини, починаючи від відводу лісосік до формування лотів необробленої деревини для продажу її на торгах лісової біржі.

Організаційна схема Державної інформаційної системи «Ліси України».

Перед створенням прототипу інформаційної системи було вивчено існуючі інформаційні потоки між підрозділами лісгосподарських підприємств. Ці потоки в вигляді документообігу, що регулюється галузевими угодами та розпорядженнями, були сформовані давно, містять багато надлишкових документів, часто є неінформативними. Але неможливо водночас змінити всі основи документообігу на рівні держави, тому розробка інформаційної системи «Ліси України» базується на існуючій системі передачі інформації між підрозділами. Але створювана модель даних є дуже гнучкою, і дозволяє поступово змінювати документообіг, ліквідуючи надлишкові, неінформативні звіти та форми, і додаючи нові.

На рис.1 представлена блок-схема інформаційних потоків між суб'єктами лісгосподарської діяльності після впровадження ДІС «Ліси України».

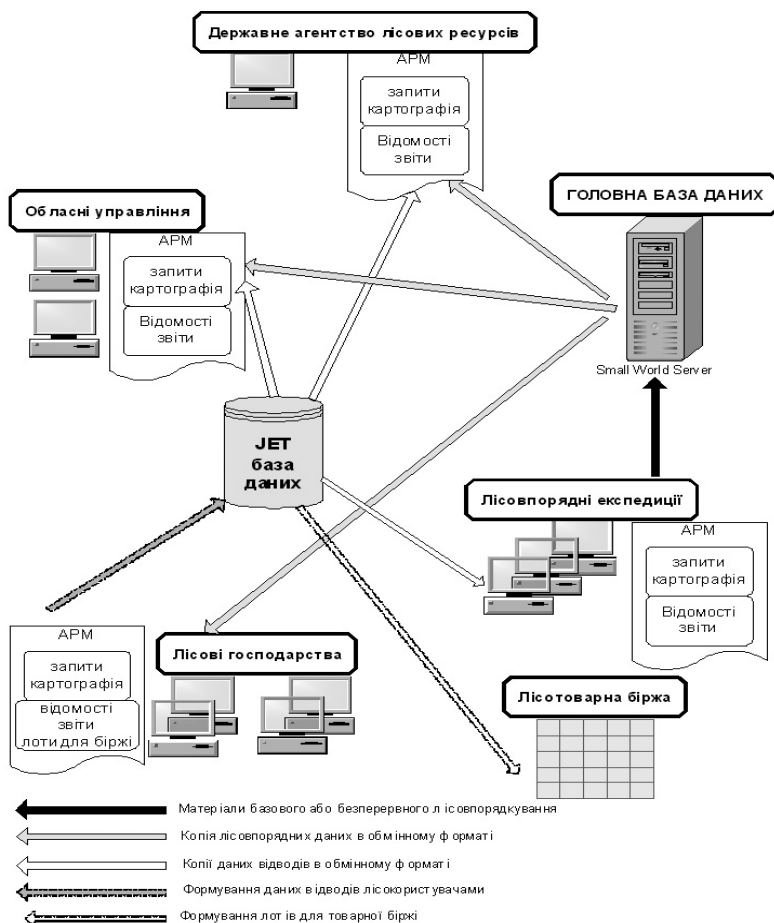


Рис.1 Блок-схема інформаційних потоків між суб'єктами лісогосподарської діяльності після впровадження ДІС «Ліси України».

Блок схема складається з 6 блоків:

Блок Лісовпорядні експедиції. Це блок первинного збору та обробки інформації базового лісовпорядкування, створення та наповнення як атрибутивної так і картографічної бази даних, планування лісогосподарських заходів, ведення безперервного лісовпорядкування з поновленням картографічних і атрибутивних даних. Після проведення базового або

безперервного лісовпорядкування, інформація надходить до головного серверу бази даних.

Блок Головна база даних. Головна база даних має зберігатися на сервері бази даних (реалізовано на SmallWorld GIS 4.0). База даних є топологічно - коректною, та тобто:

- полігональні об'єкти (виділи, квартали, населені пункти, водойми) є похідними від лінійних об'єктів (меж виділів, кварталів, доріг, тощо). Їх побудова контролюється вбудованими топологічними функціями;

- між всіма векторними об'єктами бази встановлені топологічні відносини, що не допускає різних некоректних ситуацій, наприклад, два полігони виділів не можуть накладатися один на одного, полігон кварталу має бути повністю заповнений полігонами виділів, не може бути «висячих» відрізків у межах виділів та лінійних виділах;

- кожен полігон виділу та відрізок лінійного виділу пов'язаний з записом у таксаційній базі, що, по-перше, дає можливість додаткового контролю правильності створення картографії, а по-друге, дозволяє швидко проводити розрахунок та ув'язку площ.

Сервер SmallWorld GIS 4.0 є достатньо потужний для зберігання даних на всю територію України, і дає можливість бачити всю територію одночасно, не розділяючи її на райони, чи лісгоспи.

Доступ до цієї бази організується згідно рівню доступу спеціалістів і вона відкрита лише для читання (дозвіл на зміну даних на сервері мають лише фахівці лісовпорядної експедиції). Для виконання запитів спеціалістами різних зацікавлених організацій має бути організовано віддалений доступ, реалізовані функції кодування результатів вибірок в обмінний формат і функції їх розкодування. В якості обмінного формату пропонується використовувати XML- формат, що зараз широко застосовується, особливо в Інтернет-продуктах.

Блок Лісові господарства Кожного року, після безперервного лісовпорядкування, лісгосподарське підприємство отримує вибірку з головної бази даних, яка включає в себе JET базу й картографію у форматі Mapinfo. Програмне забезпечення цього рівня складається з декількох

АРМ'ів, в задачі яких входить планування рубок, занесення даних GPS-зйомки відводів, формування даних в обмінному форматі для передачі в лісовпорядні експедиції і обласні управління, формування лотів для участі у торгах. Система має функціонувати як локально, так і в мережі.

Блок Обласні управління. Тут акумулюються дані по всіх лісгоспах області. Здійснюється аналіз лісгосподарської діяльності підприємств, які безпосередньо йому підпорядковані. Організовано віддалений доступ до JET бази з можливістю виконувати різні запити, як атрибутивні, так і просторові.

Блок Державне агентство лісових ресурсів. Здійснює аналіз та контроль за діяльністю обласних управлінь та підприємств, які безпосередньо йому підпорядковані.

Блок лісоторгової біржі. Здійснюється формування документації для продажу необробленої деревини.

АРМ інженера-таксатора.

На сьогодні повністю розроблено і впроваджено на базі Харківської лісовпорядної експедиції програмне забезпечення для АРМ інженера – таксатора. Підписано відповідний акт . Матеріали готуються до розгляду на науково- технічній раді Держагенства лісових ресурсів. Комплекс реалізується на базі SmallWorld GIS. Мова програмування Magik.

Робота таксатора проходить за таким сценарієм:

1. Підготовка до польових робіт: занесення в базу ортофотопланів, космічних знімків та інших картографічних матеріалів. Розроблене програмне забезпечення дає змогу використовувати будь-які растрові зображення, в автоматичному режимі імпортує файли прив'язки, що як правило постачаються разом з ортофотопланами та космічними знімками, дозволяє одночасно працювати з декількома растрами та будь-якими координатними проекціями.

На рис.2 показано діалог завантаження ортофотопланів.

Як бачимо, система дозволяє працювати з растрами різних типів, різної роздільної здатності, різних форматів. Така невимогливість до вхідних даних скорочує час на підготовку вхідних матеріалів. Те ж стосується і інших растрових даних – топокарт, абрисів, тощо.

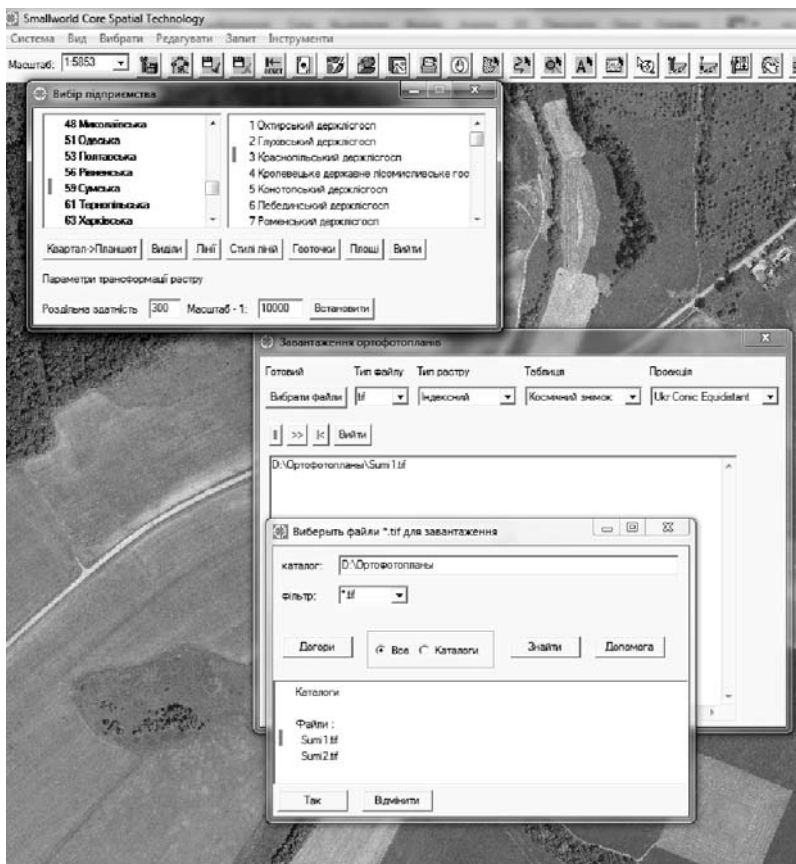


Рис 2 Завантаження ортофотопланів у SmallWorld GIS

Оскільки таксатору часто доводиться працювати з декількома растрами одночасно, постійно пересуватися по екрану, розроблена функція побудови «пірамід» при масштабуванні виду на екрані. Також реалізована функція конвертації кадастрових даних в формат, придатний для занесення в головну базу даних.

2. Занесення даних землекористування, в тому числі і у векторному виді, уточнення зовнішніх меж. Формування квартальної мережі та попереднє дешифрування видимих на знімках меж виділів. Така робота дозволить таксатору добре

підготуватися до польових робіт та значно скоротить час на їх проведення.

3. Польові роботи з використанням польової ГІС. Така ГІС також розроблюється лабораторією НІТ сумісно з Харківською лісовпорядною експедицією. При умові використання GPS – зйомки та портативних комп'ютерів, на польових роботах можна взагалі обійтись без паперових абрисів.

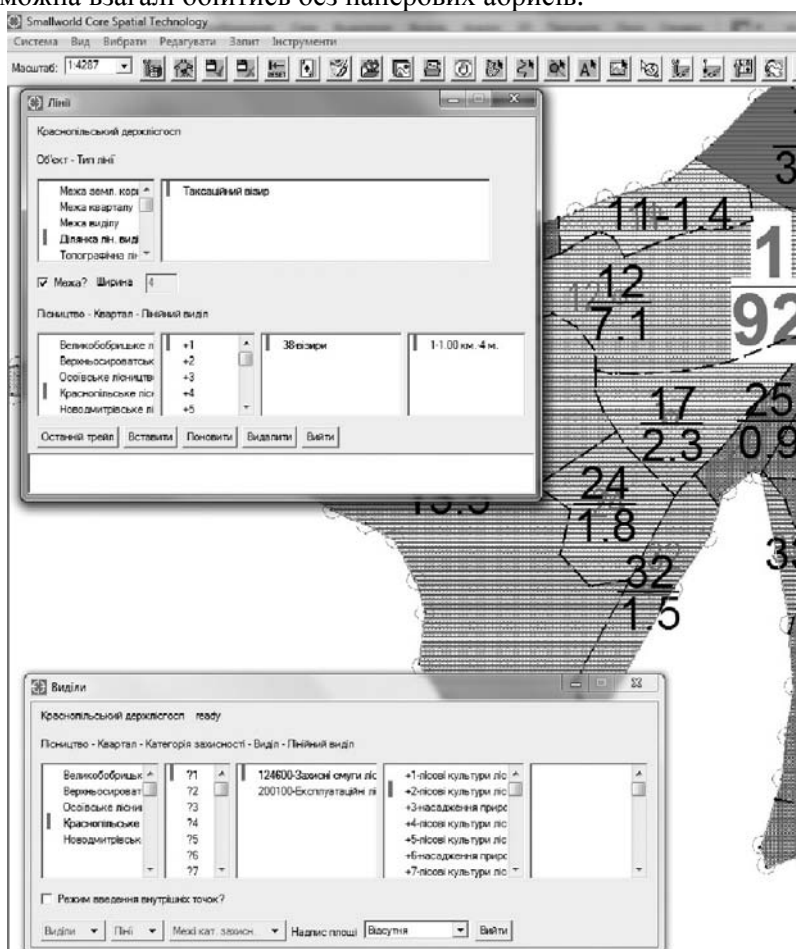


Рис.3 Фрагмент побудованої території з діалогами векторизації ліній та виділів.

4. Остаточна обробка польових матеріалів з можливістю занесення абрисів кварталів, формування атрибутивної бази даних. В системі є можливість імпорту бази, створеної за допомогою програм ULR, розроблених ВО «Урдержліспроєкт» ще за часів Радянського Союзу. На цьому етапі проводиться повний контроль занесеної інформації, відбувається топологічний контроль векторної геометрії, та ув'язка геометричних даних з атрибутивною базою. Автоматично проводиться розрахунок та ув'язка площ. Для сумісності з програмами ULR реалізована також вставка розрахованих площ в vff- файли. На рис.3 показано фрагмент вже побудованих виділів. В процесі роботи таксатор має змогу налаштовувати візуалізацію об'єктів, змінювати положення написів виділів та площ, тощо.

5. Заключний етап лісовпорядкування - підготовка та друк матеріалів лісовпорядкування : планшетів 1:10 000, планів лісонасаджень 1:25 000, схем 100 000, а також необхідних схем до проекту. Формування планшетів та планів насаджень проходить автоматично, таксатору потрібно лише скоректувати положення окремих фрагментів на електронному листі

Висновки:

При повному впровадженні ДІС «Ліси України» у виробництво галузь матиме єдиний сервер бази даних на всю територію України: з моменту занесення карток таксації і протягом всього циклу ведення лісгосподарської діяльності. Ця база буде цілісна, тобто картографічна інформація невід'ємна від атрибутивної, а всі взаємозв'язки між елементами контролюються на кожному етапі збору та обробки інформації. SmallWorld дає гнучку систему розробки програмного забезпечення та моделі бази даних, що дозволяє швидко вносити зміни та доповнення. Також він забезпечує розділення доступу до інформації фахівців різних рівнів і захист від несанкціонованого доступу.

Впроваджений обмінний формат XML дає можливість обміну даними з зовнішніми геоінформаційними системами. Використання системи призведе до значного скорочення часу на обмін даними між виробничими підрозділами, підвищить точність отримуваних матеріалів, надасть механізми для

швидкого аналізу лісогосподарської діяльності та забезпечить підґрунтя для вирішення суміжних задач, пов'язаних з лісокористуванням: логістичні задачі транспортування деревини та гасіння пожеж, боротьба з шкідниками, розрахунки балансу вуглецю, тощо.

Використані джерела

1. Дворяшин М.В. , Скудин В.М. , Корец М.А. Аэрокосмические методы мониторинга лесных территорий. Опыт применения в Восточной Сибири. Красноярск: Изд-во “ Литера Принт” , 2011.-152с.
2. Барладін О.В., Ареф'єва С.І., Скляр О.Ю. Розробка ГІС-сервера лісогосподарської галузі України: Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, серия «География». Том 24(63).2011 г. №3 С.24-32
3. Використання ГІС технологій в лісовому господарстві за допомогою мережі станцій диференційних поправок. Збірник наукових праць 10 Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях” Київ – Харків –АР Крим, 2011. – с.171-172
4. Полупан А.В., Богомолов В.В, Кочнева Т.А., Костяшкін С.І., Єна О.М. Досвід використання засобів глобального супутникового позиціонування і електронних вимірювальних приладів в лісовому господарстві. //Тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні технології управління екологічною та інформаційною безпекою територій.” Крим–Київ–Харків, 2005, с.106-107.
5. Богомолов В.В., Полупан А.В., Кочнева Т.А., Куценко О.А., Костяшкін С.І., Жадан, І.В., Остапчик А.В., Сорокоумов А.А., Романова Н.А. Організаційно-функціональна декомпозиція цільових задач інформаційної системи лісовпорядкування. //Матеріали міжнародної ювілейної конференції, присвяченій 75-річчю із дня заснування УкрНДІЛГА “Ліс, наука, суспільство” – Харків, 2005. – с. 61-62.

6. Laamanen, R. & Kangas, A. 2011. Large-scale forest owner's information needs in operational planning of timber harvesting – some practical views in Metsähallitus, Finnish state-owned enterprise. *Silva Fennica* 45(4): 711–727.
7. Zhao Xian-wen, Li Chong-gui, Si lin, Yuan Kai-xian, Tian Yong-lin. A new system of forest resources survey based on information technology. *Journa of Beijing Forestry University*. 2002'9(2):147-155.
8. LI Chong-gui, JIANG You-yi Development of mobile GIS system for forest resources second-class inventory. *Journal of Forestry Research* (2011) 22(2): 263–268 DOI 10.1007/s11676-011-0160-1
9. Xiaokui Xie • Qingli Wang • Limin Dai • Dongkai Su • Xinchuang Wang • Guang Qi • Yujing Ye Application of China's National Forest Continuous Inventory Database Environmental Management (2011) 48:1095–1106 DOI 10.1007/s00267-011-9716-2
10. Matthew Auer & Kenneth Richards, David Seesholtz & Burnell Fischer & Christian Freitag & Joshua Grice The U.S. Forest Service and Its Responsibilities under the National Environmental Policy Act: A Work Design Problem
11. <http://www.lesis.ru/>
12. <http://www.belinvestles.by/>

Науково-методичне підґрунття для ефективного використання ДДЗ

Буравльов Є.П.

*(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору НАН України.)*

В основу роботи [1-4] покладені класичні принципи, за якими в компонентах навколишнього середовища функціонують стабільні потоки речовини, енергії та інформації, що забезпечують його розвиток. Зміни зазначених потоків понад певні показники в наслідок антропогенних процесів стають причиною екологічно небезпечних процесів. У зв'язку з цим контроль за станом навколишнього середовища має реєструвати зазначені зміни, причини/джерела їх виникнення, а

також фіксувати можливі негативні трансформації в компонентах навколишнього природного середовища. Тому, в першу чергу, виникає потреба щодо контролю змін, що відбуваються в потоках речовини (масопереносу).

Система контролю за станом навколишнього середовища. Існуюча методологія оцінки екологічного стану в наслідок багаторічних наукових традицій побудована на хімічних, фізичних та фізико-хімічних засадах, тому доречним став розгляд об'єктів контролю саме з цих позицій. Оточуюче середовище теж можна розглядати як сукупність хімічних речовин, а навколишнє природне середовище з фізико-хімічних позицій є система з гомогенними (атмосферне повітря та вода) та гетерогенними (біологічні об'єкти, ґрунт, забруднені води та повітря з різними в тому числі механічними домішками тощо) складовими. Різноманітність та багатофакторність впливу на навколишнє середовище різних інгредієнтів також обумовлені головним чином зміною їх хімічних та фізико-хімічних показників. Саме такий підхід дозволяє здійснювати класифікацію речовин, що потрапляють у природне середовище і негативно впливають на його стан. В основу класифікації покладені фазово-дисперсні характеристики зазначених речовин (Таблиця №1), що дозволяє забезпечити передумови для їх оцінки і подальшого розподілення між компонентами навколишнього середовища, швидкості міграції в ґрунтах до рівня стояння ґрунтових вод та переносу за рахунок еолових процесів, а також розповсюдження ґрунтовими водами на інші території та безпосередньо у водний басейн.

Оцінка швидкості масопереносу дозволить визначити параметри вторинного забруднення навколишнього середовища та кількісно оцінити екологічний вплив інгредієнтів на його компоненти. Це може забезпечити умови для оперативного втручання та управління екологічними параметрами суспільного виробництва (зменшити викиди у повітряний і водний басейни, знизити використання ядохімікатів і хімічних добрив, виключити накопичення відходів в непридатних до цього місцях тощо) з метою створення необхідного рівня екологічної безпеки.

Таблиця №1 – Класифікація забруднювачів природного середовища

Забруднювачі	Фазовий стан	Дисперсність, мкм	Речовини
Води	Гетерогенні системи	більше 1,0	Завислі речовини, в тому числі нерозчинені пестициди, суспензії, емульсії і піни, частки ґрунту, піску та інше.
		1,0 – 0,1	Нерозчинні складові ґрунту, гумусові речовини та інше.
	Гомогенні системи	0,1 – 0,01	Продукти відмирання грибів, бактерій, водоростей; радіоколоїди, феноли, альдегіди, спирти, розчинені пестициди та інше.
		Менше 0,01	Солі, луги, кислоти, розчинені добрива, радіонукліди та інше.
Ґрунтів, ґрунтових вод	Гетерогенні системи	більше 103	Антропогенного походження (відходи, подрібнена порода, хімічні речовини)
		103-1	Пил антропогенного та природного походження
		10-0,1	Шлами, пульпи
	Гомогенні системи	менше 0,1	Розчинені в ґрунтовій воді хімічні речовини, сорбовані ґрунтами солі, луги, кислоти, радіонукліди та інше
Повітря	Гетерогенні системи	більше 1,0	Антропогенний пил, тверді частки
		1,0-0,01	Антропогенний дим, аерозолі
	Гомогенні системи	менше 0,01	Газоподібні антропогенні продукти

В цьому плані слід виділити головні компоненти природного середовища, через які здійснюватиметься транспорт забруднюючих речовин. На першому місті стоїть повітря, швидкість масопереносу в якому на три порядки вище ніж в гідросфері і на шість порядків вище ніж в ґрунтах.

Відповідно на другому місці стоятиме масоперенос в складових гідросфери (в т. ч. поверхневі, ґрунтові і підземні води). Система контролю повинна враховувати не тільки кількість забруднюючих речовин але і їх форми, що визначатимуть трансформацію в компонентах природного середовища. Вказані трансформації викликають як зміни в динаміці міграційних процесів, так і впливають на швидкість переходів із середовища в середовище, а також на рівень накопичення в окремих компонентах природного середовища, в тому числі і біоті.

З фізико-хімічних позицій контактні методи оцінки, які є головною складовою системи контролю, переважно побудовані на принципах безпосереднього аналізу зразків речовини. Виходячи з цього, контактні методи дають можливість визначати як окремі хімічні елементи або їх сполуки, так і цілі групи елементів і їх співвідношення в зразках, що аналізуються. Реєстрація відхилень від існуючих традиційних норм присутності окремих хімічних складових є головною метою контролю за станом навколишнього середовища. При використанні методів контактних вимірювань для визначення вмісту забруднюючих речовин сьогодні головна увага приділяється контрольно-вимірювальному обладнанню, що забезпечує надійність вимірів та аналізів, автоматичному режиму його роботи, безперервному характеру вимірів і досліджень, одночасній реєстрації різних параметрів та інше. Такими, що заслуговують на увагу для вирішення вказаних задач, стали аналітичні прилади і апаратура, які вже добре себе показали в науково-дослідній практиці. Окрім того, під конкретні задачі створюються нові ефективні вимірювальні комплекси на базі сучасних датчиків та комп'ютерної техніки, які можуть працювати в автоматичному режимі у тому числі і в контакті з дослідженнями ДЗЗ. Саме наявність в навколишньому середовищі поверхонь поділу (ґрунт/вода, ґрунт/повітря, вода/повітря, домішки в повітрі, воді тощо) дозволяє, використовуючи дистанційні методи локації, стежити за станом та виявляти виникаючі зміни. Адже згідно з класифікацією, абіотичні компоненти навколишнього природного середовища можна представити як спрощену фізичну модель, у відповідності з якою:

- ґрунти – це трифазна система, що складається з твердої речовини (породи), рідини (ґрунтових вод) та газу(повітря);
- гідросфера – це рідина, в якій присутні в якості забруднювачів розчинені компоненти та домішки твердої фази;
- атмосфера – це газ з домішками, в якості забруднювачів: викиди газів та сполук; компонентів дисперсної рідкої фази (аерозолі); домішок твердої фази (пилу, диму).

Відповідно до цього речовини, що забруднюють навколишнє середовище і утворюють з його компонентами гетерогенні системи, раціональніше контролювати дистанційними засобами, а ті що утворюють гомогенні системи доцільніше реєструвати контактними засобами. Але можливі випадки використання, наприклад, контактних засобів вимірювання при аналізах гетерогенних систем, а дистанційних – для дослідження гомогенних систем.

Поряд з роботами по контролю за кількісними показниками забруднювачів в компонентах природного середовища дуже актуальним є спостереження за їх потоками і можливими антропогенними змінами. Запобігання вказаним змінам може забезпечити вчасне виявлення певних тенденцій. Це дозволяє здійснювати ефективний екологічний моніторинг. Важливою складовою моніторингу є дистанційні методи контролю. Достатня чутливість методів дистанційного зондування, швидкість аналізу, можливість селективної реєстрації локалізації забруднень, їх координатна прив'язка, визначення термінів змін концентрації (динаміка), встановлення ізоліній концентрацій забруднень на базі географічних інформаційних систем тощо, робить їх обов'язковою складовою ефективної системи екологічного моніторингу. Виходячи з того, що кругообіг речовин та енергії в окремій екосистемі спирається на загальні кількісні характеристики, котрі визначають природно-кліматичний стан екологічних систем, пропонується використовувати дистанційні методи і для контролю за масопереносом в компонентах навколишнього природного середовища. Це дає можливість встановлювати націленість (спрямованість) вектора негативного впливу та його величину (абсолютне значення).

Просторові й часові масштаби контрольованих екологічних процесів є одним з визначальних факторів при обранні типу датчиків, платформ для їх розміщення і способу організації процесів контролю.

Датчики систем екологічного контролю можуть розміщуватися на наземних нерухомих і мобільних платформах, авіаційних і космічних носіях [1-2]. В роботі [1] більш детально аналізувалися можливості авіаційної платформи. На літаку-носієві можуть бути розміщені датчики, які виконують безпосередні вимірювання параметрів атмосфери та радіофізичні датчики, призначені для реєстрації власного, відбитого і розсіяного атмосферою, водною поверхнею і суходолом електромагнітного випромінювання.

Спроби розв'язання зворотних задач відновлення параметрів енерго- і масоперенесення на підставі числового ряду спостережень за компонентами природного середовища натрапили на певні обмеження. По-перше, це – неповнота знань про лімітуючі стадії вказаних процесів (коефіцієнти переносу за рахунок ерозії та в системах “грунти-грунтові води”, “рослина-грунти”, “рослина-тварина-людина” тощо). По-друге – обмеженість методичних можливостей при розпізнаванні сигналів відбиття і випромінювання аналізованих середовищ. Для одержання методами дистанційного зондування достатнього обсягу інформації про згадані вище перенесення в атмосфері, гідро- та літосфері необхідно використовувати комплекс датчиків, які перекривали б увесь доцільний для інтерпретації спектр електромагнітного випромінювання. Однак вартість і час аналізу всього обсягу одержаної інформації можуть бути неприпустимо великими. Для подолання цієї проблеми запропоновано ділити весь комплекс на окремі його складові (визначення оптимальної території, картування джерел забруднень, потоків їх поширення, місць забруднення, реєстрацію наслідків) і, в залежності від попереднього аналізу, вибирати тільки необхідний комплекс датчиків за критерієм “ефективність-вартість” (Таблиця 2).

Окрім інструментальних підходів щодо контролю за станом забруднення компонентів природного середовища останнім часом розвиваються методи, які дають можливість

встановлювати безпосередньо і припустимі впливи антропогенних навантажень. Це біологічні тест-системи. Надзвичайно ефективними в дослідженнях показали себе не тільки традиційно окремі біологічні види в якості тестів, але і в сукупності з ними або окремо хімічні тест-системи [1,2].

Таблиця 2 - Структура багаторівневої системи моніторингу

Рівні	Засоби контролю	Рівні	Задачі, що вирішуються
Державний	Аерокосмічні, на морських та річкових суднах	Державний центр і термінали користувачів екологічної інформації	Обґрунтування рішень (державний і міждержавний рівні) щодо екологічної політики
Регіональний	Автономні платформи, мала авіація, річкові судна	Регіональні центри і термінали користувачів екологічної інформації	Забезпечується раціональне природокористування та контроль за критичними об'єктами
Районний	Системи місцевих датчиків та полігонів	Місцеві центри і термінали користувачів інформації	Додержання екологічних нормативів, виключення кризових ситуацій.

Оцінка впливу антропогенних навантажень на навколишнє середовище. Отримані за допомогою системи контролю за станом навколишнього природного середовища результати вимірювань дозволяють здійснювати оцінку його стану та впливу на нього. Для оцінки впливу, наприклад, забруднень здійснюють співвідношення вмісту різних інгредієнтів із значеннями їх гранично допустимих концентрацій в компонентах навколишнього природного середовища. Значення гранично допустимих концентрацій в свою чергу лежать в основі визначення гранично допустимих викидів, які повинні на практиці забезпечувати дотримання екологічних нормативів. Однак, речовин, що забруднюють нараховується десятками тисяч, а існуючих на сьогодні методів визначення їх екологічної шкоди існує тільки для сотень. Такий стан справ у цій сфері

потребує нових підходів, особливо для розробки методики трактування даних дистанційного зондування навколишнього природного середовища та виробки природоохоронних рішень.

В теоретичному плані рішення визначених аспектів проблеми лежить в міждисциплінарній площині. Запорукою створенню методики оцінки співвідношення антропогенного навантаження і екологічної місткості є побудова на основі теорії відкритих систем реальної моделі екосистеми, або визначення кількісних параметрів, що характеризують залежність впливу антропогенних навантажень на біоту. Саме застосування цих підходів дає змогу в повній мірі простежити/оцінити динаміку і механізми протікання небажаних для природного середовища трансформацій під «тиском» антропогенних навантажень. Під їх впливом і виникають відповідні зміни в навколишньому природному середовищі. Саме визначення потужності сумарних антропогенних навантажень, які ще не починають призводити до зазначених змін в компонентах природного середовища, і може послужити основою для оцінки його екологічної місткості. Такий підхід надає змогу визначати координати розповсюдження антропогенних навантажень їх розподілення в компонентах навколишнього природного середовища і прогнозувати можливі небажані зміни під їх тиском. Перевищення гранично припустимих антропогенних навантажень екологічної місткості буде призводити до незворотних змін як в абіотичній складовій навколишнього середовища, так і біотичній. Показником невпорядкованості системи, що включає біотичну та абіотичну складові, є зміна її ентропії. Виходячи з цього, основою для оцінки антропогенного навантаження може служити рівняння балансу складових ентропії:

$$dSa = dSx + dSф$$

де: dSa – зміна ентропії, викликана антропогенним навантаженням; dSx , $dSф$ – складові навантаження, відповідно, хімічної та фізичної природи.

Мова йде, з одного боку, про такі різні за своїми масштабами рівні складових як, наприклад, елементарні

частинки, атоми, молекули та інше, які утворюють саму речовину. Їх поведінка описується відомим співвідношенням Больцмана:

$$S = k \ln P,$$

де: S – ентропія системи, яка характеризує її стан та можливу динаміку трансформації в бік еволюції або деградації; k – коефіцієнт пропорційності (для мікрорівнів – це постійна Больцмана); P – статистична вага параметрів, що характеризують стан системи.

З другого боку, існують такі окремі складові довкілля як організми, популяції, екосистеми, що його наповнюють та формують. Перші кроки до оцінки різноманітності біоти в екосистемах (їх кількісного складу) здійснили Макартур та Маргалеф. Ними був реалізований підхід до залучення оцінок кількості інформації, запропонований Шеноном, в екологію. Мова іде про оцінку біотичного багатства (наповненості) та різноманіття екосистем. Так, якщо $N_1, N_2, \dots, N_S$ – кількість окремих представників біоти $1, 2, \dots, S$, то:

$$N = \sum_{i=1}^S N_i; \quad D = \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

де: D – показник різноманітності, а $P_i = N_i / N$.

Наведені рівняння (Больцмана та Шенона) мають однаковий вигляд. Показник різноманітності (D) в біотичній складовій і характеристика невпорядкованості (S) – параметри, що описуються однаковими співвідношеннями. Саме це дає підстави говорити про вірність запропонованого підходу щодо комплексної оцінки.

Виходячи з цього, за допомогою першого співвідношення можна визначати кількісні показники антропогенних навантажень. За допомогою другого – реєструвати зміни в біотичній компоненті довкілля, які виникають під впливом надмірних антропогенних навантажень. Аналіз найважливішого показника стану екосистеми, яка знаходиться в стадіях еволюції, деградації або квазірівноважному стані, вказує на те,

що згідно з класичними уявленнями ентропія (Se) має дві складові:

$$dSe = dSo + dSa$$

де: dSo – зростання, викликане внеском довкілля; dSa – виробництво ентропії, викликане нерівноважними процесами безпосередньо в самій системі. Слід відзначити, якщо $dSe \leq 0$, то в екосистемі відбуватимуться квазірівноважні або еволюційні процеси. В протилежному випадку слід очікувати деградації екосистеми. Тому в якості комплексної оцінки пропонується використовувати показники зміни ентропії в екосистемах (грунтах, повітрі, водних екосистемах).

Прогнозування можливих наслідків. Найважливішою стадією екологічного моніторингу є прогнозування можливих наслідків та, на основі цього, вироблення ефективних природоохоронних рішень. Динаміка поведінки відкритих систем (в тому числі екологічних та суспільних) може розглядатися з позиції уявлень про самоорганізацію в нерівноважних умовах [4]. Мова йде про те, що у неупорядкованих системах, якими і є вищезгадані системи, внаслідок підвищення на них тиску навантажень (в тому числі екологічної, економічної та соціальної природи) може виникати їх соціальна організація (або реорганізація). Така організація фіксується в коливальних хімічних системах, популяціях, спільнотах тощо. Вона може бути описана таким рівнянням, яке, завдяки проведених робіт значно, розширило сферу свого застосування:

$$dX/dt = kX(N-X) - d_0X$$

де: dX/dt – зміна чисельності, наприклад, біокомпонентів в екосистемі або населення в регіоні; k – коефіцієнт відтворення зазначених біокомпонентів; d_0 – показник їх гибелі; N – величина, що характеризує здатність навколишнього середовища підтримувати існуючу екосистему.

З теорії стійкості витікає, що перехід до нового виду екосистеми може відбуватися при виконанні наступної нерівності:

$$N_2 - d_2/k_2 > N_1 - d_1/k_1$$

де: індекси 1 і 2 вказують на належність показників до “старої” та “нової” екосистем. Представлений методичний підхід вже знайшов своє втілення при оцінках потенціалів, які повинні забезпечити перспективи сталого розвитку [2].

Отже запропонований науково-методичний підхід, що ґрунтується на фазово-дисперсній класифікації забруднювачів навколишнього середовища та його компонентів і який дозволяє широко застосовувати положення загальної теорії систем, забезпечує:

- організацію ефективної системи контролю за навколишнім середовищем де провідну роль відіграватимуть методи ДЗЗ;
- виявлення джерел найкритичнішого впливу на навколишнє природне середовище;
- картування в автоматичному режимі території та вести постійний контроль за об’єктами підвищеної небезпеки (військові полігони та склади боєприпасів, АЕС, греблі водосховищ, потенційні зони затоплення та огнища тощо);
- моделювати режими раціонального природокористування, а також наслідки підвищених антропогенних навантажень на навколишнє природне середовище, виявляючи зони підвищеної екологічної небезпеки.

Джерела

1. Буравльов Є.П. Основи сучасної екологічної безпеки. К., В-во ВАТ “Інститут транспорту нафти”. 2000., 235 с.
2. Буравльов Є.П. Безпека навколишнього середовища, - К.: Ін-т пробл. Нац. безпеки,- 2004, - 320 с.
3. Гайченко В.А., Коваль Г.М., Буравльов Є.П. Основи безпеки життєдіяльності людини, - К.: МАУП, 2006, - 440 с.
4. Буравльов Є.П. Системологія: моніторинг і вектор розвитку, - К.: Ін-т пробл. Нац. безпеки,- 2008, - 260 с.

Екологічна складова інформаційної політики в державі

Вергун О.М.

*(Національний інститут стратегічних досліджень
vergun_ol@ i.ua, vergun@niss.gov.ua)*

Зростання ролі інформаційної політики у формуванні стратегії розвитку сучасного суспільства пояснюється не тільки економічними, а й технічними (тероризм), соціальними, організаційними (взаємозалежність структур у сучасному суспільстві) причинами. Екологічна сфера не є виключенням, оскільки багато еколого-формуючих систем (біосфера, гідросфера, літосфера тощо) у своєму розвитку наблизились або перейшли точку біфуркації, тобто перейшли на новий рівень розвитку. Тому сучасні ризики та загрози екологічного характеру вимагають створення дієвих механізмів їх попередження, враховуючи складний характер впливу природних і техногенних чинників. Зокрема, важливою компонентою цього процесу в сучасній екологічній політиці стає використання інформаційних ресурсів та можливостей.

Правове поле екологічної складової інформаційної політики в Україні сформовано Конституцією, Законами, кодексами та іншими нормативно-правовими актами. Порядок доступу до екологічної інформації в Україні регулюється Конституцією України, де відповідно до Ч.ІІ ст.50 кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення. Така інформація, згідно законодавства України, ніким не може бути засекречена.

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (від 25.06.1991 р.), положення «Про порядок надання екологічної інформації, затвердженим наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України» (від 18.12.2003 р.), а також нещодавнє прийняття нового Закону України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» та внесення змін у Закон України «Про інформацію» регулюють порядок доступу до екологічної інформації.

Україна є учасницею близько п'ятдесяти міжнародних конвенцій та двосторонніх угод, пов'язаних з охороною

довкілля. Серед міжнародних конвенцій стосовно екологічної інформації особливе місце займає Організація «Про доступ до інформації, участь громадськості у ході прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля», згідно якої визначаються головні пріоритети щодо формування політики доступу до інформації. Зокрема, відкрите та необмежене поширення суспільної інформації підвищує суспільне здоров'я, безпеку, загальний соціальний добробут, оскільки громадяни, які володіють достовірною та повною інформацією приймають зважені рішення щодо свого повсякденного життя, довкілля та майбутнього. Залучення широких верств населення надає йому розширені можливості доступу до екологічної інформації та випереджаючої розробки заходів з підвищення безпеки життєдіяльності; ключовим пунктом у цій справі є участь громадськості у процесі прийняття рішень з питань, які стосуються довкілля; до важливих компонент цієї проблеми можна віднести національні та міжнародно-правові системи, що закріплюють право громадськості до правосуддя у сфері охорони довкілля тощо.

На сучасному етапі розвитку України як держави з перехідною економікою екологічна інформація є основою для прийняття зважених рішень у сфері забезпечення безпеки життєдіяльності та сталого екологічно збалансованого розвитку на основі науково-обґрунтованих достовірних даних. Важливість таких рішень зумовлена їх спрямованістю на захист людського життя та довкілля в цілому, як під час надзвичайних ситуацій, так і в буденному житті громадян. Систематизована інформація про стан води, повітря, приземної атмосфери, безпеку харчового ланцюга людини є важливою з точки зору відсутності екологічних загроз здоров'ю та життю. Визначення якості навколишнього природного середовища відбувається значною мірою завдяки збору інформації про його стан. Пріоритетним заходом щодо стабілізації й поліпшенню екологічної обстановки в Україні є удосконалення і подільший розвиток системи екологічного моніторингу.

Екологічний моніторинг, як сучасна форма реалізації процесів екологічної діяльності за допомогою засобів

інформатизації та забезпечує регулярну оцінку та прогнозування стану середовища, екопараметрів життєдіяльності суспільства та умов функціонування екосистем для прийняття управлінських рішень щодо екологічної безпеки, збереження природного середовища та раціонального природокористування.

Відсутність дієвого механізму збору та систематизації узагальнюючої просторової інформації щодо збереження довкілля відчутна для керівників вищої влади нашої держави, українських екологів, оскільки оперативність, якість й достовірність даних про стан навколишнього середовища дозволяє в суспільстві ризику працювати на випередження загрози, а не на ліквідацію наслідків, яка поглинає величезні державні кошти.

На сучасному етапі розвитку України як незалежної держави екологічна політика - це політика безпеки життєдіяльності та зменшення екологічних ризиків. Одним із ключових питань екологічної політики є питання інформаційнообґрунтованого прийняття рішення щодо охорони довкілля та ефективного природокористування, насамперед, органами державної влади та управління.

Ефективність процесу прийняття рішень в екологічній сфері досягає завдяки достатній інформаційній дієздатності моніторингу, широкому впровадженню в природокористуванні технологій ПС та ДЗЗ і розвитку на цій базі механізмів, які дозволять подолати існуючі еколого-технічні проблеми найменшими затратами економічного, політичного та людського капіталу.

Філософські аспекти взаємовідносин людини і природи в умовах глобальної екологічної кризи

Губернюк Л.В.

*(Київський національний університет імені
Тараса Шевченка, gubernyuk@meta.ua)*

Філософія забезпечує культурі самопізнання, смислові орієнтири людського життя. Справедливо вважається, що істинна філософія є духовною квінтесенцією епохи, живою душею культури. Звичайно, соціальні джерела і соціальне

значення філософських вчень залежать від соціальних форм що викликають їх до життя. Хоча всесвітня філософія, по суті, обертається навколо "вічних" проблем. До їх числа належить і проблема взаємовідносин Людини і Природи, яка в сьогоденній переломний момент людської історії набула, на жаль, трагічного звучання. Серед численних соціально значущих проблем, що постали на порозі третього тисячоліття, головне місце зайняла проблема виживання Людства і всього живого на Землі. Людському буттю загрожує самознищення. Ця обставина, як і екологічні, науково-технічні і інші моменти, неодноразово інтерпретувалися мислителями самих різних світоглядних орієнтацій. Людина стала, як вважав президент Римського клубу А. Печчеї, сама для себе ахіллесовою п'ятою, вона - точка відліку, "в ній всі початки і кінці". З його точки зору важливо зрозуміти стан, в якому опинилася людина. Чому її дорога привела до катастрофи? Чи є ще час звернути з неї, а якщо є, то куди? Який шлях обрати? Яким цінностям віддати перевагу? В останні роки різко проявилися негативні для природи і самої людини наслідки антропогенної діяльності, що змушує пильніше вдивитися в систему екологічних взаємовідносин, замислитися над проблемою їх гармонізації. Чому мова повинна йти саме про гармонію людини з природою, і недостатньо говорити, наприклад, тільки про їх єдність? Справа в тому, що в силу своєї об'єктивної діалектичності суперечлива єдність людини з природою має місце і на тих етапах їх взаємовідносин, коли ці відносини загострені, як, наприклад, в даний час. Разом з тим потреба виходу з справжнього кризового стану викликає необхідність становлення особливої форми єдності людини і природи, яка і забезпечила б це. Такою і є гармонія людини з природою.

Людина, як і все живе на Землі, невіддільна від біосфери, яка є необхідним природним чинником його існування. Природа є передумовою і основою життєдіяльності людей, причому повноцінна життєдіяльність можлива тільки в адекватних природних умовах. Людина може існувати лише в досить певних і вельми вузьких рамках навколишнього природного середовища, яке відповідає біологічним особливостям його організму. Вона відчуває потребу в тому

екологічному середовищі, в якому проходила еволюція людства протягом всієї її історії. Як зазначає Н.Н. Моисеев, розвиток суспільства поза біосферою - це нонсенс! Можливість існування суспільства може бути гарантована тільки в контексті розвитку біосфери, і те тільки у відносно вузькому діапазоні її параметрів. Знання цього діапазону - життєва необхідність людей. Звичайно, кожна людина володіє можливістю пристосовуватися до мінливих (у певних межах) умовам нового для неї природного середовища проживання. Дж. Уайнер зазначає, що "Всі представники виду *Homo Sapiens* здатні виявити необхідну пластичність реакцій у відповідь на зміну зовнішніх умов". Однак при всій їх широті і мобільності, адаптаційні можливості людського організму не безмежні. Коли швидкість зміни навколишнього природного середовища перевищує пристосувальні можливості організму людини, тоді наступають патологічні явища, які ведуть, в кінцевому рахунку, до загибелі людей. У зв'язку з цим виникає нагальна потреба співвіднесення темпів зміни навколишнього середовища з адаптаційними можливостями людини і людської популяції, визначення допустимих меж їх впливу на біосферу виходячи з допустимих кордонів її зміни. "Людство як жива речовина нерозривно пов'язане з матеріально-енергетичними процесами певної геологічної оболонки Землі з її біосферою, - підкреслював Вернадський. - Воно не може фізично бути від неї незалежним ні на одну секунду". Інакше кажучи, людина як біосоціальна істота для повноцінної життєдіяльності і розвитку потребує не тільки якісного соціального середовища, але і в природному середовищі певної якості. Це означає, що поряд з матеріальними і духовними потребами об'єктивно існують потреби екологічні, вся сукупність яких викликана біологічними потребами людини.

Екологічні потреби - особливий вид суспільних потреб. Людина потребує певної якості природного середовища його перебування. Лише при збереженні належної якості таких фундаментальних умов існування людей як повітря, вода і ґрунт можливе їх повноцінне життя. Руйнування хоча б одного з цих життєво важливих компонентів навколишнього середовища призвело б до загибелі життя на Землі.

Отже, екологічні потреби такі ж давні, як і потреби людини в їжі, одязі, житлі і т.п. На протязі всієї попередньої історії їх задоволення відбувалося автоматично і люди були переконані, що повітрям, водою і ґрунтом вони забезпечені в достатку на всі часи. Протверезіння наступило лише декілька десятиріч назад, коли в зв'язку з наростанням загрози екологічної кризи став все гострішим відчуватися дефіцит чистого повітря, води і ґрунту. Сьогодні всім ясно, що здорове навколишнє середовище не менш значуще, ніж матеріальні і духовні потреби. Було б великою помилкою вважати, що з екологічною кризою можна справитися за допомогою одних лише економічних заходів. Екологічна криза зумовлена "стрілками", що направляли рух нашої технократичної цивілізації до конкретних цінностей і категорій, без корегування яких не можливо переходити до радикальних змін. При переорієнтації категорій поняття Природи повинне стати центральним, так, щоб саме ставлення людини до природи стало іншим. Важливо зрозуміти і прийняти нові ціннісні орієнтири, смислові установки, створити новий образ людини - людини гуманної по відношенню до самої себе і природи - в протигагу людині споживачеві. Без цієї глобальної філософської перебудови відносин в системі "Людина - Природа" всі заходи економічного, екологічного, науково-технічного характеру будуть мати лише приватне значення і не зможуть стати скільки-небудь серйозною перешкодою на шляху насунання екологічної катастрофи. Кінцевий висновок фахівців, що займаються цією проблемою, досить жорстокий: «Або вона (людина) повинна змінитися, або їй призначено зникнути з лиця Землі».

Розглянемо філософські аспекти взаємовідносин Людини і Природи в умовах близької екологічної катастрофи, шляхи і можливості формування тієї нової системи цінностей, за допомогою якої можна буде запобігти сповзанню Людства до власної загибелі.

Потрібно зазначити, що проблема ця, незважаючи на всю її актуальність, далеко не нова. Питання про відповідальність Розуму перед природою було поставлене ще в XIX ст. течією так званих російських космістів, розвинений в роботах Федорова, Вернадського та інших.

В XIX столітті, в міру загострення екологічної ситуації, у вирішенні проблеми гармонічних взаємовідносин Людини і Природи втягувалася все більша кількість філософів і вчених. Виникли навіть нові галузі знань: філософія екології, соціоприроднича історія, народжені на стику природних і гуманітарних дисциплін, що було викликано масштабністю і різноплановістю проблеми. Проблема взаємовідносин в системі "Людина - Природа - Цивілізація" належить до вічних філософських проблем. Не заглиблюючись дуже далеко в історію її становлення і розвитку, зазначимо, що перші екологічні кризи (локального характеру) були відомі ще в давнину і були тією основою, яка є наочною ілюстрацією життєвої важливості даної проблеми.

Будучи по суті невід'ємною частиною Природи, Людство в своїх відносинах з нею пройшло ряд етапів: від повного обожнювання і поклоніння природним силам до ідеї повної і безумовної влади людини над природою.

Катастрофічні наслідки останньої ми повною мірою відчуваємо сьогодні. Відносини Людини і Природи в XX столітті стали своєрідним центром, в якому сходяться і зав'язуються в один вузол різноманітні аспекти економічного, суспільного і культурного життя людей. Як зазначає Ф. Гіренок, сучасній людині «треба усвідомити той факт, що для неї немає привілейованого місця ні в природі, ні в космосі».

Природа і суспільство завжди знаходилися в єдності, в якому вони залишаться доти, поки будуть існувати Земля і Людина. І в цій взаємодії природи і суспільства навколишнє природне середовище як необхідна природна передумова і основа людської історії загалом ніколи не залишалася тільки лише пасивною стороною, що відчуває постійний вплив з боку суспільства. Воно завжди впливало і продовжує впливати на всі сторони людської діяльності, на сам процес суспільного життя, на соціальний прогрес взагалі, сповільнюючи або прискорюючи його, причому його роль в різних регіонах і в різні історичні епохи була різною. Так, на зорі розвитку людської цивілізації, коли люди задовольнялися переважно привласненням готових продуктів, суспільство знаходилося в абсолютній залежності від зовнішнього середовища. Подібно стаду тварин, первісні

люди після виснаження харчових ресурсів в одному місці переміщалися в інше, де було досить природних ресурсів для існування. Інакше кажучи, виснаження природних ресурсів, деградація природи вели до певних соціальних змін - міграції населення. Надалі, по міру розвитку продуктивних сил, залежність суспільства від природи постійно зменшувалась, людина все більше виходила з-під влади її стихійних сил. Але ця незалежність людини від природи виявилася ілюзорною, оскільки інтенсивний вплив на навколишнє середовище веде до різкого погіршення умов її існування, тобто екологічного дискомфорту. Більш того, наростання екологічних небезпек ставить під питання саме існування земної цивілізації, збереження заселеності планети Земля. Це свідчить про те, що в процесі відокремлення людини від природи її залежність не слабшала, а навпаки, зростала. Соціальний прогрес мав місце в історії лише в силу того, що екологічне середовище постійно відтворювалося. І в наші дні інтереси забезпечення майбутнього людського роду змушує людей все більше рахуватися із законами функціонування і розвитку біосфери. Однак діалектика взаємодії суспільства і природи виявляється і в тому, що не тільки навколишнє середовище впливає на суспільство, але і людина в процесі життєдіяльності накладає значний відбиток на природу.

Як зазначали К.Маркс і Ф.Енгельс, «історію можна розглядати з двох сторін, її можна розділити на історію природи і історію людей. Однак обидві ці сторони нерозривно пов'язані; до тих пір, поки існують люди, історія природи і історія людей взаємно обумовлюють одна одну».

Уже в давнину, в умовах античності і середньовіччя вплив суспільства на навколишнє середовище був вельми істотним, що приводило до локальних екологічних криз, внаслідок яких під пісками пустель виявлялися похованими руїни колись квітучих цивілізацій. Так, однією з причин загибелі держави Майя, цієї видатної цивілізації, було виснаження земель через застосування підсічно - вогневої системи землеробства.

Локальні (або регіональні) екологічні кризи, мали місце у всі епохи розвитку суспільства. Історії відомі досить великі екологічні лиха, зумовлені господарською діяльністю людини, і

в ті далекі часи, коли щільність населення в країнах, що зазнали цих лих, по нинішнім міркам, була нікчемно малою, а промисловості, в її сучасному розумінні, не було зовсім. Досить пригадати сумний досвід Месопотамії і Греції, де огрядні пасовища були вибиті худобою, або землі Лівана, де спустошення було викликано вирубкою ліванського кедра. У XX в. екологічні проблеми переросли в загальну екологічну кризу планетарного масштабу багато в чому "завдяки" тому, що саме в цей період людина стала активною стороною взаємодії в системі "людина - природа" і своїми непередбачуваними діями різко порушила баланс екологічної рівноваги. В цілому до XX в. активною стороною взаємодії була, як правило, природа.

Зміни клімату, природні катаклізми більше впливали на життя людей, ніж життєдіяльність останніх на природу. З того часу, як людина "порушила" закон природної еволюції, вийшла з його підпорядкування, знайшов шлях розвитку, відмінний від шляху розвитку інших живих організмів, починається соціоприроднича історія - історія взаємовідносин двох суверенних початків: суспільства і природи.

В цілому можна виділити наступні етапи взаємодії природи і суспільства:

1. Доісторичний (доцивілізаційний), коли має місце неусвідомлена співпраця, а протистояння носить неантогоністичний характер;

2. Історичний (цивілізаційний, сучасний). Для цього етапу характерні: наростання конфронтаційних, антагоністичних відносин між природою та суспільством; виробляє діяльність, яка веде до знищення природного місця існування, швидкої зміни природного ландшафту антропогенним, поступове усвідомлення згубності конфронтаційних відносин.

3. Постісторичний, постцивілізаційний (майбутній). Передбачає наявність альтернативи: або екологічна катастрофа планетарного масштабу, або повна перебудова філософської основи взаємовідносин Природи і Людини.

Отже, на даному етапі ми маємо цивілізацію технократичного типу, основні пріоритети якої націлені на подальше розширення влади над природою без урахування можливих наслідків; системи "Людина - Природа", в якій

стрілки різко зміщені у бік перетворюючої діяльності людини. З епохи Відродження, коли людина була поставлена в центр світобудови, а Природа поставлена їй у служіння, поволі складався тип технократичного мислення. З зародженням промислової революції та індустріалізму складалася відповідна сукупність уявлень про місце і роль людини в природі і суспільстві. Поступово найбільш розвинені наукові уявлення фізичних наук, особливо механіки, лягли в основу не тільки фізичної картини світу, але і стали ядром світогляду. Такий світогляд фактично допускає вседозволеність людського втручання в природу.

У той же час, будучи суто механістичним, він ігнорував етичний аспект в соціальній і екологічній практиці. Людина, що засвоїла світоглядні уявлення індустріальної епохи, схематично (механістично) уявляла собі соціально-історичний процес суспільного і соціоприродного розвитку, їх еволюцію вона оцінювала з точки зору кількісних трансформацій, забуваючи про можливість якісних змін.

Догматичність механістичного світогляду стримувала пошуки нових підходів до осмислення теорії і практики взаємодії природи і суспільства, а консервація індустріального типу розвитку суспільства, в свою чергу, обумовлювала живучість старих світоглядних орієнтирів. Філософське обґрунтування цієї системи (в спрощеному варіанті), таке: Людина в більшості розглядається як позаприродний об'єкт, Природа - як неживий склад ресурсів і багатств, які можна і треба використовувати відповідно до волі і бажання Людини. Іншими словами, паралельно посиленню тиску на природне середовище йшло формування відповідної філософії підкорення природи. Стало вважатися ніби само собою зрозумілим, що людина "цар природи" і може змінювати середовище існування як йому заманеться. Подібний агресивно-споживчий антропоцентризм становить світоглядну основу екологічної кризи.

Зараз, наприкінці сторіччя, в повній мірі проявилися всі явні і таємні вади подібної позиції. Ілюзія, що вдасться остаточно перемогти Природу, можлива тільки при забутті того

факту, що сама людина - частина природи, і знищення природи означає тим самим фізичну і духовну загибель людини.

Дисгармонія відносин між Людиною і Природою, частково викликана наркотоподібною звичкою споживати все більше і більше природних ресурсів, сьогодні опинилася в кризі, яка характеризується дедалі більш руйнівним зіткненням цивілізації і природи. Як вже говорилося вище, раніше всі загрози навколишньому середовищу мали локальний і регіональний характер, але сьогодні вони придбали стратегічний розмах.

Озонова діра над Антарктидою і зменшення озонового шару на всіх широтах, парниковий ефект, а також можливе знищення того кліматичного балансу, який робить нашу Землю придатною для життя - все це говорить про те, що протиріччя між людиною і природою, між природою і цивілізацією стають все сильніше.

Переможний хід раціоналістичного ставлення до природи, нещодавно ще так помітний в сучасному природознавстві і техніці, може обернутися безпрецедентним поневоленням людини. Адже людина, будучи істотою тілесною, також є природою, і її панування над природою означає і панування над людиною, спочатку над іншими, а потім і над самою собою.

Діалектика техніки полягає в наступному: з одного боку, вона доводить перевагу людини над природою, вона ґрунтується на здатності людини бачити речі не такими, які вони є в природному контексті, і тим самим робити їх придатними для своїх цілей. Але з іншого боку так само зрозуміло, що техніка сприяє найшвидшому, як екстенсивному, так і інтенсивному задоволенню потреб, причому в першу чергу потреб природних. Технократична цивілізація, звільняючи людину від влади природи, одночасно знову прив'язує її до неї, бо техніка створює нові потреби, тобто потреби в певному технічно опосередкованому способі задоволення самих потреб. Залежність людини від цивілізації виявляється також у вигляді проблем продовольства, сировини, енергії і інших так званих глобальних проблем. Виявилось, що ресурси вичерпані, що для цивілізації немає міцної опори, якщо вона руйнує структуру біосфери, несе в собі моральну деградацію людини. Люди не

можуть припинити змінювати природу, але вони можуть і повинні припинити змінювати її необдумано і безвідповідально, не враховуючи вимог екологічних законів. Тільки в тому випадку, якщо діяльність людей буде йти відповідно до об'єктивних вимог цих законів, а не всупереч їм, зміна природи людиною стане способом її збереження, а не руйнування. Невиправдане зміщення філософських акцентів в системі "Людина - Природа" призводить до того, що, спотворюючи природу, навколишнє середовище, людина спотворює і свою власну людську природу. Вчені вважають, що зростання числа душевних захворювань і самогубств у всьому світі пов'язаний з триваючим насильством надр, станом навколишнього середовища тощо. Спілкування з природою в змозі зняти стреси, напруження, надихнути людину на творчість. Спілкування ж зі знівеченим середовищем пригноблює людину, збуджує руйнівні імпульси, шкодить фізичному і психічному здоров'ю. Сьогодні зрозуміло, що спосіб життя, який вимагає все більшої кількості невідновлюваних ресурсів планети, безперспективний; що руйнування середовища веде за собою деградацію людини, як фізичну, так і духовну, викликає незворотні зміни в його генотипі. Показово в цьому відношенні те, що сучасна екологічна ситуація складалася в ході діяльності людей, спрямованої на задоволення їх зростаючих потреб. Подібна антропоцентрична стратегія перетворення природного середовища, зміни окремих елементів природного оточення без урахування системної організації природи загалом призвели до змін ряду чинників, які в своїй сукупності знижують якість природного середовища, викликають необхідність все більшої витрати сил, коштів, ресурсів для їх нейтралізації. Прагнучи до досягнення найближчих цілей, людина в результаті отримала наслідки, які не бажала і які часом діаметрально протилежні очікуваним і здатні перекреслити всі досягнуті позитивні результати. Загроза глобальної екологічної кризи свідчать про вичерпання можливостей саморегуляції біосфери в умовах зростання інтенсивності людської діяльності в природі. Землю не можна розглядати як щось відокремлене від людської цивілізації. Людство - лише частина цілого; звертаючи свій

погляд на природу, ми звертаємо його на самих себе. І якщо ми не зрозуміємо, що людина, будучи частиною природи, має на весь навколишній світ могутній і зростаючий вплив, що людина, по суті, така ж природна сила, як вітри і припливи, ми не зможемо побачити і усвідомити всієї небезпеки наших нескінченних зусиль вивести Землю з рівноваги.

Якщо в минулому, незважаючи на те, що відбувалися на локальному або регіональному рівнях незворотні зміни навколишнього середовища, природа сама справлялася з викинутими в біосферу промисловими та іншими відходами, оскільки їх загальний об'єм не перевершував її здібності до самоочищення, то в даний час, коли загальний обсяг забруднення природи істотно перевищує її здібності до самоочищення і самовідновлення, вона вже не в змозі впоратися з наростаючими антропогенними перевантаженнями. У зв'язку з цим людство вимушено взяти на себе відповідальність за збереження природного середовища в придатному до життяпроживання стані. Виникла гостра потреба в забезпеченні здорового життєвого середовища для нинішнього і майбутнього поколінь силами самої людини.

Роздуми про день наступаючому стають нагальною потребою суспільства. Технократична цивілізація опинилася на роздоріжжі, і передбачуваний вибір не можна назвати багатим: або подальше проходження шляхом дестабілізації і руйнування до глобальної екологічної катастрофи, або принципово новий шлях розвитку, заснований на абсолютно інших етично-філософських принципах, на ідеї рівноважного співіснування Людини і Природи.

Список використаних джерел

1. Алексеев В.П. Природа и общество: этапы взаимодействия. // В.П. Алексеев., Эколония и жизнь., № 2. – 2002. Режим доступа: www.ecj-lite.ru/Jornal/echol/2002-2-1
2. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. – М.: Наука, 1987, 340 с.
3. Гор Л. Земля на чаше весов. Экология и человеческий дух: Пер. с англ. / Л.Гор. – М. ППП., 1993 – 429 с. Жибуль Н.Я. Экологические потребности: сущность, динамика, перспективы. / Н.Я. Жибуль, Минск: Наука и техника, 1991. – 265 с.

4. Маркс К.,Энгельс Ф. Собрание сочинений 2-е изд., М.: Издательство политической литературы, 1955. – 650 с.

5. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. / Н. Моисеев. – М.: Мол. гвардия, 1990. – 315 с.

6. Хесле В. Философия и экология. / В. Хесле. – М.: Наука, 1993. – 178 с.

Веб-сайти нафто- та газовидобувних компаній як засоби отримання екологічної інформації

Клочко Т.О., **Журавель М.Ю., *Яременко В.В.*

*(*Національний аерокосмічний університет*

*ім. М.Е.Жуковського, **Північно-східний науковий центр*

*«СВНЦ Інтелект-сервис», ***СП «Полтавська газонафтова компанія»;* *klochko.ta@gmail.com)*

За наявності екологічної інформації краще та ефективніше вирішуються екологічні проблеми, приймаються виважені рішення. Тому законодавством гарантовано право громадян на екологічну інформацію, яке, з урахуванням існуючих правових положень, за своїм змістом охоплює сукупність можливостей, спрямованих на вільний доступ до інформації про стан навколишнього природного середовища (екологічна інформація) та вільне отримання, використання, поширення та зберігання такої інформації, за винятком обмежень, встановлених законом (ст. 9 Закону «Про охорону навколишнього природного середовища»). Громадяни вправі вільно збирати, (зберігати, використовувати і поширювати таку інформацію усно, письмово або в інший спосіб — на свій вибір (ст. 34 Конституції); одержувати таку інформацію в установленому порядку (статті 32—37 Закону України «Про інформацію»). Згідно з Орхуською конвенцією громадськість отримує можливість по підвищенню рівня інформованості з проблем навколишнього середовища.

Екологічна інформація є невід’ємною складовою частиною діяльності підприємства. Важливим засобом інформування та публічної декларації підприємством принципу екологічної відкритості є веб-сторінка. Дотримуючись законодавства України та керуючись загальносвітовою практикою сучасні

підприємства на своєму сайті мають додати екологічний розділ з правом вільного доступу.

Екологічна інформація — це будь-яка інформація про стан навколишнього природного середовища в письмовій, аудіовізуальній, електронній чи іншій матеріальній формі про події, явища, матеріали, факти, процеси і окремих осіб у сфері використання, відтворення та охорони природних ресурсів, природних компонентів та ландшафтів, охорони довкілля та забезпечення екологічної безпеки /1/.

Не вдаючись до детального опису проаналізуємо екологічні розділи деяких компаній.

Актуальні з першого погляду проблеми екологічного розділу сайту **компанії Shell** розглядаються не інформативно та не конкретно. Опис наведено загальними фразами, що не зацікавлює та не відображає діяльності фахівців.

Компанія BritishPetroleum (BP) проводить дослідження природних ресурсів у широкому діапазоні. Всі звіти, а також супутні дані опубліковані і доступні. Інформація надана докладно, з опціями друку. Надані зразки аналізів. Вочевидь BP прагне працювати з піклувальниками довкілля, оцінити ураження в результаті розливу нафти, оцінити плани відновлення для різних природних ресурсів, швидкої їх реалізації і потім контролювати роботу, щоб переконатися, що він є успішним. BP зобов'язуються проводити нові дослідження і колективно з піклувальниками отримати більше розуміння своєї діяльності. Поточний список досліджень доступний на сторінці досліджень.

Кольорова гама сторінок у пастельних зелених тонах. Надано фотографії по кожному інформаційному розділу.

ВАТ «Газпром» на своєму сайті має розділ «Охорона природи», помічений зеленою гілочкою. Це дуже різноманітний розділ під гаслом «Одним диханням с природой». Кожний підрозділ має свою різнокольорову піктограму. Надано кольорові цікаво оформлені діаграми, графіки, фотографії. З правої сторони сторінки наведені інформативні нотатки.

У доступі знаходяться екологічні звіти за останнє десятиріччя у форматі pdf.

Недоліком є деяка невпорядкованість інформації. Невдалою структуризацією відмічено весь сайт компанії. Мабуть це обумовлено великим масштабом діяльності.

Розробки ВАТ «Лукойл» по створенню екологічного розділу сайту обмежились мінімальним набором інформації. У дослідженнях довілля використовуються матеріали космічних зйомок, інформація яких є невід'ємною складовою моніторингу та включена у звіти. Також у звітах присутня складова частина ГІС-аналізу у вигляді тематичних узагальнюючих карт. У структурі розділу є вкладка «Сертифікати», де наведені копії сертифікатів на відповідність стандартам.

Сайт норвезької нафтової компанії «Statoil ASA» має сторінку «Навколишнє середовище та суспільство». Сторінка має на наш погляд найкращу серед оглянутих сторінок інформативність та відкритість інформації. Характерною рисою сайту Statoil є надзвичайно розвинений розділ, присвячений кліматичним змінам.

Слід зазначити, що існуюча на сторінці «Оцінка впливу та нормативних вимог» містить найважливіші наслідки для навколишнього середовища, природних ресурсів і суспільства запланованих дій з розвитку нафто- газовидобутку з пояснюючими схемами розташування виробництва та свердловин, картами, графіками. Наведені моделі розповсюдження забруднюючих речовин у просторі (карти ризиків). Оцінка впливу доволі детальна та зрозуміла. Документи класифікуються щодо типу діяльності.

Аналіз веб-сайтів провідних нафто- та газовидобувних компаній показує, що на кожному в тій чи іншій формі присутня інформація про охорону довкілля. Переважна більшість компаній мають розгалужену структуру сторінок, присвячених охороні довкілля. Розглянуто структуру екологічних сторінок таких компаній, як Shell, BritishPetroleum (BP), ВАТ «Газпром» та «Лукойл», «Statoil ASA». Як бачимо, не існує загально прийнятої структури екологічної інформації, кожна компанія має власну точку зору, обумовлену особливостями діяльності, розмірами компаній та іншими чинниками. Спільною рисою більшості сайтів є наявність інформації про основні засади діяльності з охорони довкілля,

перелік природоохоронних робіт та вивчення впливу на окремі компоненти середовища. Також розповсюдженою практикою є можливість завантажити з сайту нафтогазових компаній різноманітні екологічні звіти в форматі pdf.

На відміну від провідних світових компаній найбільші українські нафтогазовидобувні підприємства (ВАТ «Укрнафта», ДП «Укргазвидобування») надають дуже обмежену інформацію, з якої складається враження, що екологічні дослідження взагалі не виконуються.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». Верховна Рада УРСР; Закон від 25.06.1991 № 1264-XII.
2. Конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля (Орхуська Конвенція) (ратифікована Законом N 832-XIV (832-14) від 06.07.99)
3. http://www.shell.ua/home/content/ukr/environment_society/
4. <http://www.bp.com>.
5. <http://www.gazprom.ru/>
6. <http://www.lukoil.ru/>
7. <http://www.statoil.com>

Ризик-менеджмент

Буравльов Є.П., Зотова Л.В.

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України)

Надзвичайної актуальності реалізація ризик-менеджменту набуває сьогодні саме за умов того, що на протязі останніх 20 років кількість та масштаби стихійних лих, соціальних збурень, екологічних катаклізмів стають причинами виникнення у світовому господарському комплексі аварій та катастроф, а у економіці в цілому - втрат, кількість яких постійно збільшується і вже перевищила попередній рівень за аналогічний період у чотири рази [1]. Кількість людей, що загинули за цей же період в наслідок згаданих лих перевищила 3 мільйони [2]. З огляду на зазначене, ще у доповіді

Всесвітнього економічного форуму (Global Risks – 2008) прогнозувалося, що з початком світової кризи світ має стикнутися з суттєвим підвищенням рівнів природних, техногенних, економічних, соціальних і геополітичних ризиків. Сьогодні, на жаль, можна констатувати, що саме так воно і сталося, а існуючий нині в світі стан і рівень систем управління безпекою соціально економічної системи з їх орієнтацією на використання, переважно, економічних механізмів не здатен убезпечити людство від викликів, загроз, небезпек і в решті решт від постійно зростаючих втрат, які воно зазнає у наслідок негативних подій та надзвичайних ситуацій.

З одного боку слабо передбачуваний, а з іншого - швидкоплинний процес протікання небажаних ситуацій (стихійних лих, аварій, катастроф, соціальних збурень тощо) потребує від фахівців технології наукового передбачення конкретної проблеми для своєчасного напрацювання ефективних і цілеспрямованих кроків щодо виявлення та відвернення, а у подальшому і нейтралізації загроз ще на етапах їх зародження. І це на сьогодні є дуже актуальними як для розвинених країн, так і для тих що розвиваються. Особливо це важливо для України на нинішньому етапі гострого дефіциту ресурсів для реалізації реальних реформ з модернізації вітчизняної техносфери, розбудови громадянського суспільства та у протистоянні глобалізаційним проявам.

Значимість цього підвищується і в наслідок того, що світове співтовариство нині входить у нову тривалу фазу глибокої системної кризи. Прогнозні оцінки привертають увагу до того, що сьогодні слід очікувати подальшого поширення і поглиблення цілої низки небажаних факторів, а саме:

- зростання нерівномірності економічного розвитку, а відтак динаміки відновлення і вдосконалення господарського потенціалу і через це протиріч між розвиненими країнами і тими, які розвиваються, про що красномовно свідчать у тому числі і низька результативність екологічного форуму у Ріо-де-Жанейро (2012 р.);
- підвищення загроз виникнення аварій і катастроф внаслідок зношеності господарської інфраструктури,

обладнання та цілої низки технологічних процесів у сферах традиційної багатовідхідної господарської діяльності, особливо при намаганні країн, що розвиваються, переходити без попередньої модернізації до нових технологічних укладів;

- загострення дефіциту запасів природних ресурсів, і в першу чергу енергетичних (нафти, газу, вугілля, урану), що нині так інтенсивно споживаються людством;
- тиском на економіки країн, що розвиваються, транснаціональних корпорацій та ігнорування ними національних інтересів згаданих країн;
- виникненням нових видів техногенних загроз, обумовлених впровадженням новітніх технічних і технологічних рішень, а також зростанням на фоні цього терористичної діяльності у світі;
- активізацією стихійних природних явищ і збільшенням їх впливу на небезпечні об'єкти техносфери.

Нині кожна країна, з огляду на певну специфіку (структурний склад і фізичний стан техносфери, соціально-економічний та природно-ресурсний потенціали), має опрацьовувати адекватні заходи, які повинні давати відповідь на кожний черговий системний виклик, в умовах одночасного виникнення якісно нових і масштабних небезпек. Йдеться про те, що дослідження динаміки функціонування таких складних підсистем як соціум, природа і техносфера, що співіснують та розвиваються у окремій країні свідчить про посилення їхнього взаємовпливу, а відтак і збільшення у кінцевому підсумку джерел небезпек для життєдіяльності окремої людини. Звідси виникає необхідність такої модернізації системи національної безпеки, яка має бути здатною ефективно реалізовувати в державі механізми управління ризиками і, відповідно, підвищувати загальну стійкість в ній соціальних, природних і технологічних систем до сучасного спектру небезпек та зменшувати можливі збитки. Адже пріоритетами вітчизняних національних інтересів базовим Законом [9] визнано *«забезпечення екологічно та техногенно безпечних умов життєдіяльності громадян і суспільства, збереження навколишнього природного середовища та раціональне*

використання природних ресурсів». Тому саме сьогодні необхідне цілеспрямоване удосконалення державного управління, яке має стати:

- більш професійним, з орієнтацією на соціальні, економічні, техніко-технологічні та екологічні проблеми;
- націленим на інноваційний розвиток;
- більш прогностичним, ефективним і достатньо масштабним відносно сучасних загроз.

А це потребує наявності надійного науково-методичного підґрунтя та фахового потенціалу працівників, здатних реалізовувати політику безпеки, передусім, прогнозування виникнення небезпечних проблем, виділення в їх межах окремих стадій та визначення можливих сценаріїв їх розвитку - від первинного прояву аж до їх реалізації і можливого заподіяння шкоди (див. рис.).

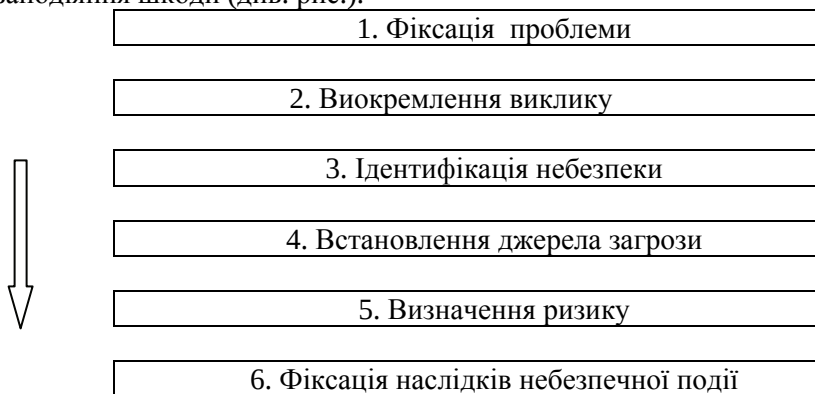


Рис. Еволюційний ряд стадій поінформованості щодо можливих небезпечних подій та їх негативних наслідків

1. Фіксація проблеми. Історичний досвід вказує на те, що суб'єктивне початкове сприйняття конкретної безпекової проблеми зароджується на двох взаємопов'язаних світоглядних позиціях. Йдеться, по-перше, про народження у свідомості людини упередженого ставлення до певних процесів або явищ, що виділяються із усього оточуючого «поля» подій. Фіксація здійснюється шляхом виділення окремих проявів на загальному фоні подій, що відбуваються у надсистемі «суспільство-техносфера-природне середовище». Мова йде про сфери

підвищеної небезпеки у життєдіяльності людини, а в техносфері це: магістральні трубопроводи, мости, сховища хімічних, радіоактивних вибухонебезпечних матеріалів, об'єкти атомної теплової і хімічної промисловості тощо. По-друге, - має існувати індивідуальне світоглядне бачення щодо унікальності (відмінності) виділеного з-посеред інших прояву (процесу, явища) у порівнянні із вже існуючими, або тими що вже відбувалися чи можуть відбутися у згаданій надсистемі. У техносфері це може бути оцінкою залишкового ресурсу безпечного застосування конкретних елементів конструкцій, споруд, машин, різної складності технологічних комплексів тощо.

Окрім зазначених обставин повинно привертати увагу, ще на етапі початкового сприйняття самого зародження безпекової проблеми, той факт, що процес або явище володіє надзвичайним потенціалом здатним у подальшому вивільнятися та розвиватися, особливо за умов їх вразливості під впливом природної аномалії. Бачення безпекової проблеми має обумовлювати, в першу чергу у фахівців і у так званої політичної еліти, здатність до сприйняття небезпеки, що тільки починає виявлятися і може стати першопричиною виникнення у майбутньому певних збитків або надзвичайних наслідків. Ця здатність у перспективі надаватиме необхідну основу для формування системного передбачення цілої низки стадій, що можуть виникати та призводити до розгортання небезпечної події, яка у перспективі викликатиме цілу низку чи серію вже згаданих негативних наслідків та, можливо, з проявами ефектів синергізму.

2. Виокремлення виклику. На цій стадії відбувається саме виділення на загальному полі «техносфера», «екосфера» або «соціосфера» тих явищ, які можуть не затухаючи розвиватися у небезпечну подію, впливаючи на суміжні процеси, а інколи і посилюючи їх. Від попередньої стадії ця відрізняється тим, що має на меті застосувати методологію «проектування майбутнього», завдяки якій згадані процеси або явища «віддзеркалюються/проектуються» на складових проекціях навколишніх (природного, соціального та техніко-технологічного) середовищ та на сукупному 3d форматі

загальної системи. Це у свою чергу дозволить визначати ту межу, за якою сконцентрований потенціал небезпечного процесу або явища може вивільнитися та ставати небезпечним. Виходячи із зазначеного, аналіз різного типу і природи процесів чи явищ, що можуть формувати у системі певний рівень небезпеки, має спиратися на виявлення просторово-часових параметрів, які і визначатимуть масштаб виникаючої критичної ситуації та координати утвореної нею «враженої системи». Враховуючи це, а також згідно основоположного «термодинамічного» принципу загальної теорії систем, слід обрати з поміж чотирьох загальних типів існуючих в природі систем [6], а саме ізольованих, квазіізольованих, відкритих і квазівідкритих, такі:

- квазіізольовані – з обмеженим перенесенням за межі системи, передусім, речовини, енергії, а також інформації. Саме тому безпечний стан обмежуючих та захищаючих бар'єрів, оболонок, захисних устроїв, кордонів тощо і визначатиме можливість вивільнення згаданого потенціалу небезпеки і рівень від цього можливої заподіяної шкоди;
- квазівідкриті – відрізняються здатністю до перенесення речовини, енергії, а також інформації. Саме зміни у режимах або рівнях надходження згаданих потоків визначатимуть загальну врівноваженість у функціонуванні системи та спроможність щодо формування дестабілізуючого (флуктуативного) потенціалу небезпеки його вивільнення і, відповідно, рівня можливої заподіяної ним шкоди.

Як свідчить практика, на фоні швидкоплинних процесів, що відбуваються в оточуючому нас світі, зазвичай не завжди помітні окремі аномалії, які при відповідних обставинах і знаменуватимуть сам виклик. Це потребує вже на цій, другій стадії застосовувати засади наукового моніторингу, який через реєстрацію первинних змін в системах дозволить «проекувати» наслідки і забезпечувати розпізнавання ступеню і перших ознак неупорядкованості оточуючих але розмежованих підсистем. Моніторинг має бути зосередженим на спостереження за взаємопов'язаною інфраструктурою компонентів техносфери з метою виявлення вже згаданих

аномалій - зачатків «старіння» при довготривалій експлуатації, вивчення основних «експлуатаційних» факторів, що впливають на стійкість, а також пошук заходів для попередження і усунення небезпечної події.

3. Ідентифікація небезпеки. Після реєстрації певного рівня нестійкості системи має відбуватися наступна стадія – ідентифікація небезпеки. Йдеться про встановлення, наприклад, для техногенного об'єкту/системи розмірів та фізико-хімічного складу усіх компонентів що її складають. Ідентифікований таким чином техногенний об'єкт має бути позначений системою координат в оточуючому середовищі. Це дозволить, передусім, попередньо визначити сферу можливої потенційної небезпеки і зробити черговий крок на шляху поінформованості щодо ймовірності реалізації можливої небезпечної події та спричинення нею певних негативних наслідків. Ідентифікація небезпеки - перший крок до багатовимірного осмислення можливого механізму, за яким при нагідності і розгортатиметься небезпечна подія. Адже встановлення її природи дозволяє зробити цілеспрямований крок до проектування рівня небезпечності можливої події.

Тут особлива роль має належати інтелектуальному багажу або базі знань, що повинні ґрунтуватися на положеннях загальної теорії систем, теорії катастроф тощо. Йдеться про врахування механізмів функціонування різних типів систем і, в першу чергу вже згаданих - ізольованих або відкритих. Так, наприклад, нині в нашій країні діяльність у сфері забезпечення природно-техногенної безпеки базується на підходах, які застосовуються лише до ізольованих систем. Тобто кожний небезпечний об'єкт розглядається як окрема підсистема без відображення існуючих зв'язків із загальною системою, що формується усією техносферою України. Саме тому структурами Міністерства з надзвичайних ситуацій і був проведений комплекс робіт, що визначив в техносфері України перелік критичних об'єктів (налічується понад 8 тисяч), які мають розглядатися як потенційно небезпечні або об'єкти підвищеної небезпеки. Це насамперед хімічно-, радіактивно-, вибухо- і пожежонебезпечні, а також гідродинамічнонебезпечні об'єкти, а саме:

- ядерні реактори та реактори в хімічній і нафтохімічній промисловості, домни та конвертори в металургії, коксові батареї в коксохімії тощо;
- нафто- та газосховища, нафто-, газо-, продуктопроводи;
- складські приміщення шкідливих речовин, боєприпасів, накопичувачі відходів;
- гідроспори (дамби, греблі, обвалування, шламонакопичувачі, ставки-охолоджувачі), тощо.

Безпека цих об'єктів у повній мірі залежить саме від їх ізольованості щодо навколишнього середовища. Як вказує практика, втрата стану ізольованості часто і ставала першопричиною виникнення аварійної ситуації. Небезпеки саме і концентруються у потенційно небезпечному об'єкті (ПНО) у зосередженій в ньому речовині чи енергії, які під час аварії можуть звільнитися через обмежуючу споруду, потрапляючи у навколишнє середовище та загрожуючи йому. Потенціалу таких інгредієнтів, зазвичай, набагато більше, ніж «місткість» природного середовища щодо їх знешкодження та самовідновлення. Це призводитиме в наслідок аварії до втрати природним середовищем здатності до регенерації і, як результат, – його деградації. Окрім того виникають загрози здоров'ю людей, а також може виникати на певній території зміна фізико-хімічних параметрів довкілля, що може призводити до нових аварій або до загострення проблем у сфері життєдіяльності населення цілого регіону (приклад - аварія на Чорнобильській АЕС, АЕС Фокусима).

Окрім квазіізольованих систем техносферу наповнюють також і квазівідкриті, до яких мають застосовуватися підходи, що базуються на засадах теорії відкритих систем. Тут йдеться передусім про усілякі транспортні та енергетичні мережі, агропромислові комплекси, поверхневі водні господарчі об'єкти, зони меліорації, а також ті господарські території, що вже, на жаль, зазнали антропогенного впливу. Це зони підтоплення, суфозій і карсту, забруднених, заболочених та еродованих земель тощо. Характерними ознаками такого типу систем мають бути такі особливості, що відрізняються:

- *незворотністю* - спрямованістю у певному напрямі під впливом вже сформованого (вивільненого) потенціалу

небезпечної події і який стимулюється зовнішніми та внутрішніми чинниками;

- *неврівноваженістю* - нездатністю самостійно врівноважуватися за умов наявності саме потенціалу, що спонукає і загострює небезпечну подію;
- *флуктуативністю* – характерною особливістю переходити під впливом потужного потенціалу небезпечної події з поточної стадії на нову з якісно іншими небажаними показниками і, відповідно, наслідками.

На цій стадії ідентифікації небезпеки має здійснюватися попередній аналіз місця виникнення подібних подій, динаміки їх протікання, масштабів і вірогідності їх повторення, а також можливих рівнів негативних наслідків, що можуть очікуватися.

4. Встановлення джерела загрози це етап, що має націлити зусилля фахівців на уточненні масштабів і природи безпосереднього джерела небезпеки, яке вже має чіткі координатні показники. Окрім того має бути здійснене проектування вже можливого об'єму та масштабів завданих ним збитків. Тут йдеться про ймовірну системну трансформацію, що може відбуватися в оточуючому середовищі під впливом ідентифікованої небезпеки. Мірилом зазначених трансформаційних змін має виступати, передусім, показник впорядкованості або рівня невпорядкованості системи, а саме її ентропія (ΔS). Тобто відхилення від «нормального стану» визначатиме міру невпорядкованості – зміну ентропії. В той же час зростання невпорядкованості одночасно призводить і до зростання ризику виникнення змін в системі. Відповідно, згадані положення можуть бути використані у справі проектуванні заходів з підвищення рівня безпеки складних квазіізолюваних технологічних, а також і квазівідкритих та відкритих систем.

До цього слід також додати результати спостережень відносно того, що спільною умовою для зазначених систем є дотримання режимів внутрісистемної збалансованості, яке передбачає протікання процесів у ламінарних стадіях. Зокрема, наприклад, для техногенних систем йдеться про дотримання узгоджених і безпечних норм, які встановлюються завдяки

повсякденної практики або технологічних регламентів. Але у випадках, коли у процесах, що протікають, мають відбуватися збурення (турбулізація) і їх функціонування має зміщатися під зовнішнім або внутрішнім впливом до передбачуваного для системи критичного стану, то мають вживатися додаткові заходи щодо виключення виникнення надзвичайного явища. Тут йдеться, передусім, про виключення режимів з так званою позитивною реактивністю, а також і тих, в яких згаданому передбачуваному критичному стану передуватиме фаза накопичення змін. Це зміни, що викликані зростанням надмірного перевантаження, наприклад, втратою екологічної «місткості» в природних господарських системах або допустимої стійкості в техносфері в наслідок виникнення дрібних дефектів у обладнанні чи зміною технологічного режиму внаслідок відхилень від нормативних процедур тощо. Період протікання такої фази «накопичення» може бути дуже широким за терміном. Самі по собі зазначені «дефекти» чи відхилення ще не несуть загрози, але у певний момент вони можуть стати тими додатковими поштовхами, що призводять у кінцевому підсумку до можливого виникнення небажаної події.

Тому задача фахівців – досліджувати механізми і динаміку розвитку, пропонувати найоптимальніші режими функціонування і прогнозувати/проектувати можливі негативні явища та запроваджувати найраціональніші шляхи щодо їх уникнення або вчасного подолання. Все це дозволить здійснювати постановку конкретної задачі. Вона має згуртувати відповідних виконавців і інституції, які вони представляють, у справі проведення моніторингу щодо можливої загрози. Саме на цій стадії має здійснюватися попереднє передбачення можливих небажаних наслідків, що можуть виникнути при реалізації небезпечної події.

5. Визначення ризику. Суб'єктивне сприйняття ризику історично пов'язане з двома ключовими факторами, що впливають на відчуття відносно нашої безпеки. Мова йде про страх (то, на скільки ми боїмося потенційно можливого випадку) та такий фактор, як знання/контроль (ступінь володіння ситуацією). Саме тому у сфері визначення безпеки взятий на озброєння вже згаданий підхід, з допомогою якого

здійснюють визначення ризику (добуток можливих наслідків та імовірності виникнення небажаної події). При цьому показники можливих наслідків визначаються, наприклад, в кількості померлих або травмованих, у завданій суспільству шкоді (збитках).

Визначенню реального стану і рівню, безпосередньо, техногенної безпеки має сприяти науково-методичний досвід напрацьований і, що і нині накопичується вітчизняними вченими, які виконують роботи за Цільовою комплексною програмою «Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин» [7, 8]. При проектуванні імовірності виникнення системних загроз в техносфері слід враховувати, що вона сьогодні оцінюється переважним чином за двома науково обґрунтованими методологічними підходами. Мова йде про символічний та топологічний підходи до моделювання вірогідності виникнення загрози. Так, символічні моделі, це сукупність функціональних співвідношень, що визначають залежність вірогідності небажаних змін в системі від показників ризику окремих складових, параметрів їх обслуговування та експлуатації. У відповідності до видів використаних математичних операторів (функцій) виділяють символічні моделі визначення зазначених показників імовірності різних класів. Тут йдеться як про системи ймовірно-інтегрованих та ймовірно-диференційованих рівнянь, так і матричні, логіко-імовірнісні та логіко-статистичні моделі. Найбільше застосування у сфері визначення ступеню безпечності окремих об'єктів техносфери та техногенних систем мають дві останні системи моделей.

Топологічна модель (граф) оцінки імовірності виникнення системної загрози, це графічне відображення впливу показників імовірності виникнення загрози окремих складових об'єктів, що складають систему, на режим функціонування системи в цілому. За допомогою таких моделей визначають показники вірогідності виникнення загрози. Наприклад, надійність виробництва з врахуванням особливостей його експлуатації та технічного обслуговування. Серед топологічних моделей виділяють блок-схеми визначення ризику, дерева відмов, параметричні та сигнальні графи тощо.

Не зважаючи на те, що вчені вже досить давно використовують цілий спектр наукових підходів до оцінки ризиків, слід зазначити, що діапазон поглядів на трактування ризику та на його визначення для різного типу систем лишається не уніфікованим і досить великим [1]. Перспективним у розв'язанні зазначеної проблеми вбачається застосування міждисциплінарного системного підходу. В цьому плані досвід накопичений країнами ЄС вказує [2] на те, що вже на протязі понад двох десятиріч дуже ефективно у сферах забезпечення безпеки життєдіяльності і господарювання використовуються засади ризик-менеджменту.

6. Фіксація наслідків небезпечної події. Надійною базою для запровадження в Україні засад з фіксації небезпечних подій та заподіяної шкоди і прогнозування їх можливих негативних наслідків у техносфері на далеку перспективу мав би бути увесь розроблений комплекс науково-методичних і організаційних заходів з визначення ризиків та практичного проведення безпосередньої ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи. За роки, які минули після катастрофи система наукового моніторингу техногенних катастроф і аварій пройшла складний шлях від неузгоджених, методично нескоординованих дій підрозділів різних відомств до достатньо розвиненої системи у другій половині 90-х років. Однак, за твердженням фахівців [3], через недостатню увагу до цієї проблеми з боку держави, нажаль, вже створена система моніторингу не тільки не була розвинена, а навіть втратили здатність щодо науково-методичного супроводження оцінювання довгострокового впливу на здоров'я людини і оточуючого її природного середовища, виникнення та розвитку соціального напруження в регіоні тощо.

Такий стан справ призвів і до занепаду системи моніторингу небажаних подій в країні в цілому. Про це красномовно свідчать дуже часті в нашій країні аварії та непередбачувані ситуації, що призводять до негативних соціальних і екологічних наслідків і великих матеріальних втрат. Тому це потребує нині здійснення системного аналізу небажаних подій в техносфері і аналізу завданих збитків з метою їм запобігання. Саме для цього потрібна найсучасніша

система наукового моніторингу, що здатна фіксувати, оцінювати і прогнозувати кризові явища, надавати можливість запобігати їх розвитку та виключати виникнення катастроф, а відтак запобігати великих матеріальних втрат.

Все це надзвичайно актуально тому, що понад 40% балансової вартості основних фондів, які сьогодні і забезпечують розвиток країни, складають об'єкти середнім віком, що перевищує 30 років. Загальна застарілість та зношеність нашого виробничого обладнання призводить під час його експлуатації як до підвищеного ризику виникнення аварій, так ще і до дворазового перевищення енерговитратності та матеріаломісткості вітчизняної техносфери [4]. До цього слід додати, що підвищеним ризиком нині відрізняються основні фонди вітчизняного житлово-комунального господарства – головної інфраструктури життєдіяльності людини. Вони сьогодні перебувають у найбільш критичному стані. Рівень їх зносу вже перевищив 70%, що вкрай негативно впливає на загальний стан соціальної, техногенної та екологічної безпеки в країні. Але найважливішим для подальшого розвитку країни є те, що ступінь зносу усієї техносфери також дуже високий і досяг вже 60%. Зокрема, особливий стан на підприємствах хімічної промисловості, де ступінь зносу 70%, а на підприємствах органічної хімії він взагалі досяг 80%. І, що дуже прикро, показники ступеню зносу у сфері науки і освіти також дуже високі і складають відповідно 65% та 55%, що вкрай обмежує ефективну підготовку якісних фахівців та розвиток системи наукового моніторингу.

Висновки та пропозиції

1. Ефективним зворотнім зв'язком у вітчизняному механізмі, який має забезпечити зниження виникнення небажаних для населення країни і її господарського комплексу всіякого роду негативних подій і наслідків від них, повинна стати безпосередня відповідальність за них представників владних структур. Про це красномовно свідчить досвід промислово розвинених країн, в яких після запровадження верховного імунітету (започаткованого з англійського суспільного права), держава в особі виконавчої влади стала відповідати перед громадянами за недбалість при управлінні

державною власністю [5]. При цьому державні органи і безпосередньо службовці стали нести повну відповідальність за нанесені збитки таким же чином як і приватні суб'єкти господарювання. Головним чином саме це посприяло тому, що рівень ризиків в системах життєзабезпечення згаданих країн утримується на порядок нижчим ніж в Україні. Запровадження зазначених принципів у нас забезпечуватиме наближення вітчизняного нормативно-правового поля до законодавства ЄС.

2. Аналіз вітчизняного нормативно-правового забезпечення вказує на те, що діючі методики розрахунків розмірів відшкодування усіх видів збитків і передусім тих, що були заподіяні аваріями, надзвичайними ситуаціями природно-техногенного характеру не є досконалими. Це не дозволяє запровадити ризик-орієнтований підхід і увімкнути механізми ризик-менеджменту щодо кардинального зменшення збитків, які нині наносяться здоров'ю людей, природному середовищу, а також безпосередньо господарським об'єктам. Необхідні додаткові зусилля вчених по запровадженню у господарську практику діючих методик розрахунків розмірів відшкодувань усіх видів збитків і передусім тих, що заподіяні аваріями та надзвичайними ситуаціями техногенного характеру.

3. Слід відзначити, що суттєва частка державотворення в сфері дотримання безпечних умов життєдіяльності, здійснюється безсистемно. Причиною тому відсутність дієвих механізмів додержання законності. Сьогодні нормативно-правове забезпечення у сфері безпеки на основі пропозиції щодо запровадження засад ризик орієнтованого підходу мають започаткувати сучасні, апробовані передовою світовою практикою, механізми ризик-менеджменту через систему додержання прийнятих у суспільстві рівнів ризику. Це має забезпечуватися цілою низкою системоутворюючих факторів, до складу яких має увійти ланцюг збалансованих державних інструментів: стандартизація, сертифікація, експертиза, нагляд і контроль, ліцензування, декларування безпеки технологічних об'єктів і страхування. Усі ці складові повинні спиратися на відповідні норми і таким чином створювати систему для управління безпекою на основі критеріїв безпеки.

Джерела

1. <http://www.korrespondent.net/main'print/218029>
2. Джеймс Пикфорд Управление рисками. М.: Вершина. – 2004. – С. 348.
3. Шестоपालов В.М. Уроки Чорнобиля: з минулого у майбутнє // Вісн. НАН України.- 2006.- №6. – С 5-15.
4. Аналітична доповідь «Економічна безпека України. – К.: «Академпрес».- 2006. – 271 с.
5. Абалкина И.Л. Страхование экологических рисков (из практики США). – М.: ИНФРА-М. – 1998.- 88 с.
6. Денбінг К. До питання про ентропію, безлад і дезорганізацію //Вісн. НАН України.- 2000.- №9.- С.37-44.
7. Збірник наукових статей за результатами, отриманими в 2007-2009 рр. за Цільовою комплексною програмою НАН України «Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин», Науковий керівник – академік Б.Є. Патон. – К.: Ін-т електрозварювання ім. Є.О. Патона.- 2009.- 709 с.
8. Збірник наукових статей за результатами, отриманими в 2004-2006 рр. за Цільовою комплексною програмою НАН України «Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин», Науковий керівник – академік Б.Є. Патон. – К.: Ін-т електрозварювання ім. Є.О. Патона.- 2006.- 589 с.
9. Закон України «Про основи національної безпеки України» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, N 39, ст.351) зі змінами та доповненнями.

Способ ранжирования товаров, повышающий конверсию и доход с заказа в интернет-магазине

В. Л. Флакс

*(Институт телекоммуникаций и глобального
информационного пространства)*

В статье рассмотрена проблема сортировки товаров в каталоге интернет-магазина и предложен метод их ранжирования.

Ключевые слова

Электронная коммерция, интернет-магазин, конверсия, средний чек, маржа, покупатель, продавец, доход

Введение

Задача любого бизнеса, и интернет-магазина в частности, зарабатывать. Для интернет-магазина выполнение этой задачи напрямую связано с доходом с заказа, который, в свою очередь, зависит от выбора покупателем конкретного товара. Так как доход от продаж товаров даже одного ценового сегмента и схожих покупательских свойств отличается, важно уметь продвигать нужные позиции.

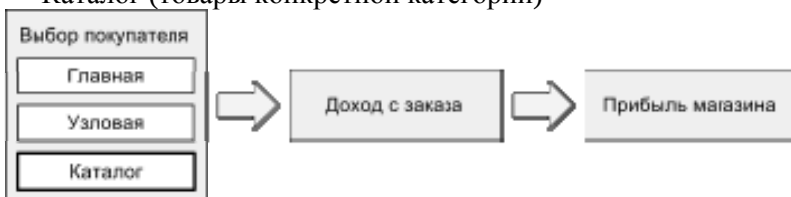
В оффлайн магазинах это решается за счет выкладки товара на витрине и работы продавца-консультанта. В интернет-магазине есть отдельные механизмы, применение которых будет рассмотрено в данной статье.

Словарь терминов приведен в конце статьи.

Постановка задачи

В интернет-магазине основными витринами, где пользователь видит несколько товаров и осуществляет выбор являются

- Главная страница
- Узловая страница (категория товаров не конечного уровня)
- Каталог (товары конкретной категории)



Для главной и узловых страниц наиболее эффективными считаются методы расстановки товаров на основании персонализированных рекомендаций или ручного подбора категорийными менеджерами. В тоже время большое количество страниц каталога делает ресурсоемким и не эффективным ручную расстановку товаров. По статистике не более 25% пользователей, переходят на вторую страницу

каталога и менее 10% изменяют порядок сортировки, заданный по умолчанию.

Следовательно, задача состоит в том, чтобы на основании динамически собираемых и рассчитываемых данных располагать товары в каталоге наиболее эффективным образом. Разобьем эту задачу на подзадачи:

1. Выбрать нужные свойства товаров
2. Определить источники и механизмы сбора данных
3. Сформировать методику обработку данных
4. Предложить алгоритм ранжирования на основе этих данных

Основным КРІ, определяющим эффективность выполнения задачи, будет средний доход на одного посетителя, который перед заказом просмотрел страницу каталога.

Область применения

Следует обозначить область применения рассматриваемого решения. Оно применимо в первую очередь для интернет-магазинов с

- большим ассортиментом товаров (магазины электроники, книг, дисков)
- конкурентным и не уникальным товаром доступным от большого количества поставщиков
- средней и большой посещаемостью (количество уникальных посетителей в течении недели больше количества товаров, доступных для заказа)
- трафиком, в котором первой просмотренной страницей карточка товара является меньше, чем у 50% посетителей
- доля новых посетителей велика (больше 40%)

Предлагаемое решение

Свойства товаров

В общем виде заработок магазина равен произведению конверсии на маржу. Проиллюстрируем это примером:

Товар	Маржа	Конверсия	Заработок
P1	200	3%	6
P2	300	5%	15
P3	400	1%	4

Но конверсию можно посчитать только для тех товаров, для которых уже накоплено достаточно статистики и которые уже продаются. О новинках такой информации нет. Кроме того, есть товары, которые надо продать и, соответственно, показать вверху.

Таким образом можно выделить три группы товаров

- Хорошо продается и мы хотим их продать больше
- Мы думаем, что будет хорошо продаваться
- Надо распродать

Поэтому необходимо собирать больше информации о товарах с целью прогнозирования конверсии.

Для этого выделим следующие свойства товаров:

1. Маржа - потенциальный заработок на товаре от продажи.

2. Популярность - количество просмотров страницы товара за определенный период

3. Бестселлер - количество продаж товара за определенный период

4. Конверсия - отношение количества заказов товара к количеству просмотров.

5. Новизна - количество дней, прошедшее с даты поступления товара в продажу

6. Акционность - признак того, участвует ли данный товар в акциях.

7. Наличие - признак того, товар находится на складе магазина.

8. Ожидаемость - количество заявок на товар в листе ожидания

9. Привлекательность цены - отличие от средней цены на рынке

Сбор и обработка данных

Каждое из перечисленных свойств собирается в системе, образуя матрицу примерно следующего вида:

Товар	Стоимость	Маржа	Популярность	Бестселлер	Конверсия	Новизна	Акционность	Наличие	Ожидаемость	Привлекательность
P1	335	16.75	1359	79	5.81%	222	1	0	0	-9.63%
P2	319	15.95	6376	49	0.77%	136	1	3	225	0.69%
P3	700	91.00	8999	3	0.03%	10	1	3	576	1.93%
P4	126	3.78	5283	54	1.02%	196	0	1	576	-0.04%
P5	428	51.36	7534	15	0.20%	26	1	0	0	1.60%
P6	613	104.21	2401	40	1.67%	58	0	1	0	-2.00%
P7	570	45.60	5633	91	1.62%	276	0	1	0	-0.62%
P8	532	26.60	6655	3	0.05%	10	0	1	16	2.86%
P9	102	12.24	4508	2	0.04%	2	1	3	0	0.96%
P10	627	31.35	5648	33	0.58%	46	0	3	0	0.83%
P11	681	74.91	7111	72	1.01%	112	0	3	625	-0.01%
P12	386	19.30	9730	89	0.91%	144	1	1	0	0.26%
P13	293	55.67	8508	73	0.86%	208	0	2	0	0.28%
P14	700	21.00	2463	22	0.89%	20	0	0	324	0.32%
P15	183	1.83	3128	42	1.34%	74	0	1	0	-1.03%
P16	106	9.54	3113	11	0.35%	16	1	0	289	1.29%
P17	714	35.70	6470	34	0.53%	64	0	0	196	1.42%
P18	632	6.32	5004	18	0.36%	20	0	2	225	1.28%
P19	202	38.38	1681	25	1.49%	72	0	1	625	-0.97%
P20	420	37.80	3088	66	2.14%	172	1	3	100	-1.14%
P21	524	15.72	7897	93	1.18%	90	0	3	121	-0.53%
P22	579	5.79	8898	65	0.73%	136	0	3	0	0.27%
P23	610	115.90	2572	33	1.28%	104	1	1	196	-0.28%
P24	620	111.60	5108	31	0.61%	36	0	0	0	0.39%
P25	109	19.62	5130	64	1.25%	202	0	1	0	-0.74%

Далее, каждое из свойств пересчитывается в относительное значение, вычисляемое по формуле

$$K_{rel} = \frac{K_{abs} - K_{min}}{K_{max} - K_{min}},$$

где K_{abs} - абсолютный показатель данного свойства;
 K_{min}, K_{max} - минимальное и максимальное значения данного свойства среди товаров определенной категории;

В результате получаем матрицу относительных показателей:

Товар	Стоимость	Маржа	Популярность	Бestseller	Конверсия	Новизна	Акционность	Наличие	Ожидаемость	Привлекательность
P1	90.91%	100.00%	48.64%	10.00%	6.63%	14.29%	0.00%	0.00%	0.00%	70.36%
P2	66.67%	85.20%	50.79%	2.00%	1.29%	3.17%	0.00%	66.67%	0.00%	85.43%
P3	47.53%	26.05%	0.00%	53.00%	82.31%	3.17%	0.00%	100.00%	0.00%	45.14%
P4	72.09%	38.12%	3.70%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	33.33%	13.22%	100.00%
P5	31.58%	26.02%	100.00%	100.00%	41.28%	32.54%	0.00%	100.00%	0.00%	58.81%
P6	8.93%	20.75%	19.57%	88.00%	88.71%	15.87%	100.00%	33.33%	0.00%	11.29%
P7	57.10%	30.75%	13.84%	79.00%	88.75%	75.40%	0.00%	0.00%	0.00%	27.12%
P8	12.92%	5.86%	48.91%	97.00%	64.07%	36.51%	100.00%	66.67%	0.00%	35.93%
P9	68.58%	54.91%	29.42%	64.00%	54.83%	60.32%	0.00%	33.33%	10.12%	49.73%
P10	100.00%	1.10%	44.95%	81.00%	56.12%	92.06%	0.00%	0.00%	0.00%	48.87%
P11	24.88%	12.67%	93.85%	41.00%	17.73%	3.17%	0.00%	66.67%	0.00%	82.27%
P12	3.03%	7.30%	98.32%	32.00%	13.37%	42.86%	0.00%	33.33%	91.12%	86.63%
P13	89.95%	0.55%	32.25%	74.00%	60.78%	30.95%	100.00%	33.33%	3.31%	45.77%
P14	67.62%	86.25%	50.05%	80.00%	52.15%	100.00%	100.00%	33.33%	0.00%	47.85%
P15	28.07%	28.55%	45.66%	89.00%	61.13%	23.02%	100.00%	66.67%	20.66%	52.20%
P16	12.44%	7.23%	9.74%	42.00%	51.39%	44.44%	0.00%	66.67%	0.00%	48.61%
P17	45.45%	41.84%	79.19%	4.00%	1.95%	3.97%	0.00%	33.33%	1.86%	71.92%
P18	8.13%	21.24%	12.15%	86.00%	100.00%	96.03%	100.00%	33.33%	0.21%	0.00%
P19	0.80%	13.23%	27.22%	65.00%	57.62%	76.98%	0.00%	66.67%	0.00%	47.87%
P20	0.00%	10.60%	6.85%	23.00%	30.04%	15.08%	0.00%	33.33%	0.00%	66.26%
P21	72.41%	76.97%	30.42%	30.00%	25.32%	17.46%	100.00%	0.00%	100.00%	74.68%
P22	14.67%	28.39%	35.06%	29.00%	22.88%	36.51%	100.00%	33.33%	0.00%	64.95%
P23	19.78%	14.36%	57.65%	84.00%	50.32%	53.97%	100.00%	33.33%	100.00%	52.74%
P24	79.90%	0.00%	94.75%	87.00%	37.35%	60.32%	0.00%	66.67%	0.00%	61.38%
P25	97.13%	99.93%	59.72%	12.00%	7.03%	8.73%	0.00%	33.33%	5.17%	70.23%

Алгоритм ранжирования

На основе собранных данных необходимо рассчитать рейтинг товара, на основе которого будет происходить ранжирование в каталоге. Формирование формулы носит эвристический характер. В приведенной ранее формуле $P_{rating} = P_{margin} \cdot P_{conversion}$ предлагается прогнозировать конверсию товара. Кроме того, так как процент выполненных заказов существенно зависит от доступности товара, вынесем признак наличия отдельно.

$$P_{rating} = P_{margin} \cdot P_{avail} \cdot (P_{conversion} + 0.7 \cdot P_{act} + 0.5 \cdot P_{popul} + 0.3 \cdot P_{novity})$$

Товары в каталоге должны быть отсортированы по вычисленному рейтингу по убыванию. Его значение отражает вероятный заработок продавца от продажи. Дальнейшее улучшение метода должна происходить в направлении подбора коэффициентов и связей между свойствами в зависимости от категории товаров и накопленных статистических данных.

Литература

1. J.B. Schafer, J.A. Konstan, and J. Reidl, "E-Commerce Recommendation Applications," Data Mining and Knowledge Discovery, Kluwer Academic, 2001

2. Badrul M. Sarwar, George Karypis, Joseph A. Konstan, John Riedl: Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. 2001

3. B.M. Sarwarm et al., "Analysis of Recommendation Algorithms for E-Commerce, " ACM Conf. Electronic Commerce, ACM Press, 2000

3. Брайан Клифтон, Google Analytics. Профессиональный анализ посещаемости веб-сайтов, Вильямс, 2009 г.

Mary E. Tyler, Jerri Ledford, Google Analytics, 2006 г.

Современная лазерная аппаратура для комплексных геофизических наблюдений

**Петров В.В., *Брицкий А.И., **Щербина С.В.*

*(*Институт проблем регистрации информации НАН Украины; petrov@ipri.kiev.ua, britsky_ai@mail.ru;*

***Институт геофизики НАН Украины; nohup@ukr.net)*

Широкий спектр требований к получению результатов в процессах измерения состояния Земли приводит к необходимости использовать геофизические устройства различных типов и структур. С точки зрения геодинамики это могут быть высокочастотные пьезодатчики, широкополосные и узкополосные сейсмометры и емкостные наклонометры с пружинными гравиметрами. В таких устройствах используются пьезоэффект, движение проводных катушек в магнитных полях, изменение относительного положения средней части емкостного датчика, движение электролита в молекулярно-электронных датчиках.

Однако кроме короткопериодных вибраций поверхности Земли существуют другие природные сейсмотектонические процессы практически не ограниченные в пределах временных изменений. Например, долговременные измерения гравитационного поля показало, что его изменения могут иметь период от нескольких часов до нескольких суток. Для обеспечения надежной фиксации этого медленно

изменяющегося параметра был разработан лазерный прибор с частотно-стабилизированной системой для фиксации гравитационных волн [1]. Такой прибор требует базы измерений в 300 м и основное внимание было уделено стабилизации частоты лазера, поскольку при такой базе стабилизация параметров среды является весьма проблемной.

Для мониторинга геодинамических деформаций в более широкой полосе пропускания и с гораздо более высокой чувствительностью как правило, используются только лазерные геофизические устройства [2]. Они позволяют осуществлять непрерывное долгосрочное измерение напряжения поверхностных геологических структур, которые обусловлены сейсмическими событиями, земными приливами, изменениями температуры и давления воздуха и воды. Изучение этих параметров с помощью лазерных устройств дает углубленное понимание свойств горных пород, а также позволяет непрерывно фиксировать изменения в них.

Такие устройства, в основном, используют интерферометрический метод измерения расстояния.

Информация о перемещении объектов, в основном, получается путем аналоговой [3] или цифровой [4] обработки сигналов фотоприемников об интерференционных полосах. Ведущим разработчиком и производителем таких устройств является английская компания Renishaw [5]. Предлагаемые компанией интерферометрические измерительные системы основаны на использовании гелий-неоновых лазеров и обеспечивают проведение измерений на расстоянии до 80 м с разрешением не хуже 1 нм. При меньших расстояниях и использовании интерполяторов разрешение значительно улучшается. Если стоимость гелий-неоновых лазеров находится в пределах \$10000, то готовая измерительная система у производителя на порядок дороже.

Для реализации вышеуказанных требований к измерениям длительных геофизических процессов нами был разработан сейсмогравиметр [6], лазерная составляющая которого запатентована [7]. Основные усилия были направлены на разработку миниатюрной, пригодной для встраивания в существующие геофизические приборы, цифровой

интерферометрической измерительной системы, которая характеризовалась бы, с одной стороны, низкой энергоемкостью и стоимостью, а с другой – высокой точностью и стабильностью параметров. Это позволило бы уменьшить практически до нуля нижний предел частотного диапазона сейсмометров и получить качественно новые параметры дельта-гравиметров. Однако анализ известной научно-технической литературы свидетельствует об отсутствии таких интерферометрических измерительных систем.

Для реализации миниатюрных полупроводниковых цифровых интерферометров в качестве источника света было предложено использовать лазерные диоды компании Hitachi, которые обеспечивают длину когерентности излучения в пределах 1 м [8] и имеют стоимость в пределах \$50. Для обработки информации об интерференционных полосах был разработан и запатентован [7] достаточно простой алгоритм, который отличается от известных [4] постоянным и независимым от диапазона измерений размером ПЗУ (до 1 МБ при разрешении 0,6 нм) и оригинальным способом устранения неоднозначностей отсчета.

На рис.1 показан принцип построения интерферометра.

Необходимо отметить, что если разработанный принцип получения цифровых отсчетов в интерферометре является общим для лазеров различных типов, то применение полупроводниковых лазеров имеет свои особенности. В первую очередь это связано с необходимостью высококачественной стабилизации температуры и мощности для достижения стабильности частоты излучения полупроводниковых лазеров (рис.2) [8].

Из рисунка следуют необходимость стабилизации мощности конкретного лазера на уровне 3...5 мВт и различные варианты его применения. Так, для проведения лабораторных или промышленных измерений температуру корпуса целесообразно стабилизировать на уровне 16, 20 или 25 °С, а для подземных сейсмических измерений – на уровне 9 °С.

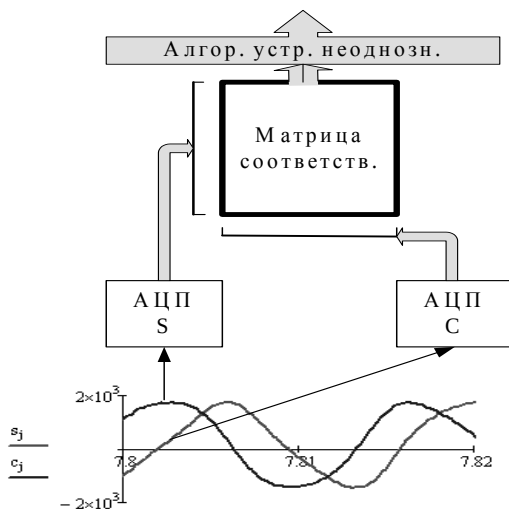


Рис. 1. Обобщенная схема интерферометра с реальными сигналами квадратурных каналов.

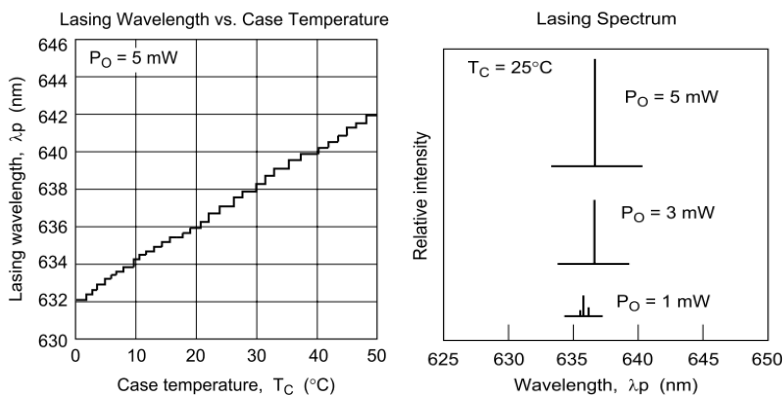


Рис. 2. Влияние мощности излучения (а) и температуры (б) на параметры излучения полупроводникового лазера на примере лазерного диода HL 6312G.

Результаты экспериментальных исследований показали, что температуру корпуса полупроводникового лазера достаточно стабилизировать с точностью не хуже $0,01^\circ\text{C}$. Однако для получения точностей измерений на уровне единиц

нанометров более высокие требования предъявляются к тепловому расширению самого корпуса интерферометра и измерительной системы в целом, учитывая их тепловую инерционность по отношению к параметрам среды. Это наглядно подтверждается экспериментальными результатами (рис.3, 4). На рис. 3 приведены результаты измерения предлагаемым интерферометром при жестко закрепленных отражателях и практически стабильной среде измерения. Как видно из рис. За за 6 минут абсолютная ошибка измерения не превысила 1 нм. При этом был специально выбран переходный режим системы стабилизации температуры корпуса лазера, при котором ошибка стабилизации температуры изменялась в пределах $(-0,012...0,004)^\circ\text{C}$ (рис. 3б).

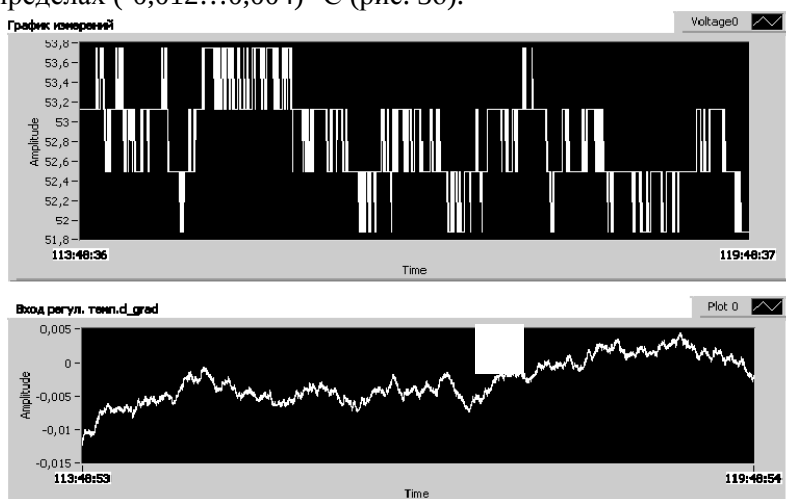


Рис. 3. Результаты измерения в стабильной среде: относительное расстояние, нм (а); ошибка стабилизации температуры корпуса лазера, град. (б).

На рис. 4 приведены результаты аналогичных измерений в относительно возмущенной среде при колебаниях температуры с амплитудой около $0,05^\circ\text{C}$. О колебаниях температуры можно судить по ошибке стабилизации температуры корпуса лазера (рис. 4б). При этом ошибка измерений изменялась практически синфазно (рис. 4а) и достигала 5 нм. Элементарные расчеты показывают, что основной причиной ошибки измерения

явилось некомпенсированное тепловое расширение корпуса интерферометра.

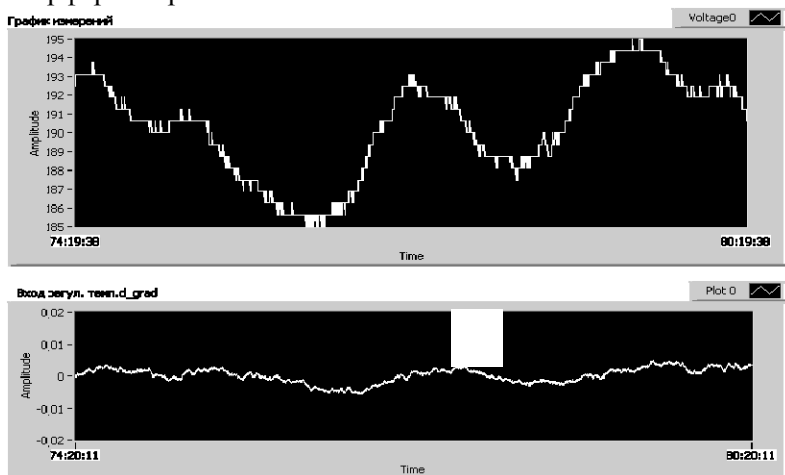


Рис. 4. Результаты измерения в нестабильной среде: относительное расстояние, нм (а); ошибка стабилизации температуры корпуса лазера, град. (б).

Это свидетельствует о необходимости разработки прецизионных систем стабилизации температуры измерительной системы и контроллеров учета параметров измерительной среды, чем в настоящее время продолжают заниматься авторы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Shigeo Naganoa (and other)... DEVELOPMENT OF A MULTISTAGE LASER FREQUENCY STABILIZATION FOR AN INTERFEROMETRIC GRAVITATIONAL-WAVE DETECTOR . Review of scientific instruments . V. 74, N. 9, 2003.
2. D. C. Agnew and F. K. Wyatt (2003). Long-base laser strainmeters: a review, SIO Technical Report, 2, <http://repositories.cdlib.org/sio/techreport/2/>
3. F. Garoi, D. Apostol, V. Damian, P. Schiopu. Traceable Vibration Amplitude Measurement With A Laser Interferometer// Rom. Journ. Phys., Vol. 55, Nos. 3–4, P. 369–375, Bucharest, 2010.
4. Пат. 2009/0112500A1 США. Int.Cl. G 01 R 13/00, G 01 R 15/00. Memory-based high-speed interferometer. William S.

- Yerazunis, Dirk Brinkman. Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc. (US). Apr. 30, 2009.
5. RLE system overview [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.renishaw.com/en/rle-system-overview--6594>
 6. А.И. Брицкий, С.В. Щербина. Прогноз особо опасных сейсмических событий с помощью комплекса лазерных приборов.
 7. Пат. на кор. мод. 66878 Україна, МПК G01R 13/00, G01R 15/00. Високошвидкісний інтерферометр на основі запам'ятовуючого пристрою / Петров В.В., Брицький О.І., Бородін Ю.О., Атаєв В.О., Возненко М.В.; заявник та власник Ін-т проблем реєстрації інформації НАН України. – № у 2011 07294, заявл. 09.06.2011, опубл. 25.01.2012, Бюл. № 2.
 8. Information and Industry Laser Diodes Application Note. ADE-508-011E. Hitachi 5/14/01.

Багатоканальна система моніторингу навколишнього середовища

*О.В.Луцевський, В.М.Соловйов, О.В.Кисіль, В.П.Данько
(Київський національний університет ім. Т.Шевченка,
радіофізичний факультет, kis@univ.kiev.ua)*

Одним із негативних наслідків технічного прогресу є наявність великої кількості виробництв, де можливі техногенні катастрофи, що можуть спричиняти викиди отруйних та небезпечних газів у навколишнє середовище. У випадку виникнення аварійної ситуації необхідно швидко оповістити працюючий персонал та відповідні служби про небезпеку хімічного витоку. На перший план виходить задача створення та впровадження багатоканальних газоаналізаторів, що мають низьку собівартість та можливість інтеграції до існуючих систем оповіщення, розвинуту систему інтерфейсів. Ці газоаналізатори повинні мати низьке енергоспоживання та дозволяти можливість швидкої модернізації.

На світовому та українському ринках представлено широкий асортимент багатоканальних газоаналізаторів, серед яких можна виділити наступні: Drager X-am 7000, Testo 350M, Сигма-03. Але жоден з них не задовольняє усьому переліку вимог, що названо вище. Зокрема, можна відмітити високу

вартість даних приладів, та відсутність у них необхідних інтерфейсів зв'язку. Також, вони не допускають різних варіантів експлуатації.

В роботах [1, 2] запропоновано багатоканальну систему контролю викидів токсичних газів в атмосферу з використанням інтелектуальних датчиків, яку можна гнучко скомпонувати для конкретних застосувань. При всіх своїх перевагах вона має і один недолік: до складу кожного інтелектуального датчика входять недешеві компоненти – інструментальний підсилювач, аналого-цифровий перетворювач, джерела опорної напруги та зміщення та схеми зовнішнього інтерфейсу. При цьому жоден з цих компонентів не використовується протягом всього часу роботи системи.

Запропонована нами в цій роботі структура багатоканального газоаналізатора (рис. 1) надає можливість за рахунок незначного зменшення гнучкості системи суттєво знизити собівартість виробництва різних варіантів приладу відповідно до конкретних технічних вимог. На відміну від згаданої вище багатоканальної системи [1], у запропонованій структурній схемі задачі обробки сигналів від сенсорів вирішуються інакше. Окремо будується універсальний вимірювальний модуль, який складається з аналогового мультіплексора $N \rightarrow 1$, інструментального підсилювача з джерелом зміщення, дельта-сігма АЦП високої роздільної здатності з джерелом опорної напруги, контролера з енергонезалежною пам'яттю та годинником реального часу та схем зовнішнього інтерфейсу. Кожний з сенсорів $1 \dots N$ під'єднується до аналогового мультіплексора через порівняно нескладний та недорогий пристрій, який здійснює перетворення вихідного сигналу з сенсора у рівень напруги, що знаходиться у динамічному діапазоні вимірювального каналу.

Така побудова багатоканального газоаналізатора дає можливість суттєво знизити собівартість виробництва різних варіантів приладу відповідно до конкретних технічних вимог. Значну частину собівартості та часу розробки приладу займає процеси проектування та виготовлення друкованої плати.

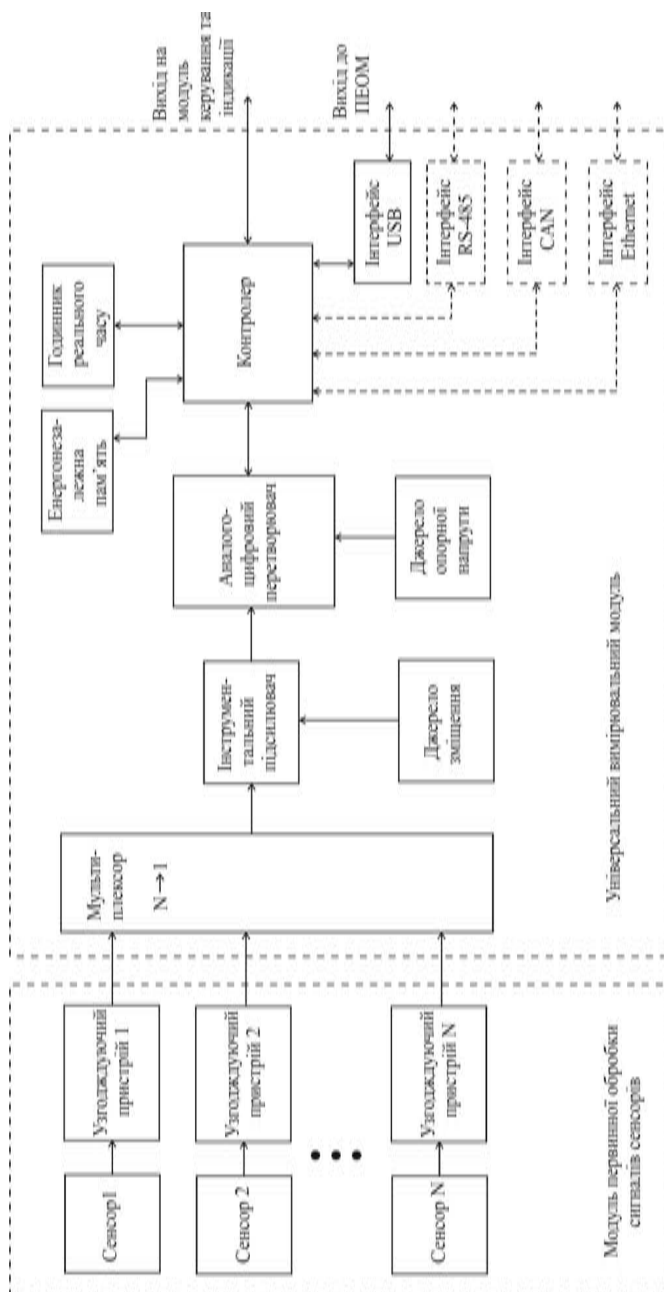


Рисунок 1. Структура багатоканального газоаналізатора.

У всіх варіантах виконання приладу (кількість сенсорів, місце встановлення приладу, необхідні інтерфейси), вимірювальний модуль залишається практично незмінним. Тому технічно та економічно доцільно реалізувати вимірювальний та інтерфейсні канали у вигляді однієї друкованої плати (універсальний вимірювальний модуль). А в залежності від технічних вимог, встановлювати на друковану плату необхідні інтерфейсні мікросхеми.

Проектування та виготовлення друкованої плати модуля первинної обробки сигналів сенсорів значно простіше і дешевше у порівнянні з універсальним вимірювальним модулем. Тому можливі два варіанти технічної реалізації: перший – виготовлення універсальної друкованої плати на максимальну кількість сенсорів та встановлення на неї необхідних елементів у відповідності до технічних вимог. Другий – проектування та виготовлення друкованої плати цього модуля під конкретну задачу. Такий підхід до побудови систем газоаналізу має три переваги: гнучкість та скорочення терміну проектування, легкість модернізації та зниження собівартості проектування і виробництва.

Розглянемо основні складові запропонованої структурної схеми.

Аналоговий мультиплексор призначений для комутації аналогових сигналів напруги, що надходять від сенсорів через узгоджуючі пристрої. Його особливістю є те, що він може комутувати сигнали як додатної так і від'ємної напруги. Це дає можливість уніфікувати вимірювальний канал, оскільки при використанні різних сенсорів на виходах узгоджуючих пристроїв можуть виникати напруги різних знаків.

Інструментальний підсилювач виконує функцію узгодження вихідного опору джерела сигналу із вхідним опором АЦП та здійснює підсилення сигналів низької амплітуди для оптимального використання динамічного діапазону АЦП. Джерело зміщення необхідне для переводу рівня вихідного сигналу інструментального підсилювача в область додатних значень. Використання цього прийому дає можливість використовувати в якості АЦП уніполярний прилад, який у 8 разів дешевше за біполярний того ж класу.

Аналого-цифровий перетворювач являє собою уніполярний багаторозрядний (16... 24 р.) дельта-сігма перетворювач. Необхідність застосування саме такого виду АЦП визначається наступними аргументами:

- дельта-сігма перетворювач являє собою перетворювач інтегруючого типу. Його використання дозволяє ефективно знижувати вплив індустриальних завад на вимірюваний сигнал, що дуже важливо у випадку застосування приладу в умовах промислового підприємства;
- достатньо висока розрядність потрібна для забезпечення необхідної точності перетворення у випадку неповного використання динамічного діапазону.

Контролер використовується для керування процесом вимірювання (вибір каналу, встановлення коефіцієнту підсилення, керування АЦП), обробки результатів вимірювання і внесення поправок (вологість, температура, тиск), ведення локальної бази даних вимірювань (при застосуванні годинника реального часу та енергонезалежної пам'яті), забезпечення передачі результатів вимірювань за допомогою системи інтерфейсів.

Зв'язок з органами керування та індикації, а також, з пунктами збору та обробки інформації може здійснюватись за допомогою наступних інтерфейсів:

- UART - використовується для зв'язку з локальним модулем керування та індикації у випадку режиму ручного керування;
- USB - забезпечує можливість під'єднання до персонального комп'ютера (ПК) на невеликій відстані;
- RS-485 - забезпечує зв'язок з об'єктами, розташованими на великих відстанях (до 1 км), а також надає можливість підключення до промислових мереж;
- CAN - широко використовується на промислових підприємствах, таким чином є можливість підключення газоаналізатора до існуючих мереж;
- Ethernet є найбільш розповсюдженим інтерфейсом обміну даними між комп'ютерами.

Таким чином, в залежності від варіанту виконання приладу (портативний, внутрішньоцеховий, для контролю

територій, лабораторний і т.д.) може бути встановлений необхідний інтерфейс.

На наш погляд, за допомогою запропонованого багатоканального газоаналізатора можна досягнути наступних переваг у порівнянні з існуючими приладами:

- зниження собівартості проектування, виробництва та експлуатації;
- скорочення терміну проектування під конкретні технічні вимоги;
- легкість встановлення та модернізації;
- можливість реалізації різних варіантів конструктивного виконання.

Перелік посилань

1. Кисіль О.В., Кошарський К.Г., Луцевський О.В., Соловійов В.М., Давиденко В.О. Система контролю викидів токсичних газів в атмосферу на основі інтелектуальних датчиків // Збірник наукових праць 10 Міжнародної науково – практичної конференції "Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях", Київ-Харків-АР Крим: 2011, с. 400 – 403.

2. Кисіль О.В., Кошарський К.Г., Луцевський О.В., Соловійов В.М., Данько В.П. Універсальний модуль інтелектуального датчика для контролю викидів токсичних газів // Збірник наукових праць 10 Міжнародної науково – практичної конференції "Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях", Київ-Харків-АР Крим: 2011, с. 403-408

Методи зменшення похибки вимірювання, викликані кросс-чутливістю електрохімічних сенсорів газів

*О.В.Луцевський, В.М.Соловійов, О.В.Кисіль, І.С.Крук
(Київський національний університет ім. Т.Шевченка,
радіофізичний факультет, kis@univ.kiev.ua)*

Відомо, що електрохімічні сенсори газів відрізняються своєю високою селективністю і точністю. Але існує ряд

факторів, які впливають на їхні характеристики, та збільшують похибку. Основний вплив на їх точність має крос-чутливість.

Суть проблеми полягає у тому, що майже неможливо створити сенсор який буде реагувати лише на один газ. Завжди у суміші знайдуться гази які будуть впливати на прилад. Якщо у середовищі знаходиться суміш цільового газу та газу, який має крос-чутливість до цільового, то дані вимірювань будуть спотворені.

Крос-залежні гази можуть не лише спотворювати результати, а і руйнувати сенсор. Як приклад можна розглянути сенсор для вимірювання HCl. Для нього крос-залежність може стати справжньою проблемою через велику чутливість до SO₂. HCl сенсори мають 35% крос-чутливість до SO₂, та можуть вимірювати максимальні концентрації у 100 ppm. Це означає, що концентрації SO₂ у 250 ppm змусять сенсор HCl працювати у режимі насичення, внаслідок чого сигнал від нього стає непередбачуваним. Це може суттєво вплинути на роботу системи в цілому. В таких випадках треба знати про можливість такої загрози і використовувати фільтри від SO₂.

Задача усунення крос-чутливості є надзвичайно складною, або, у деяких випадках, навіть неможливою. Тому ми вирішили використовувати ці властивості електрохімічних сенсорів для покращення показників системи газоаналізатора в цілому. Для зменшення впливу крос-чутливості на прилад пропонується оригінальний підхід. Основна ідея є дуже простою, але її краще розглядати на прикладі.

Електрохімічні сенсори хлору мають 100% чутливість до оксиду азоту, в результаті ці сенсори не можна використовувати у середовищах де є оксид азоту. В свою чергу сенсори NO₂ мають 80% чутливість до хлору. Для середовища де існують обидва ці гази ми можемо скласти таку систему рівнянь:

$$P_1 = K_1 + K_2$$

$$P_2 = K_2 + 0.8K_1$$

де K_1 та K_2 - реальні концентрації Cl₂ та NO₂ відповідно. Вони є для нас невідомими. P_1 та P_2 - показання кожного окремого

сенсора (Cl_2 та NO_2), ці значення відомі нам відомі. Нескладно побачити, що розмістивши ці два сенсори в одній системі можна легко вирахувати реальні концентрації газів, тим самим покращивши точність приладу.

Зрозуміло, що якщо ми будемо мати сенсори для всіх газів, то і проблеми з крос-чутливістю не буде. Завжди можна вирахувати взаємний вплив. Але на даний момент такі системи є дорогими і навряд чи у майбутньому стануть масовими. Тому в якості наступного прикладу розглянемо суміш газів NO , NO_2 та Cl_2 та два сенсори, для NO та Cl_2 . В цьому випадку задача ускладнюється, але її можна вирішити. Відомо, що сенсори Cl_2 мають 100% чутливість до NO_2 . Сенсори NO в свою чергу мають 25% чутливість до NO_2 . Між собою вони ніяк не пов'язані. Запишемо нашу систему рівнянь:

$$\begin{aligned}P_1 &= K_1 + K_2 \\P_3 &= K_3 + 0.25K_2'\end{aligned}$$

де $K_1 - K_3$ - реальні концентрації Cl_2 , NO_2 та NO відповідно; P_1 та P_3 - показання сенсорів Cl_2 та NO відповідно. Як видно, навіть не маючи третього сенсору можна давати досить точні оцінки концентрації газів. Звісно, результати будуть точними лише за умови, що у системі водночас існують лише два гази. Наявність третього спотворить показання щодо усіх газів і ми повернемося до того з чого починали.

Можна створити будь які комбінації сенсорів і досягти можливості, використовуючи N сенсорів, вимірювати $N + M$ газів. Треба також зазначити, що такі системи не можуть вимірювати водночас усі $N + M$ газів, але повинні легко справлятися з меншими кількостями.

Для перевірки даної методики був проведений експеримент. У експерименті ми перевіряли як оксид азоту (IV) впливає на показання датчика для вимірювання хлору та оксиду азоту (II). Отримані дані дали нам можливість розрахувати концентрацію оксиду азоту (IV) та виключити наявність інших газів у ємності. Результати експерименту представлені у вигляді графіка на рис.1.

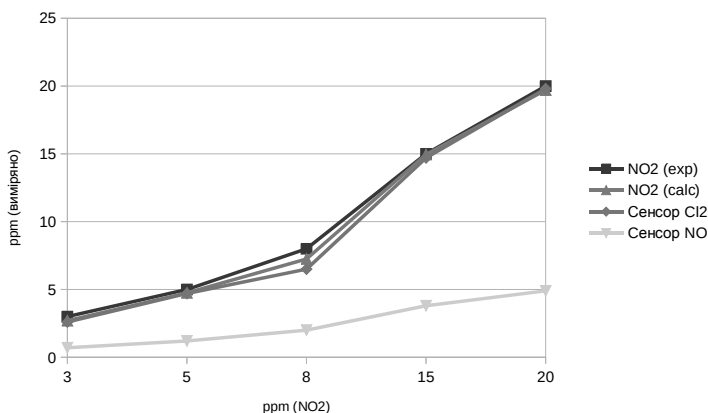


Рис 1 - Залежність показань сенсорів Cl₂ та NO від концентрації NO₂

Як і очікувалося сенсори по різному реагували на наявність NO₂ у ємності. На графіку представлена реальна концентрація NO₂, а також показання двох приладів. З отриманих даних була вирахувана концентрація NO₂ і її крива непогано співпадає з кривою реальних даних. Оскільки у сенсора хлору 100% чутливості до NO₂, то розрізнити гази лише за цією інформацією неможливо, але показання другого сенсора дають нам чітко зрозуміти про наявність NO₂. В результаті можна вирахувати концентрацію забруднюючого газу і отримати вірні дані.

Таким чином, запропоновано, розроблено та експериментально перевірено спосіб усунення впливу крос-чутливості на електрохімічні сенсори газів, що дозволяє шляхом математичної обробки результатів покращити точність вимірювання концентрації цільового газу у сумішах. Показано можливість проводити точні вимірювання концентрації для широкого спектру газів з меншими апаратними затратами. Отримано криві, які підтверджують можливість детектувати та вимірювати в газоаналітичній системі концентрацію цільового газу, не маючи відповідного сенсора.

О теоретико-игровом подходе к формированию стратегий устойчивого развития

Полумиенко С.К., Рыбаков Л.А.

*(Институт телекоммуникаций и глобального
информационного пространства НАН Украины;
serge_pol@ukr.net)*

С возникновением индустриального, а затем информационного общества, характеризуемых интенсивными формами технологического развития окружающая среда стала испытывать гораздо больше антропогенных воздействий. Нарращивание технологической мощи сопровождалось не только повышением продовольственного, материального обеспечения и благосостояния многократно возросшего населения Земли, а и ускоренным ростом использования природных ресурсов, снижения качества среды обитания человека. Дальнейшее технологическое развитие столкнулось с проблемой его сдерживания уровнем угнетения природной среды – парниковый эффект, истощение и загрязнение природных ресурсов тому простейшие примеры.

Оценка этой ситуации была дана в 1992 году в «Повестке дня XXI века» и сформулирована как глобальная проблема современной цивилизации - сопоставления уровня технологического развития с уровнем нагрузки на окружающую среду для обеспечения устойчивого развития.

Устойчивое развитие (*sustainable development*) рассматривается как процесс изменений, в котором эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений [1].

Отметим, что в таком определении непосредственно не говорится о развитии производства в самом широком смысле этого слова или попросту экономики, а предполагается сохранение и укрепление имеющегося потенциала для удовлетворения потребностей человека. Одна из причин этого - сложность нахождения стратегий устойчивого развития, для достижения баланса при одновременном развитии всех

элементов системы «производство - население - окружающая среда». Обеспечение нахождения стратегий не имеет достаточно полного математического описания, не говоря, об алгоритмическом решении проблемы. Сейчас устойчивое развитие ассоциируется с «зелеными» технологиями, основанными на доминировании экологической составляющей.

Отчасти это связано и с упрощением процесса достижения устойчивости – сохраняя окружающую среду в нынешнем состоянии, мы, тем самым, обеспечиваем будущим поколениям ее наличие. С другой стороны, нынешнее поколение также нуждается в рабочих местах, надлежащем уровне благосостояния, которые раньше или позже перестанут быть достижимыми за счет переноса производств в отдаленные от данного социума регионы. Здесь следует добавить, что климатические изменения в этой отдаленной части могут иметь как непосредственное, так и косвенное влияние на исходный регион, откуда было убрано вредное производство, что нивелирует все преимущества этого переноса.

Становление информационного общества и появление высокоэффективных информационных технологий, позволяет снизить уровень угнетения, создав новые технологии, позволяющие добиться необходимой производительности в сочетании с меньшим отрицательным воздействием на окружающую среду. Но, с другой стороны, рост населения, энергопотребления и другие факторы все же не позволяют говорить об согласованной взаимной эволюции производства, потребностей населения и состояния окружающей среды, которое и будем понимать как устойчивое развитие. Под устойчивостью развития будем понимать развитие, при котором, к примеру, соблюдается оптимальность по Парето [2], заключающаяся в неухудшении состояния одного из игроков стратегиями других игроков, участвующих в некоторой общей игре, которой будем описывать систему «производство - население - окружающая среда».

В связи с этим предлагается в определенном смысле новый подход к достижению сбалансированного устойчивого развития всей системы «производство - население - окружающая среда» некоторого региона или страны. Подобные задачи

формулировались и решались в теории и практике сложных систем, имитационного и теоретико-игрового моделирования и т.д. Предлагаемый подход состоит в информационном расширении теоретико-игровых моделей за счет использования методов индикативного анализа, получивших в последнее время широкое распространение. Также он обусловлен и новым уровнем развития информационных и высоких технологий, глобальными процессами развития информационного общества.

Если рассматривать в качестве (фиктивных) игроков элементы системы «производство - население - окружающая среда», то оптимальная ситуация, описываемая набором выполняемых ими стратегий [3, 4], будет заключаться в том, что все игроки не разрушают своим поведением состояний других игроков.

Будем полагать, что первый игрок – «производство», преследует свои цели, т.е. стремится реализовать свои интересы, заключающиеся в получении стабильных максимальных доходов, что зависит от ситуации на внутреннем и внешнем рынке, включая рынки необходимых ему ресурсов, в том числе трудовых и природных. Поэтому стратегии первого игрока, направленные на достижение его интересов, заключаются в производственно-коммерческой деятельности

Второй игрок – «население» также стремится к реализации своих интересов, которые помимо получаемых доходов, выражающихся в уровне благосостояния, характеризуются безопасностью, комфортными условиями проживания, наличием продуктов питания, охраны здоровья и т.д. Эти интересы можно охарактеризовать, отчасти, потребительской корзиной, хотя она, как известно, не отражает всей жизненных интересов человека. Стратегиями населения будем считать воспитание, обучение, работа, досуг и т.д.

Третьему игроку – «окружающей среде» в качестве интересов можно сопоставить улучшение состояния биогеоценоза или его сохранение в результате воздействия стратегий остальных двух игроков, т.е. реакция на их поведение.

Выполненная в определенный момент времени игроками совокупность стратегий образует ситуацию, которая и есть характеристикой состояния всей системы. Тогда, устойчивое развитие как раз и есть последовательность оптимальных (по Парето) ситуаций, т.е. ситуаций, в которых они все удовлетворены реализацией своих исходных интересов. Для оценки удовлетворения интересов используются различные функции, предпочтения игроков и т.д.

Поскольку в подавляющем большинстве случаев увеличение выигрыша одного из игроков ведет к уменьшению выигрыша какого-либо другого, оптимальная ситуация реализуется как некоторое компромиссное сочетание получаемых игроками выигрышей – размера доходов, уровня благосостояния, состояния окружающей среды. Реализация этого компромисса как раз и выполняется государством. Его стратегия, таким образом, и будет стратегией устойчивого развития.

Построению и анализу подобных игр, точнее, теоретико-игровых моделей посвящены целые разделы теории игр, прежде всего, кооперативная теория, лежащая в основе рыночной экономики. Описанная модель в виде многоуровневой коалиционной игры, позволяющей исследовать сложно структурированные эколого-экономические системы, рассматривалась, в частности, в [3, 4].

Сложность этой, да и многих других моделей, упирается в проблемы алгоритмической разрешимости задач нахождения оптимальных стратегий, построения функций выигрыша и интерпретации их значений, например, в смешанных (вероятностных) стратегиях. Также значительную сложность создает громадный объем данных, необходимых для описания и анализа модели системы, значительно увеличиваемый условиями неопределенности и противоречия поведения игроков.

В то же время, существующие системы индикативного анализа, построенные на совокупностях агрегируемых элементарных индикаторов, дающих итоговые композитные индексы, позволяют сократить объем информации, оценить и сравнить как уровень (значение) отдельных компонент

информационно-технологической структуры, так и общий уровень развития информационного общества [4].

Подход к агрегированию информации и исследованию композитных индексов активно использовался в задачах анализа различных аспектов социально-экономического развития задолго до формулировок задач развития информационного общества. Представленная на рисунке схема построения композитного индекса, в частности, использовалась в Канаде [5], Словении [6] и других странах еще в 1995 г., в настоящее время используется ООН, Организацией экономического сотрудничества и развития, Всемирным банком, Международным союзом электросвязи при расчете индексов сетевой готовности, использования информационных технологий, их развития и т.д. Она же используется Институтом прикладного системного анализа [7] НАН и МОН Украины для оценки устойчивого развития. Причем, как и в [5], используются три суб-индекса социальной, экономической и экологической направленности (на рисунке указан общий случай N суб-индексов). Вопросы построения индексов устойчивого развития достаточно полно рассмотрены в [8].

Отличие предлагаемого подхода состоит в том, что оценка устойчивости развития выполняется не в результате каких-либо арифметических или более сложных операций с выделенными суб-индексами, а в соотношении их к функциям выигрыша игроков. Тем самым, интересы игрока заключаются в увеличении соответствующего ему суб-индекса, которое достигается в рамках нахождения оптимальной ситуации, соответствующей некоторому набору значений трех суб-индексов. Это простейшая схема предлагаемого подхода к оценке стратегии устойчивого развития.

В действительности, с учетом всего многообразия показателей, обобщаемых одним суб-индексом, а также изменяющихся во времени их взаимосвязей, предполагается исследование стратегий коалиции или совокупности игроков нижнего уровня, соответствующих каждому из выделенных игроков верхнего уровня, т.е., в рамках схемы построения композитного индекса, агрегатов элементарных индикаторов.

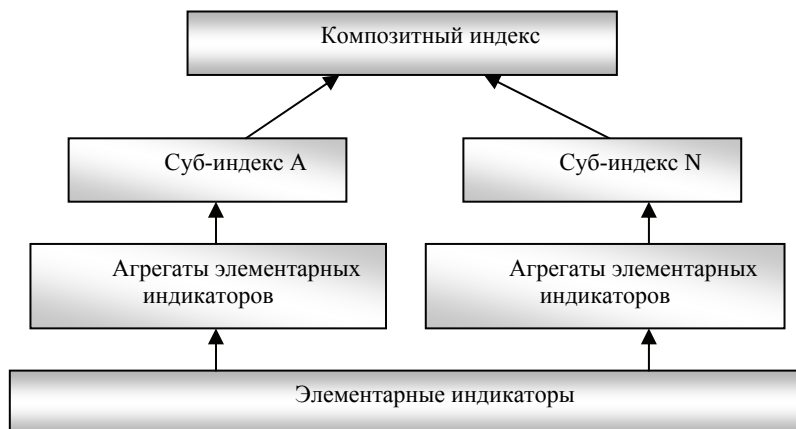


Рис. Схема построения композитного индекса

В результате вместо игры трех лиц «производство - население - окружающая среда», курируемой игроком высшего уровня – государством, переходим к коалиционной игре многих лиц, в которой помимо внутренней коалиционной структуры имеется и выделенная структура трех игроков верхнего уровня. Выигрыш этих игроков может рассматриваться как сумма выигрышей входящих в коалицию игроков, получаемых в результате розыгрыша (партии) игры уровня агрегатов и нахождения соответствующей ей оптимальной ситуации.

Данный подход позволяет перейти от обработки значительных объемов данных, характеризующих с помощью элементарных индикаторов текущую ситуацию и возможное поведение всей эколого-экономической системы к значениям агрегатов и, далее, суб-индексов, что существенно снижает выборки, а также облегчает интерпретацию получаемых результатов.

Построение моделей описания системы и ее анализа требует построения сложных математических объектов и дополнительных исследований. В настоящее время авторами проводится формализация необходимой информации.

Литература

1. <http://ru.wikipedia.org>.
2. http://dic.academic.ru/dic.nsf/econ_dict/21710.
3. Полумиенко С.К. Дескриптивное моделирование эколого-экономических систем // Проблемы информатики города, Киев, Наукова думка, 1991. – С. 179 – 194.
4. Полумієнко С.К., Рибаків Л.О., Грінченко Т.О. За редакцією Довгого С.О. ІТ-проекція технологічного розвитку України. - К.: Азимут-Україна, 2011. – 184 с.
5. Hardi P., Pinter L. Models and methods of measuring sustainable development performance //International Institute for Sustainable Development, Canda, 1995.
6. Krajnc D., Glavic/P A model for integrated assessment of sustainable development // Resources, Conservation and Recycling, 43 (2005), p. 189–208.
7. Згуровский М. Украина в глобальных измерениях устойчивого развития // «Зеркало недели», №19, 2006..
8. Бобылев С.Н. Индикаторы устойчивого развития: региональное измерение. Пособие по региональной экологической политике. – М.: Акрополь, ЦЭПР, 2007. — 60 с.

УДК 517.9; 519.6; 532.5

Обчислювальні технології моделювання фізичних та геодинамічних процесів

**С.О.Довгий, **В.І.Гаркуша, *О.Г.Лебідь,
***І.М.Литвин, *Д.І.Черній*

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, *Київський національний університет ім. Т.Шевченка, ***Nelson Mandela Metropolitan University, South Africa)*

Необхідність створення спеціалізованих програмно-моделюючих систем існує в багатьох інженерно-технологічних та фізичних предметних галузях, наприклад таких, як вітроенергетика, гідрологія, екологія та геодинаміка.

Але, дослідження складних процесів, які мають комплексний характер та глобальні наслідки вимагає не тільки узагальнення математичних моделей, но і розробку нових

методів обчислень для нелінійних еволюційних задач на великих проміжках часу[1-6].



Рис.1 Експеримент із вітроротором Дар'є

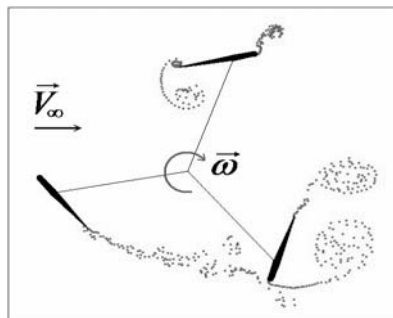


Рис.2 Модель вітроротору Дар'є



Рис.3 Розповсюдження поверхневих забруднень в акваторії Керченської протоки (Фото, TerraSAR-X. 16.11.2007)

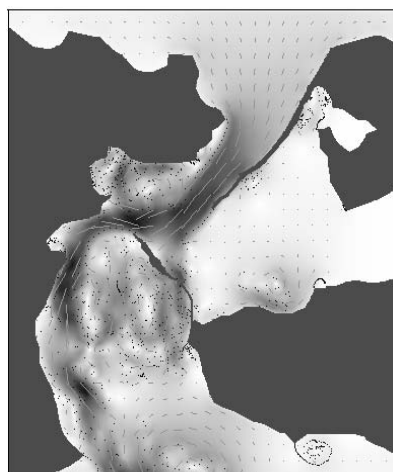


Рис.4 Прогнозування розповсюдження поверхневих забруднень в акваторії Керченської протоки, XII.2007.

Як правило, нестационарні процеси проходять різну кількість стійких та нестійких перехідних станів, доки не настає встановлений або періодичний (майже) стан процесу, із стабільними характеристиками. Комплексна проблема

потребує комплексного підходу. Принципово новим напрямком в теорії обчислень стає створення комплексних методів та технологій для розв'язання великих задач. Розробку обчислювальних технологій для моделювання було започатковано науковою школою Г.І. Марчука, тільки на початку ХХІ сторіччя. Обчислювальні технології повинні комплексно поєднувати математичні моделі, чисельні методи розв'язування комплексу задач та методи автоматизованої обробки вхідних та вихідних даних, із графічним відображенням усіх характеристик процесу в реальному часі.

При розгляданні гідрологічних, окремих геодинамічних задач або задач екології основним є визначення течії рідини в області із обмеженнями. Основна ідея математичної моделі полягає в тому, що початково-краєва задача зводиться до розв'язання граничного інтегрального рівняння та задачі Коші.

Модель для знаходження розв'язку гідродинамічної задачі, має вигляд інтегральних представлень (1),(2) з невідомими підінтегральними функціями та невідомою геометрією вільних границь. Задача знаходження невідомих для інтегральних представлень розщеплюється [1-5] на дві складові частини (3) та(4), які потребують паралельного вирішення:

$$\begin{aligned}\Phi(z,t) = & \frac{1}{2\pi i} \int_{L_d} f(\omega,t) \ln(z-\omega) d\omega + \\ & + \frac{1}{2\pi i} \int_{L_v(t)} f(\omega,t) \ln(z-\omega) d\omega + \overline{V_\infty}(t)z\end{aligned}\quad (1)$$

$$\overline{W}(z,t) = \frac{\partial \Phi(z,t)}{\partial z} = \frac{1}{2\pi i} \int_{L_d} \frac{f(\omega,t)}{z-\omega} d\omega + \frac{1}{2\pi i} \int_{L_v(t)} \frac{f(\omega,t)}{z-\omega} d\omega + \overline{V_\infty}(t), \quad (2)$$

Для детермінованої границі L_d

$$\left\{ \begin{array}{l} z = \omega_d \in L_d, \quad t \geq t_0 : \\ \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{2\pi i} \int_{L_d} \frac{f(\omega, t) n(\omega_d)}{(\omega_d - \omega)} d\omega \right\} = -\operatorname{Re} \left\{ \bar{V}_\infty n(\omega_d) + \frac{1}{2\pi i} \int_{L_v(t)} \frac{f(\omega, t) n(\omega_d)}{(\omega_d - \omega)} d\omega \right\} \\ \int_{L_{dj}} f(\omega_d, t) d\omega_d = - \int_{L_{vj}(t)} f(\omega_v, t) d\omega_v + C_j, \quad j = 1, 2, \dots \end{array} \right. \quad (3)$$

Для вихрової границі L_v

$$\left\{ \begin{array}{l} z = \omega_v(t) \in L_v(t), \quad t > t_0 : \\ \frac{d\bar{\omega}_v(t)}{dt} = \frac{1}{2\pi i} \int_{L_d} \frac{f(\omega, t) d\omega}{(\omega_v - \omega)} + \frac{1}{2\pi i} \int_{L_v(t)} \frac{f(\omega, t) d\omega}{(\omega_v - \omega)} + \bar{V}_\infty, \\ \omega_v = \omega_d : f(\omega_v, t) = f(\omega_d, t), \\ t = t_0 : \\ L_v(t_0) = L_{v0} \end{array} \right. \quad (4)$$

Метою, в цьому випадку, є розробка обчислювальних технологій моделювання гідродинамічних процесів для моделюючих систем інженерно-технологічного призначення.

Для досягнення поставленої мети необхідна розробка математичних, чисельних моделей та обчислювальних технологій, що забезпечують комплексне розв'язання таких задач:

- розробка математичної та чисельної моделі границі складної геометрії та кінематики;
- розробка чисельної математичної моделі, що адекватно описує нелінійні нестационарні гідродинамічні явища та ефекти в ближньому та у віддаленому полі;
- розробка чисельної моделі визначення динамічних характеристик на границі, та у області течії [5];
- створення математичної моделі виявлення станів гідродинамічного процесу, визначення часових проміжків необхідних для визначення заданих характеристик [6];

- створення технології обробки даних, придатної для застосування у моделюючих системах інженерно-технологічного призначення[1-6].

Застосування узагальненого підходу методу дискретних особливостей[5] (рис. 5-6), тобто перехід від вихорового до дипольного опису обтічних поверхонь, дозволяє у будь-який момент часу визначати розподілені та інтегральні динамічні характеристики, як в області течії, так і на обтічному контурі.

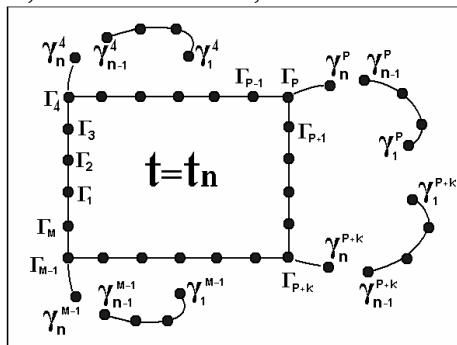


Рис. 5. Вихорове представлення обтічного контуру

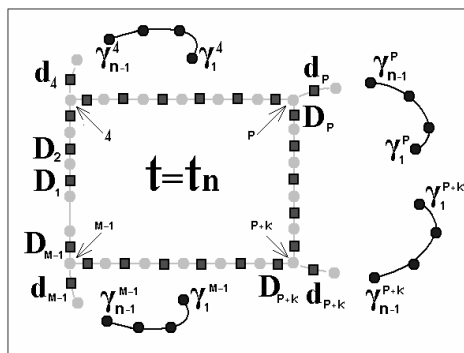


Рис. 6. Дипольне представлення обтічного контуру

Окреме удосконалення процесу моделювання, при застосуванні методу дискретних особливостей полягає в примусовому віддзеркаленні [4] дискретних особливостей на відстань не менше ніж Δ від непроникної границі, при забезпеченні контролю непроникності вихорів на обтічному

контурі - непроникній границі. Таке удосконалення позбавляє від виникнення нефізичних пульсацій кінематичних та динамічних характеристик на непроникній границі, але не збільшує похибки обчислювального методу, яка залежить від кроку сітки Δ (рис. 11).

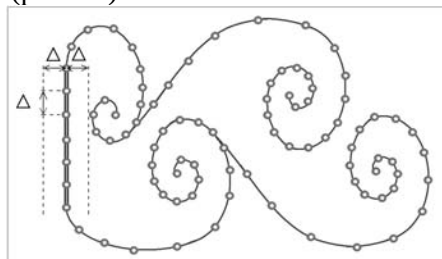


Рис. 7. Примусове віддзеркалення дискретних особливостей

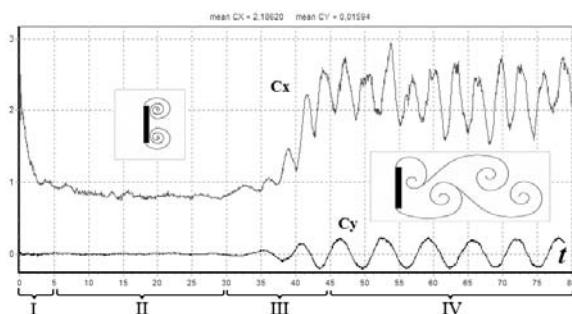


Рис.8. Режими розвитку еволюційного гідродинамічного процесу

Визначення нестационарних характеристик аеродинамічного процесу потребує виявлення основних стадій аеродинамічного процесу, визначення термінів проявлення, визначення часових проміжків необхідних для визначення заданих характеристик; визначення актуальних режимів модельного процесу. Метод виявлення основних стадій базується на контролі за зміною в часі інтегральних характеристик еволюційного процесу [6]. Характер та тривалість стадій гідродинамічного процесу визначають тривалості часових проміжків, необхідних для визначення заданих характеристик. Стан актуального режиму відривного

обтікання визначається одночасною періодичною зміною інтегральних поздовжніх та поперечних навантажень.

Для забезпечення моделювання в автоматичному режимі розроблено обчислювальну технологію, яка включає аналіз та обробку первинної інформації, адаптацію моделей, проведення системного обчислювального експерименту та інтерпретацію результатів моделювання. Обчислювальна технологія призначена для застосування у моделюючих системах інженерно-технологічного призначення.

Література

1. Довгий С.А., Лебедь А.Г., Литвин И.Н., Черний Д.И. Технологии прогнозирования эволюции физических процессов для систем поддержки принятия решений. // 10 Міжнародна науково-практична конференція: «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях», 5-9 вересня 2011р., Київ-Харьків-АР Крим, 2011, Збірник наукових праць, с.5-36.
2. Довгий С.А., Гаркуша В.И., Головенко А.Д., Кудряк В.М., Фломбойм А.В., Черний Д.И. Технологии визуального и графического представления данных в задачах экспериментальной и математической физики. // 10 Міжнародна науково-практична конференція: «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях», 5-9 вересня 2011р., Київ-Харьків-АР Крим, 2011, Збірник наукових праць, с.128-135.
3. Гаркуша В.І., Головенко А. Д., Кашпур О.Ф., Рижинко А.І., Черний Д. І. Технології прогнозування наслідків небезпечних техногенних впливів та катастроф. // XV International Conference International Workshop “PROBLEMS OF DECISION MAKING UNDER UNCERTAINTIES” (PDMU-2011), Abstracts, May 23-27, 2011, , Skhidnytsia, Ukraine : Abstracts. – К. : Освіта України, 2011. – с. 174-175.
4. Гуржий А. А., Кобзева Д. А., Черний Д. И. Перемешивание пассивной жидкости в двумерных течениях со сложной геометрией ограничивающих поверхностей. // Вісник Харківського національного університету, імені

- В.Н.Каразіна, №863 , Серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління», Випуск 12, Харків, 2009, с.83-91.
5. Черний Д.И. Метод и алгоритм вычисления поля давления при использовании МДО // Труды XIII Международного симпозиума МДОЗМФ-2007, Харьков-Херсон-2007, С.319-322.
 6. Головенко А.Д. Обчислювальні технології моделювання аеродинамічних процесів.//Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи. - Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України. - Київ, 2011р., 126с.

**Геодинамічні умови як основний фактор
функціонального зонування населених місць.**

Демчишин М. Г., Кріль Т.В.

(ІГН НАН України, enggeolog@yandex.ru)

Геологічна будова території поряд з кліматичними умовами в цілому визначає умови освоєння і розселення через гідрографічну мережу та гідрогеологічні умови, рельєф, поширення геологічних процесів та наявність корисних копалин. Населені пункти, а особливо міста за чисельністю населення вище середніх [1] у більшості випадків засновані були у минулому на берегах рік і водойм. Разом з тим в цих місцях у просторі дуже мінливі інженерно-геологічні умови. В долинах великих рік вони змінюються відповідно положенню території на різних геоморфологічних елементах (плато, схили, тераси).

На території України на рівнинах спостерігається підтоплення (Українське Полісся та ін.), просідання лесових порід (більшість площі платформеної частини України), засолення (південь Причорноморської западини), в річкових долинах бокова ерозія переважає над донною [3].

В умовах пересіченого рельєфу, на високих і крутих схилах розвинені гравітаційні явища – обвали, осипи, зсуви (м. Чернівці, Одеса, Київ та ін.), в певних геологічних умовах, а також при розробці корисних копалин можливий розвиток

карсту (соленосні та сірчані родовища Закарпаття та Прикарпаття, територія гірського Криму та ін.) [2, 3].

В басейнах гірських річок накопичується багато пухкого піщано-глинистого, глинисто-уламкового та уламкового матеріалу можливо сходження селевих потоків (Карпатський та Кримській регіони).

Структура територій міст, які сформувались у минулому так і зараз, у функціональному відношенні визначені їх призначенням (промислові, транспортні, адміністративні, торгівельні або складські, культурні та ін.). Територія міста за функціональним призначенням і характером використання поділяється на сільбищну, виробничу, в т.ч. зовнішнього транспорту, і ландшафтно-рекреаційну.

Функціональну організацію, величину, місткість, межі основних структурно-планувальних елементів міста, кількість останніх визначаються виходячи з місцеположення і концентрації основних видів діяльності з врахуванням містобудівних чинників. З точки зору інженерного освоєння території за природними умовами поділяють на три категорії: сприятливі, малосприятливі, несприятливі (табл. 1).

Найбільш придатний для розміщення міст рельєф з ухилом від 0,5 до 15 %, при якому дуже добре вирішуються вулична мережа та відведення поверхневих вод без значних затрат на інженерну підготовку території. Ділянки з ухилами понад 10 % потребують терасування, спорудження підпірних стінок відкосів. Території з ухилом меншим 0,5 % ускладнюють відведення поверхневих вод.

Для будівництва важливим фактором є характер ґрунтів за фізико-механічними властивостями, які повинні витримувати відповідне навантаження. Малоповерхові будівлі потребують ґрунтів із допустимим тиском 50-70 *кПа*, багатоповерхові будинки від 150 *кПа* і вище, промислові об'єкти – 200-250 *кПа*.

За санітарними умовами залягання ґрунтових вод в зоні забудови допускається на глибині 1,2-1,5 м від поверхні землі. Враховується також вітровий режим, вологість, температура повітря та інші кліматичні фактори.

Таблиця 1. Характеристика природних умов територій за придатністю для заснування функціональних зон міста.

Тип зони міста	Характер природних умов	Рельєф (ухил поверхні, %)	Ґрунти	Гідрогеологічні умови	Схилі процеси
Сель-бишна	Сприятливі	0,5-8,0	Піски, суглинки, глини, лес непросідний ($R^*=150$)	Безнапірні водоносні горизонти на глибинах <3 м.	Відсутні
	Мало-сприятливі	<0,5, або 8,0-15,0	Піски, суглинки, глини, лес непросідний та ін. ($R=100-150$)	Безнапірні водоносні горизонти на глибинах 1-3 м.	Окремі зсувонебезпечні схили
	Несприятливі	>15,0	Пливуні та макropористі просідні ($R<100$)	Водоносні горизонти на глибинах >1 м.	Значна кількість зсувонебезпечних схилів
Виробнича	Сприятливі	0,3-8,0	Однорідна геологічна будова ($R>150$)	Безнапірні водоносні горизонти на глибинах >7 м, напірні >15 м.	Відсутні
	Мало-сприятливі	<0,3 або 8,0-15,0	Незначні по площі порушення однорідності геологічної будови ($R=150-100$)	Безнапірні водоносні горизонти на глибинах 7-3 м, напірні 15-10 м.	Незначні активні схилі ділянки на невеликих площах
	Несприятливі	>15,0	Різнорідна геологічна будова ($R<100$)	Безнапірні водоносні горизонти на глибинах <3 м, напірні <10 м.	Значна розповсюдженість діючих зсувів.
Рекреаційна	Сприятливі	до 10,0	Чернозем, легкі та середні суглинки, супіски	РГВ* від 2 до 1,5 м від поверхні.	Відсутні
	Мало-сприятливі	10,0-30,0	Слабо засолені, лужні, кислі ґрунти. Піски, глини (середні, важкі), суглинки важкі.	РГВ 1,5-0,5 м та 2-3 м	Окремі зсувонебезпечні схили
	Несприятливі	>30,0	Солонці, солончаки, ділянки без родючих ґрунтів.	РГВ <0,5 та >3 м від поверхні	Значна кількість зсувонебезпечних схилів

* R – розрахунковий опір ґрунту, $kПа$; РГВ – рівень ґрунтових вод.

Сьогодні будівництво орієнтовано на використання територій з малосприятливими і несприятливими інженерно-геологічними умовами. При виборі території для планування міста або розширення існуючого розмежують земельні ділянки для проживання – тривалого перебування населення та ті, які є непридатними для забудови або мають обмежений режим використання.

В містах основною функціональною зоною є *сельбищна*. До таких територій входять ділянки житлових будинків, громадських установ, будинків і споруд, у т.ч. навчальних, проектних, науково-дослідних та інших інститутів без дослідних виробництв, внутрішньосельбищна вулично-дорожня і транспортна мережа, а також площі, парки, сади, сквери, бульвари, інші об'єкти зеленого будівництва й місця загального користування [1]. Основні вимоги до таких територій – це безпека і комфортність проживання, а тому ця зона розміщується переважно на територіях, де ризик прояву несприятливих процесів малоймовірний або відсутній.

При плануванні сельбищних територій необхідно враховувати особливості рельєфу місцевості, гідрогеологічні та ін. умови. Ухили рельєфу таких територій не повинні перевищувати 8,0 %, більші ухили ускладнюють трасування вулиць, а також розміщення багатопверхових довгих у плані будівель.

Розміщення забудови не припустиме на ділянках інтенсивного впливу зсувів, селевих потоків; санітарно-захисних зонах промисловості, на ділянках забруднених органічними та радіоактивними викидами; у зонах шкідливого впливу аеропортів; на територіях розсічених транспортними магістралями (залізничними та автошляхами I та II категорії). При проектуванні житлової забудови слід максимально зберігати природний рельєф, ґрунтовий покрив та існуючі зелені насадження.

При малосприятливих умовах, наприклад ухилах поверхні більше 15 % застосовують спеціальні конструкції будівель, розвинуті вздовж схилу. Незручні і непридатні під забудову території можуть розмежувати сельбищну зону (промислові райони), виконуючи роль санітарно-захисних смуг.

В сельбищних зонах неприпустимими є затоплення, ризик якого виникає при розташуванні їх в заплавних терасах. При наявності просідних, набухаючих, засолених ґрунтів становлять загрозу виток з різного роду підземних комунікацій (мереж водогону, каналізації, теплопостачання).

На сельбищних територіях одним із видів впливу є вага будівель. Навантаження від будівель та споруд повинно передаватись на ґрунти, які мають достатню несучу здатність (див. табл. 1). Якщо такі ґрунти розташовані у верхніх шарах, то влаштовують фундаменти мілкового закладання, але якщо вони підстилають слабкі ґрунти, то влаштовують фундаменти глибокого закладання (палі, «стіна в ґрунті»).

Сучасним напрямком у будівництві є висотні споруди із підземною частиною, розташування таких на схилах та присхилових ділянках є небезпечним. Підземна частина таких будівель, заглиблена до 20 м, може стати причинами баражного ефекту, підйому рівня ґрунтових вод та активізувати небезпечні процеси просідання, нерівномірних деформацій. У міжнародній практиці при проектуванні висотних споруд крім ретельного визначення вітрових навантажень, першочергова увага приділяється проведенню комплексних інженерно-геологічних та гідрогеологічних вишукувань на глибину до 60 м (а також навіть на висоту споруди).

Тому при розробці містобудівної документації під сельбищну зону відводяться найбільш сприятливі території.

Вимоги до інженерно-геологічних умов при відведенні земельних ділянок під **виробничі зони** можуть бути трохи слабшими порівняно із сельбищними (застосування схилових ділянок). Для таких територій слід чітко визначати характер промислових об'єктів, які будуть знаходитись у цих зонах, особливо тих, що створюють динамічні навантаження. Особливої уваги потребують населені пункти розташовані на територіях поширення лесових ґрунтів, чутливих до замочування та вібраційних впливів; наявності схилових ділянок; підтоплення та затоплення.

Освоєння територій з ділянками непридатними для забудови, повинно спиратися на раціональне функціональне зонування із розміщенням на них відвалів, хвоскосховищ,

санітарно-захисних зон, систем озеленення. На ділянках із складним рельєфом слід розміщувати підприємства (збагачувальні фабрики, дробильне устаткування), технологічні умови яких дозволяють використовувати такий рельєф.

Виробничі зони можуть займати підприємства із значним споживанням води (теплоелектроцентралі, паперові та металургійні комбінати, нафтопереробні заводи, збагачувальні фабрики, тощо). Такі підприємства можуть розташовуватися на заплавах територіях або на територіях з високим рівнем ґрунтових вод, звичайно за умов організації інженерного захисту території від підтоплення. При проектуванні міста на березі ріки промислові підприємства розміщують нижче житлових районів за течією води.

Для виробничої зони характерний чіткий зворотній зв'язок впливу техногенної діяльності на розвиток інженерно-геологічних процесів. Основними впливами на ґрунти основ є інженерні мережі водогону, теплотраси, каналізація, які при втраті своєї герметичності сприяють змінам вологісного, температурного режиму і активізації зсувних процесів, підтоплення та просідання ґрунтів.

Діяльність в цій зоні, зокрема застосування електромашин та турбоагрегатів з рівномірно обертальними роторами, технологічного обладнання (ударно-вібраційні, формувальних машин, кривошипно-шатунні механізми, кування, штампування та ін.), трамбувальних машин, дробіння, транспортування сипучих матеріалів та наявність транспортних зв'язків, переважно рейкового типу, створюють вібраційний вплив у широкому діапазоні частот [4]. Наслідком таких впливів є зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів, що ведуть до активізації осідання ґрунтових товщ, додаткових нерівномірні деформації ґрунтових основ існуючих промислових споруд, що можуть спричинити появу ушкоджень у їх конструкціях, перекидання споруд, розрідження, виникнення схилових гравітаційних процесів [4, 5].

Між промислово-складськими територіями та житловою забудовою передбачається організація санітарно-захисних зон. Розміри зон встановлюються у відповідності з діючими санітарними нормами.

В зонах санітарних розривів від промислових підприємств до житлової забудови вільна від забудови територія озеленяється. Повинні озеленятись також розриви між територіями промислових підприємств та 15% території самих підприємств [1].

Створення охоронних зон ставків та їх озеленення передбачається для збереження водних об'єктів від забруднення, покращання їх санітарного стану та благоустрою берегів.

У *рекреаційних зонах*, де люди перебувають тимчасово, ризик активізації геодинамічних процесів незначний, тому для таких територій можливе використання схилових ділянок та заплавлених терас річкових долин. Це дозволяє з одного боку зберегти найбільш виразні елементи природного ландшафту та покращити естетику території, а з іншого – найбільш раціонально використовувати території не придатні для житлової забудови. Розміщення парків на територіях із складним рельєфом, ярами, зсувонебезпечними схилами потребує проведення заходів з укріплення схилів: вирівнювання найкрутіших ділянок, терасування, планування та закріплення тальвегів ярів; посадка кустарної рослинності; укріплення та одернування укосів; улаштування пандусів, сходинок, підпірних стін, які мають бути самостійними елементами архітектури ландшафту.

У містах з гірничою промисловістю для озеленення використовують порушені ділянки відвалів, провалів та кар'єрів, що є складовою частиною плану з рекультивції та пристосуванню таких територій для потреб населених пунктів.

В тих містах, які існують дуже давно, вже визначились положення функціональних зон, крім того там чітко визначені ареали історичної забудови, де зберігаються об'єкти природної і культурної спадщини державного та світового значення. Будівельники давніх часів не завжди враховували всі природні фактори при виборі ділянок під забудову, а зараз з усіх боків їм загрожує вплив від сусідньої щільної забудови. Щоб мінімізувати ризик прояву негативних процесів, таким містам слід приділяти значної уваги, створюючи захисні зони та мережі моніторингу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень : ДБН 360-92. – [Чинний від 2007-01-02]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 84 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Демчишин М.Г. Современная динамика склонов на территории Украины. – К.: Наук. думка, 1992. – 252 с.
3. Демчишин М.Г. Техногенні впливи на геологічне середовище території України. – К., 2004. – 156 с.
4. Кріль Т.В. Вібраційний вплив на геологічне середовище міст // Геологічний журнал. – 2008, – №2. – С. 91-99.
5. Кріль Т.В. Явище розрідження у ґрунтах та фактори, що на нього впливають. // Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. Вип. 2. – 2009. – С. 261-264.

Еколого-геологічні та геодинамічні проблемні аспекти видобутку сланцевого газу в Україні

**Яковлев Є.О, **Якушенко Л.М.*

*(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, yakovlev@niss.gov.ua; **Національний інститут стратегічних досліджень, yakushenko@niss.gov.ua)*

Україна належить до країн, економіка яких відрізняється високою енергоємністю одиниці ВВП, внаслідок чого її економічний розвиток значною мірою стримується нестачею власних енергоресурсів. Тому останніми роками Україна все активніше займається питаннями енергодиверсифікації. Однією з складових цього процесу є розробка нових родовищ вуглеводнів, зокрема видобуток нетрадиційних видів газу (сланцевий газ, метан вугільних родовищ, газ щільних колекторів тощо). В частині привабливості нових джерел енергоресурсів на перший план виходить факт формування покладів сланцевого газу в межах більшої частини території України. Крім того, приймається до уваги значна розвиненість мережі газопроводів (більше 35 тис.км), які можуть забезпечити оперативну доставку видобутого газу.

В квітні 2011 року було оприлюднено аналіз Американської інформаційної енергетичної агенції (U.S. EIA)

«Світові ресурси сланцевого газу: аналіз 14 регіонів за межами США». Відповідно до цього документу Україна має до 3-7 трл м³ запасів сланцевого газу(СГ), поклади якого за геолого-економічними оцінками підрозділів НАН та Держгеолслужби Мінприроди України є перспективними для промислового освоєння

На території України розглядається два перспективних регіони з покладами сланцевого газу: Дніпровсько-Донецький (ліцензійна площа 8тис.км²) та Люблинський (ліцензійна площа 6 тис.км²).

Основні проблемні риси технологій видобутку СГ недоліки сланцевого газу, порівняно з природним:

- 1) видобуток сланцевого газу є дуже високотехнологічним та енергоємним процесом: необхідне потужне обладнання, високо-гідроенергетичні навантаження на обладнання та породний газо-гідрохімічно насичений породний масив.
- 2) малий строк функціонування свердловини: навіть нові технології (горизонтальне буріння та гідророзрив), які збільшують площу контакту свердловини з породою в 30-50 разів, забезпечують її економічно ефективне функціонування до 2-3 років (для порівняння свердловини природного газу в Уренгої функціонують 10-15 років);
- 3) за даними реального видобутку, транспортування та використання сланцевого газу – він має підвищену агресивність до металу, що скорочує тривалість експлуатації газопроводів та в 2 рази меншу енерговіддачу;
- 4) висока, порівняно з природним, собівартість газу (США – реальні витрати 212-283\$ на 1 тис м³ сланцевого газу, Газпром - 19\$ на 1 тис м³ природного газу; окупність інвестицій 10-12 років (5-7 при звичайному видобутку газу);
- 5) на відміну від газонасних площ США, де технологічні параметри геологічного середовища вивчені дуже добре і є сприятливими для видобутку (знижена міцність), інші сланцеві басейни не вивчені настільки, щоб можна було оцінювати запаси та витрати на видобуток для побудови бізнес-моделей, тим більше, що собівартість сланцевого газу сильно залежить від глибини видобутку;

- 6) незрозумілі екологічні наслідки, особливо віддалені, невивченість питання реакції навколишнього середовища, в першу чергу забруднення підземної гідросфери (в т.ч. стратегічно важливих горизонтів прісних вод питної якості);
- 7) порушення поверхні та сейсмічні явища, викиди парникових газів, вилучення з господарського використання великих земельних площ;
- 8) наявні технології видобутку передбачають суттєві додаткові впливи на існуючу інфраструктуру та навколишнє середовище, які обумовлені вилученням значних земельних площ, залученням з наступним забрудненням великих обсягів водних ресурсів (4-20 тис. м³ на одну видобувну свердловину), додатковим навантаженням на підприємства знешкодження відходів та транспортні шляхи.

Аналіз еколого-геологічного впливу видобутку СГ фахівцями Національного інституту стратегічних досліджень та Інституту телекомунікації та глобального інформаційного простору НАН України засвідчив можливість значного погіршення еколого-захисної здатності ГС внаслідок впливу наступних чинників:

- 1) буріння численних видобувних вертикальних і горизонтальних свердловин з наступним формуванням зон суцільного гідророзриву і ризиком руйнування регіональних водотривів, які захищають прісноводні горизонти від забруднення;
- 2) використання при циклічних гідророзривах (8-15/1 свердловину) до 9000-25000 тис. водних розчинів, 20% із яких залишаються у підземній гідросфері (вмішують до 200 хімічних сполук);
- 3) порушення водно-енергетичної рівноваги ГС з ризиком розвитку деформацій денної поверхні та техногенних землетрусів.

Загалом в еколого-геологічному плані буріння на ділянках видобутку СГ 8-15 свердловин/1км² з їх горизонтальним поширенням і наступним гідророзривом (тиск 500-1000 кг/см² або атм) в екологічному плані може означати техногенне довгострокове геохімічне забруднення підземної гідросфери та значний ризик формування шляхів висхідної міграції

забруднень, в т.ч. по тектонічним та ослабленим зонам. Поширення останніх у верхній зоні ГС засвідчили результати досліджень акад. Лялька В.І., чл.-кор. НАНУ Довгого С.О., чл.-кор. НАНУ Трофимчука О.М., проф. Красовського Г.Я. та ін.

За наслідками прояву техногенних землетрусів при затопленні глибоких шахт у Донбасі (м. Стаханов), Карпатському регіоні (міста Калуш, Стебник, Солотвино) уявляється доцільним звернути увагу на наступне. При затопленні шахт, за результатами досліджень фахівців НАНУ та Мінгео України (чл.-кор. НАНУ Лісиченко Г.В., проф. Лущик А.В., д.т.н. Яковлев Є.О та ін.), відбувається накопичення великої кількості потенційної енергії, яка здатна активізувати рух тектонічних блоків, які буди розвантажені під час вилучення великих обсягів мінеральної сировини та підземних вод.

Чисельні об'ємні гідророзриви глибоких горизонтів під час видобутку СГ у фізичному плані є механізмом надходження у ГС великих кількостей техногенної потенційної енергії $E_{\text{пот}}$, орієнтовну величину якої можна оцінити за наступною залежністю: $E_{\text{пот}} = pVn$, де наведені середні значення :

P – тиск (1000 кг/см^2 , 10^7 кг/м^2);

V – обсяг подачі в 1 свердловину водно-технологічного розчину (12000 м^3);

n – число сверловин на 1 км^2 ($n=10$);

тоді $E_{\text{пот}} \approx 10^7 \cdot 1,2 \cdot 10^4 \cdot 10 = 1,2 \cdot 10^{12} \text{ кгм} = 1,2 \cdot 10^{13} \text{ дж}$

Із фізичної моделі осередку землетрусу відомо, що його бальність залежить від енергії $E_{\text{зтр}}$, глибини розвитку і гідрогеомеханічного стану (переважно зв'язності та водонасиченості) порід верхньої зони ГС. В роботах провідних сейсмологів СНД проф. Короновського М.В., проф. Абрамова В.О. наведена залежність виду $I_{\text{бал}} = a(E_{\text{зтр}})$, із якої слідує, що локальне енергонасичення ГС на глибині 3-5 км до величини $1 \cdot 10^{12} \text{ дж}$ може бути еквівалентно землетрусу до 3÷5 балів (шкала МСК-64). Інженерно-геологічний вплив подібного землетрусу може посилитися при наявності у верхній частині геологічного розрізу водонасичених пухких порід. Останнє відповідає більшій частині площ розповсюдження СГ в Україні.

За оцінками проф. Соболева А.Г. в типовій сейсмоактивній області середня швидкість зростання напору в площині тектонічного порушення сягає $1\text{кг/см}^2\cdot\text{рік}$ ($10\text{т/м}^2\cdot\text{рік}$). Цікаво відмітити, що зростання тиску розриву при підготовці ділянок видобутку СГ до 500-1500 атм ($500\text{-}1000\text{ кг/см}^2$) у часовому еквіваленті дорівнює змінам енергонасичення ГС за період 500-1500 років. В геодинамічному плані зазначений рівень енергообміну ГС значно перевищує енергоадаптаційну можливість породного масиву зони впливу видобутку СГ і підвищує ризик його руйнівних деформацій у вигляді землетрусів.

Висновки і рекомендації

Вищенаведені еколого-геологічні і геодинамічні оцінки сучасних технологій видобутку сланцевого газу є попередніми, але факти забруднення горизонтів підземних вод (США) та техногенних землетрусів на ділянках дослідного і промислового видобутку СГ, на наш погляд, вимагають:

- 1) випереджаючого комплексного залучення технологій ДЗЗ та ГІС для оцінок стійкості ГС щодо нових техногенних навантажень;
- 2) першочергового проведення науково-дослідних та дослідно-експериментальних робіт на типових ділянках (полігонах);
- 3) врахування можливого впливу на об'єкти екомережі, інженерні об'єкти, безпеку життєдіяльності населення.

УДК 504.4:632.123+550.34

Прогнозування зсувної небезпеки в умовах підтоплення земель та сейсмічної активності на прикладі Одеської області

Глебчук Г.С.

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору)

АНОТАЦІЯ: Забезпечення інженерно-геологічної стабільності територій і надійності функціонування об'єктів – основні пріоритети державної політики у вирішенні нагальних питань безпеки життєдіяльності. В останні десятиріччя виникла необхідність у визначенні аспектів комплексного впливу

підтоплення земель та сейсмопроцесів на регіональну активізацію зсувоутворення.

АННОТАЦИЯ: Обеспечение инженерно-геологической стабильности территорий и надежности функционирования объектов – основные приоритеты государственной политики в решении неотложных вопросов безопасности жизнедеятельности. В последние десятилетия возникает необходимость в определении аспектов комплексного влияния подтопления земель и сейсмопроцессов на региональную активизацию оползнеобразования.

ABSTRACT: Ensuring stability of territories and reliability of functioning of facilities are the main priorities of national policy and solution of urgent problems in the safety of human activity. Now the necessity arises to identify the aspects of a complex impact of under flooding and seismic processes on regional activation of landslide formation.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: зсуви, зсувна небезпека, клімат, навколишнє середовище, коефіцієнт стійкості, горизонтальний тиск, абразія, сейсмічна активність, безпека життєдіяльності.

Останнім часом, внаслідок стрімкого прискорення технологічного розвитку, який супроводжувався глобальним втручанням людства у складові навколишнього середовища, відбувається активізація небезпечних процесів і явищ (з високою інтенсивністю, частотою прояву та концентрацією) у геологічному середовищі (ГС) як „депо” більшості техногенних впливів. Виконаний аналіз даних Держкомгідромету, Мінприроди, МНС свідчить, що це корелюється з одночасними змінами клімату.

Найбільш небезпечними і руйнівними серед гравітаційних процесів є зсуви. За останніми даними, станом на 01.01.2012 їх кількість перевищила межу у 22900 шт. Поширення зсувів зафіксовано більше ніж у 200 містах і селищах міського типу. Площа поширення ділянок з розвитком зсувів у межах міських територій складає понад 44,0 км² [1].

Найбільшого розвитку вони досягли на узбережжі Азовського та Чорного морів, Дніпровського, Дністровського, Тілігульського, Бузького та Бережанського лиманів, Автономній Республіці Крим, Одеській, Закарпатській,

Харківській, Чернівецькій, Івано-Франківській, Львівській, Черкаській областях (рис. 1).

Як ми бачимо з рис. 1, найбільший масив зсувних об'єктів зафіксований саме на території Одеської області, кількість яких станом на 01.01.2012 становить 5836 шт., а найбільш активними є зсуви на морському узбережжі на ділянці сіл Лебедівка – Сергіївка.

Так, виникає питання попередження та прогнозування зсувних процесів на території Одеської області в контексті змін клімату, що супроводжуються підтопленням земель та сейсмічною активністю. На дане питання ми спробуємо дати відповідь, хоча б частково, у даній публікації. Це можна зробити лише за умови виконання поглибленого аналізу даних моніторингу, а також аналізу ефективності відповідних рекомендацій по стабілізації схилів.

Одеська область розташована на крайньому південному заході України та на півночі межує з Вінницькою та Кіровоградською, на сході – з Миколаївською областями, на заході – з Республікою Молдова та невизнаною Придністровською Молдавською Республікою. На південному заході її обмежує частина державного кордону України з Румунією.

Загальна площа території області складає 33,3 тис. км², що становить 5,5% від площі території України. В області налічується 19 міст, 26 сільських районів, 33 селища міського типу; 1139 сільські населені пункти.

Річкова мережа області належить до басейнів Дунаю, Дністра, Південного Бугу та Чорного моря. На території області налічується біля 209 річок довжиною більш ніж 10 км [2]. Загальна довжина річкової мережі становить 7962 км. – це майже 3,9 % від загальної довжини річкової мережі України.

На лівобережжі нижнього русла річки Дунай та в долині між Кілійським гирлом та Дністровським лиманом знаходяться прісноводні озера Кагул, Ялпуг, Катлабух, Китай та солоні – Сасик, Алібей, Бурнас, Будацьке, Шагани, в східній частині – солоні лимани Хаджибейський, Куяльницький. Площі зайняті водними об'єктами, складають 286,6 тис.га.

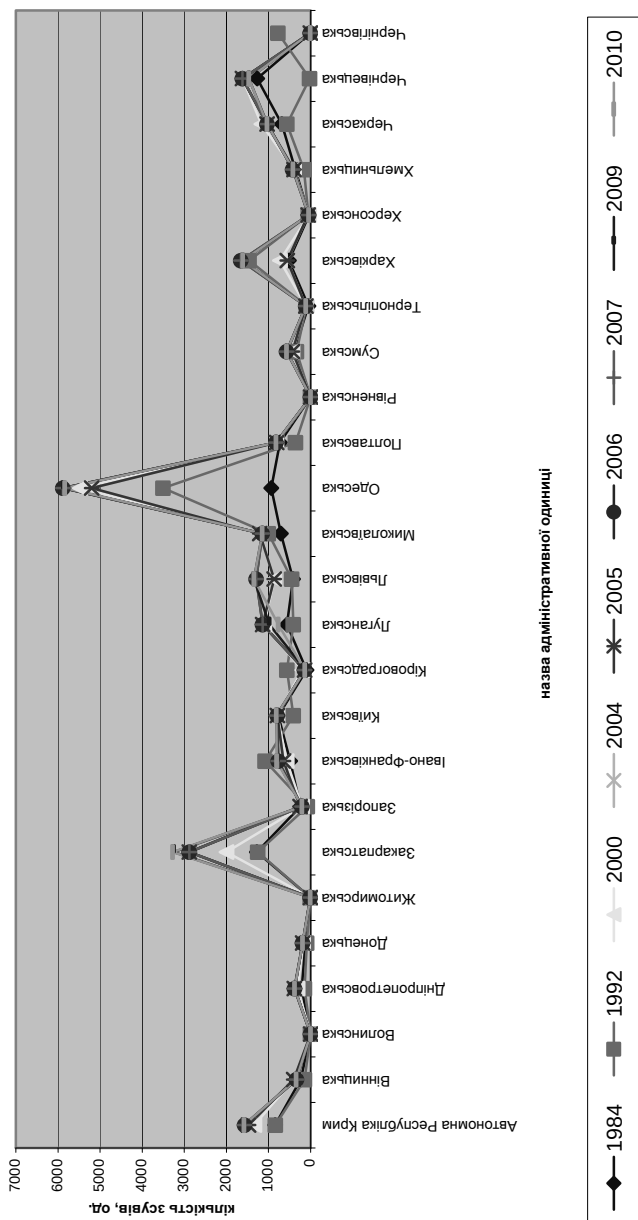


Рис. 1. Розновсюдження зсувів на території України протягом 1984-2011 років

Роки з найбільшою активізацією зсувів та приростом кількості, у відповідності до отриманих даних моніторингу (рис. 2) спостерігалися у 1992, 2000 та 2006 роках. Найбільший приріст зсувів було зафіксовано у 1992 та 2006 роках (рис. 3), тобто в межах 11-14 річної гідрометеорологічної циклічності.

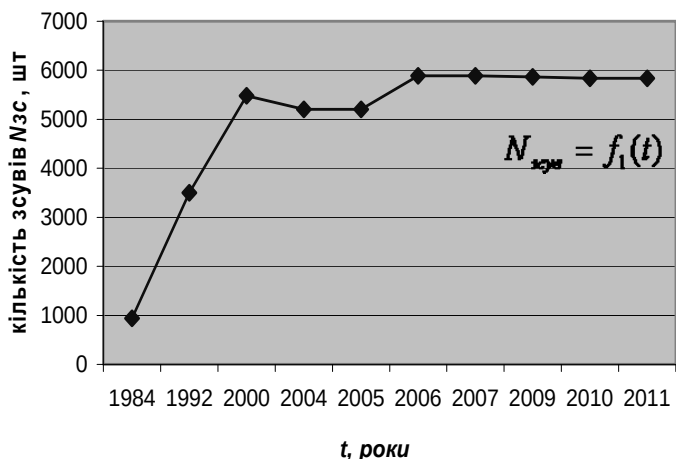


Рис. 2. Довгострокова динаміка розвитку зсувів на території Одеської області протягом 1984-2011 рр.

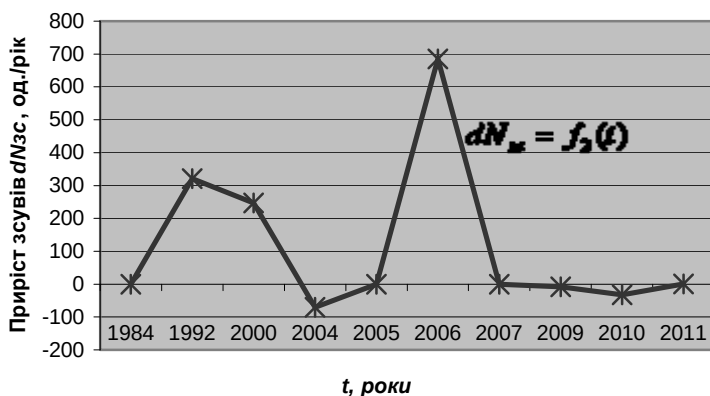


Рис. 3. Динаміка приросту зсувів на території Одеської області протягом 1984-2011 років

Дані проведеного аналізу свідчать про досить загрозуючу ситуацію для Одеської області. Тенденція зсувоутворення, яку висвітлюють залежності $N_{zc} = f_1(t)$ та $dN_{zc} = f_2(t)$ за останні 27 років (з 1984 по 2011 роки), можна визначити як критичну, – кількість зсувів збільшилася більше, ніж у 6,2 рази.

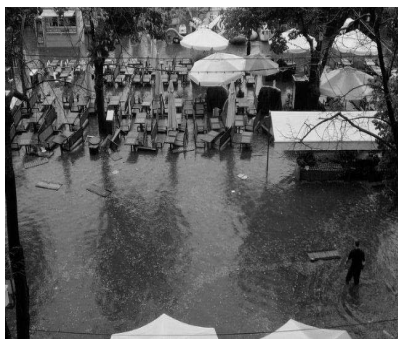
Слід зазначити, що дана властивість **досить стрімкого збільшення зсувної небезпеки за достатньо невеликий проміжок часу** не є характерною навіть для таких областей з підвищеною розчленованістю рельєфу, як Закарпатська, Львівська, Харківська та Івано-Франківська. Доцільно відмітити, що подібного факту **не зафіксовано** по жодній з областей України.

Області з дещо нижчими показниками приросту зсувів у порівнянні з Одеською областю – Львівська, Харківська, Закарпатська, Тернопільська.

Хоча протягом 2009-2010 років, кількість зсувів зменшилася у порівнянні з 2006-2007 роками, але не істотно. Але вже у 2011 кількість зсувів збільшилася на одиницю у порівнянні з попереднім роком. Це варіювання (збільшення або зменшення кількості зсувів) відбувається переважно за рахунок ліквідації (підрізки схилів, зрізання, зчищення), злиття чи формування нових зсувів.

В цілому, простежується тенденція до збільшення кількості зсувних об'єктів, яка за умов подальших змін гідрометеоумов може спостерігатися й у майбутньому. Приводом для загострення ситуації навколо Одеської області щодо питання стрімкого збільшення кількості зсувних проявів у майбутньому, можуть слугувати непоодинокі факти прояву стихійних лих внаслідок відчутних змін кліматичних умов, які можуть проявлятися у вигляді: потужних злив, суттєвих температурних коливань, регіонального підвищення рівня ґрунтових вод та зростання сейсмічної активності.

На сьогодні ми вже спостерігаємо аномальні явища, що мають місце на території Одеської області. Так, станом на 11 липня 2012 року за даними електронного видання газети Фокус, декілька вулиць Одеси були затоплені внаслідок потужної зливи, що супроводжувалася градом, рівень води піднявся на півметра. Наслідки ми можемо побачити на рис. 4.



а



б



в

***Рис. 4. Результати потужних злив на вулицях Одеси
(фото взяті на сайті <http://focus.ua>)***

Ситуації зі зливами в контексті зміни кліматичних умов, рано чи пізно, але обов'язково призведе до збільшення водонасичення покрівних (лесових, водо-теплочутливих) порід, підвищення рівня ґрунтових вод, зменшення міцності підґрунтя будівель, тимчасового підвищення порового тиску у зсуводеформуючому горизонті, розущільнення ґрунтового шару, деградації земельного покриву та вкінці-кінців – до зниження стійкості схилу та масової активізації геологічних процесів, в тому числі і зсувних. В цілому залежність між регіональною кількістю опадів та деформаційними процесами у вигляді зсувів обумовлюється комплексною дією складової інфільтраційного живлення підземних вод та гідродинамічним

впливом зволоження порід зони ненасиченої фільтрації (зони аерації).

Підсиленням даної ситуації може слугувати додатковий негативний вплив сейсмічної активності. Землетруси в межах Одеської області інтенсивністю у 9 балів за рівнем горизонтального прискорення еквівалентні приросту стрімкості зсувного схилу до 26° . Схили в межах лесового масиву вважаються зсувонебезпечними при умові, що їх стрімкість не перевищує $8-10^\circ$.

У процесі аналітичних оцінок напруженого стану схилу, а також у разі необхідності застосування інженерних методів захисту територій і споруд, використовувалися методи математичного моделювання, в основу яких покладено обчислення коефіцієнта стійкості схилу та зсувного тиску.

Найбільш ефективними математичними методами при обчислення стійкості схилів (напруженого стану схилу) є методи Маслова-Берера та Шахунянца. Використання цих методів рекомендовано Державними будівельними нормами [3]. Всі вони базуються на застосуванні теорії граничного напруженого стану сипучого середовища у випадку плоскої задачі.

Окрім врахування фізико-механічних характеристик зсувного схилу у запропонованих методах, необхідно також врахування впливу ґрунтових вод та дії сейсмічних сил.

Формула Маслова-Берера для обчислення коефіцієнта стійкості із урахуванням фільтраційного тиску та сейсмічної сили має вигляд:

$$K_{cm} = \frac{\sum P_i [tg \alpha_i - tg(\alpha_i - \psi_{pi})]}{\sum (P_i \cdot tg \alpha_i + Q_{ci} + j_i \cos \beta_{\phi_i})} \quad (1)$$

де j_i – величина гідродинамічного тиску у i -му відсіку; Q_{ci} – сейсмічна сила; β_{ϕ_i} – ухил кривої депресії (кут нахилу до горизонту рівнодіючої гідродинамічного тиску).

Горизонтальний тиск визначається за формулою:

$$E_{zc} = \sum \left[\frac{(K_{cm}^3 - 1) \cdot P_i \cdot \operatorname{tg} \alpha_i + K_{cm}^3 \cdot j_i \cdot \cos \beta_{\phi i} + K_{cm}^3 \cdot Q_{ci} +}{+ P_i \cdot \operatorname{tg}(\alpha_i - \psi_{pi})} \right] \quad (2)$$

Аналітичний метод Г.М. Шахунянца є адекватним для обчислення коефіцієнта стійкості вільних укосів (схилів) та для визначення сил зсувного тиску на утримуючі конструкції. Формули для визначення коефіцієнту стійкості схилу та величини зсувного тиску мають вигляд:

$$K_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(P_{Bi} \cdot \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_{Bi} + c_{Bi} l_{Bi}) \cos \varphi_{Bi}}{\cos(\alpha_i - \varphi_{Bi})}}{\sum_{i=1}^n \frac{(P_{Bi} \sin \alpha_i + Q_{ci} + j_i) \cos \varphi_{Bi}}{\cos(\alpha_i - \varphi_{Bi})}} \quad (3)$$

$$E_{zc} = \sum_{i=1}^n \left[K_{cm}^3 (P_{Bi} \sin \alpha_i + Q_{ci} + j_i) - \right. \\ \left. - (P_{Bi} \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_{Bi} + c_{Bi} l_{Bi}) \right] \times \frac{\cos \varphi_{Bi}}{\cos(\alpha_i - \varphi_{Bi})} \quad (4)$$

Ці математичні моделі були взяті за основу при розробці програмного комплексу LANDSLIP07, основним завданням якого передбачалося визначення зсувного тиску й коефіцієнта стійкості для різних властивостей ґрунту, сейсмічних та гідрогеологічних умов, оцінки надійності протизсувних споруд, що в подальшому забезпечує можливість передбачення та прогнозування виникнення загрозливих ситуацій, розробки відповідних рекомендацій щодо подальшої експлуатації „проблемних” схилів [4-7].

У програмі LANDSLIP07 стає можливим виконання чисельного моделювання напруженого стану схилу за умови: підвищення рівня ґрунтових вод; підвищення сейсмічності ділянки будівництва; спільного впливу сейсміки і води; наявності будівлі (будівель), облаштування котловану, протизсувних стінок.

Проведена оцінка загальної та локальної стійкості схилу на реальному об'єкті забудови на основі використання програми LANDSLIP07, а саме виконано математичне моделювання стійкості схилів при будівництві житлового будинку у Держинському районі міста Харкова по вул. Фронтівій, 3.

Висновки:

У подальшому, внаслідок зміни кліматичних умов, буде спостерігатися подальше зростання регіонального підтоплення земель, яке спричинить геомеханічну деградацію ґрунтів. Це призведе до збереження (незмінності) тенденції щодо зростання кількості зсувних процесів, а саме їх виникнення та активізації, збільшення кількості, високої інтенсивності та частоти прояву, а також концентрації. Постає питання безпечного функціонування будівель та споруд, охорони об'єктів культурної спадщини, яке буде потребувати вирішення для прийняття заходів безпеки.

Серед першочергових заходів по запобіганню і локалізації розвитку зсувів та інженерного захисту зсувонебезпечних схилів особливу увагу слід приділити:

- проведенню моніторингу та обстеженню зсувонебезпечних схилів, що включають розробку бази даних паспортів зсувних ділянок;
- подальшому періодичному обстеженню зсувонебезпечних схилів з метою передчасного виявлення ознак можливої активності;
- удосконаленню Державних будівельних норм.;
- попередженню поширення абразії;
- недопущенню невдалого планування, терасування схилів без захисту від абразійної діяльності моря;
- заходам щодо посилення контролю за дотриманням відповідних норм у проектуванні та забудові;
- ревізії водонесучих комунікацій;
- створенню системи контролю за станом підземних вод.

Література:

- 1) Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 році / Міністерство надзвичайних ситуацій України, Міністерство екології та природних

- ресурсів України, НАН України. – К. : *Чорнобильінтерінформ*, 2010. – 359 с
- 2) Паламарчук М.М. Водний фонд України : Довідниковий посібник / М.М. Паламарчук, Н.Б. Закорчевна. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 392 с.
 - 3) Будівництво у сейсмічних районах України : ДБН В.1.1-12:2006. – Офіц. Вид. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 83 с.
 - 4) Трофимчук А. Н. Математическое моделирование устойчивости оползневого склона при подъеме уровня грунтовых вод / А. Н. Трофимчук, Ю. И. Калюх, А. С. Глебчук // *Екологія і ресурси*. – 2008. – № 18. – С. 51–58.
 - 5) Трофимчук А. Н. Об устойчивости склонов при изменении сейсмических условий / А. Н. Трофимчук, А. С. Глебчук, В. В. Полевецкий // *Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво)*. – 2008. – Вип. 69. – С. 304–311.
 - 6) Трофимчук А. Н. Математическое моделирование изменения напряженно-деформированного состояния оползневого массива при наличии здания и обустройстве котлована в условиях подтопления / А. Н. Трофимчук, А. С. Глебчук, Ю. И. Калюх // *Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво)*. – 2008. – Кн. 1. – Вип. 71. – С. 95–104.
 - 7) Трофимчук А. Н. Математическое моделирование обратных задач в литодинамике оползней с учетом сейсмического фактора / А. Н. Трофимчук, А. С. Глебчук, Ю. И. Калюх, Т. Ю. Калюх // *Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво)*. – 2010. – Вип. 73. – С. 389–400.

Анализ дешифровочных признаков обломочных пород Харьковской области

Горелик С.И.

*(Национальный аэрокосмический университет
им. М.Е. Жуковского «ХАИ» stas_gor@ukr.net)*

В геологическом отношении Харьковская область относится к юго-восточной части Восточно-Европейской платформы и, соответственно, имеет равнинный рельеф с

относительно небольшими перепадами высот от 236,5 м у восточной окраины с. Лютовка Золочевского района, до 59 м в пойме р. Северский Донец в юго-восточной части Изюмского района.

Равнинный рельеф обусловлен преобладанием Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) и, только, юго-восточная часть принадлежит северо-западной окраине Донецкого складчатого сооружения (ДСС). Для ДДВ характерны выходы кайнозойских пород, а в долинах рр. Оскол, Сев. Донца – отложений меловой системы. Складчатые структуры ДСС в юго-восточной части Харьковской области обуславливают выходы палеозойских и мезозойских пород на дневную поверхность [1].

Горные породы Харьковской области – осадочного происхождения. В основном преобладают породы обломочного генезиса: песок, глины, алевролиты и песчаники. Меньшее распространение имеют породы органогенного и хемогенного происхождения.

Выходы на дневную поверхность коренных горных пород наблюдаются в глубоких оврагах и балках, вдоль крутых склонов рек и в местах открытой добычи полезных ископаемых.

На аэро- и космоснимках дешифрирование обломочных пород не вызывает затруднений.

На территории области имеются выходы песков преимущественно неогенового возраста. На аэро- и космоснимках они образуют пологие и сглаженные водоразделы и склоны долин (рис. 1.). В условиях хорошей обнаженности пески выделяются светлым фототонном. Пласты песков среди более крепких пород образуют пологие участки склонов, в отличие от крутых скалистых.

Крутизна склонов, сложенных песками, определяется углами естественных откосов и не превышает 30-40°. Склоны обычно обнажены. В связи с высокой водопроницаемостью песков эрозионная сеть развита слабо. Развивающиеся здесь овраги обычно широкие, с пологими склонами и чашеобразными верховьями, они имеют небольшую протяженность и слабо разветвлены. На поверхностях

сглаженных водоразделов, сложенных песками, иногда наблюдаются следы эолового перевевания. На песках часто размещаются сосновые боры. Отсутствуют болота и следы поверхностного смыва.



Рис.1. Балка Шаровая Левада. Выходы песков Полтавской серии олигоцен-миоцена. Снимок Google Earth. Spot Image.0,447-0,749мкм, 2,5 м/пикс.

Глинистые отложения (рис.2) на расчлененных водоразделах образуют сложную сеть крутосклонных оврагов и мелких промоин, составляющих в целом своеобразный струйчатый рисунок поверхности, хорошо дешифрируемый на аэроснимках. В складчатых районах, где пласты, сложенные глинами, переслаиваются с более крепкими осадочными породами, глинистые породы, как более легко размываемые, образуют отрицательные формы рельефа и являются местами заложения речных долин, ориентированных по простиранию

толщи. Если речные долины пересекают толщу пород, где наряду с крепкими породами имеются глины, наблюдается выполаживание обоих склонов долины в зоне развития глин.



Рис.2. Овраги в четвертичных суглинках. Восточная окраина с. Черкасская Лозовая. Снимок Virtual Earth. QuickBird. 0,445-0,90 мкм, 1 м/пикс.

При установлении контактов между пластами глин и другими породами следует обращать внимание на выходы в кровле глин грунтовых вод, дешифрируемых на аэроснимках наличием особой, часто болотной растительности, а также развитием оползней в перекрывающих глины породах.

Тон изображения увлажненных поверхностей, сложенных глинами, на аэроснимках зависит от степени их увлажнения. Сильно увлажненные поверхности имеют темный фототон (районы с влажным климатом), слабо увлажненные – светлый фототон (пустыни и другие районы с засушливым климатом) [2].

Песчаники и алевролиты имеют близкие дешифровочные признаки. В каждом отдельном случае имеются свои специфические признаки на аэроснимках.

Песчаники и алевролиты имеют близкие дешифровочные признаки. В каждом отдельном случае имеются свои специфические признаки на аэроснимках. Породы, окрашенные в яркие цвета, хорошо оконтуриваются на снимках по интенсивности фототона переслаивающихся пластов. Физические свойства этих пород зависят от состава цемента. По особенностям цементации они могут изменяться от почти нецементированных разностей до очень крепких пород. Крепкие их разности в складчатых областях обычно образуют резкие формы рельефа – остроугольные вершины, узкие гребни, обрывистые склоны. При горизонтальном или слабонаклонном залегании они бронируют рельеф, формируя столовые горы, куэсты, останцы и структурные плато с выровненными поверхностями и крутыми склонами. Слабые по крепости разности образуют в рельефе более мягкие положительные формы – плоские, волнистые или увалисто-холмистые поверхности с различными по крутизне склонами. Породы обычно разделены трещинами на блоки. Трещиноватость наследуется эрозионной сетью – речными долинами, оврагами с характерными прямолинейными отрезками, угловатостью и параллельностью боковых притоков, образующими в совокупности ортогональный или ортогонально-перистый рисунок.

При переслаивании песчаников с менее крепкими породами по первым образуются карнизы, уступы, гряды. Часто направление этих элементов подчеркивается растительностью [3,4].

Дешифровочные признаки осадочных горных пород характерные для Харьковской области приведены в табл. 1.

Горные породы Харьковской области относительно легко дешифрируются. Их можно легко идентифицировать по аэро и космоснимкам.

Песок имеет светлый фототон, в зависимости от минерального состава – различную окраску. Образует пологие и сглаженные склоны.

Таблица 1. Дешифровочные признаки горных пород характерных для Харьковской области

№ п.п	Горная порода	Дешифровочные признаки
1	Песок	Светлый фототон, различная окраска, пологие формы рельефа, крутизна склонов не превышает 30°.
2	Глина	Темный фототон, бурая окраска, крутые овраги и балки с глубокими тенями.
3	Песчаник, алевролит	Различный фототон, образует обрывистые формы рельефа

Для глинистых отложений характерны глубокие тени и темный фототон. Образуют глубокие овраги с крутыми склонами .

Фототон песчаников и алевролитов зависит от минерального состава и может варьироваться в различных диапазонах.

Литература

- 1) Ануфриев. А.М. Аэрокосмометоды в геологии. КГУ им. В.И.Ульянова. Казань-2007г. 82 с.
- 2) Атлас Харьковской области. Главное управление геодезии, картографии и кадастра при Кабинете Министров Украины. Киев. 1993 г.
- 3) Гричуха К.И. Структурная геология и геологическое картирование. – Казань: Казанский государственный университет, 2009. – 56 с
- 4) Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков-М.: Аспект Пресс.,2005г. – 184 с.

Геоecологiчний стан територiй вироблених кар'єрiв будматерiалiв на основi аерокосмiчної iнформацiї (на прикладi Сирецької балки в м. Київ).

Лiщенко Л.П., Теременко О.М., Мичак А.Г.

*(ДУ Науковий центр аерокосмiчних дослiджень Землi
ПГН НАН України, (Lischenko.lp@gmail.com))*

Видобуток мiнеральної будiвельної сировини та її переробка в межах Києва здiйснювалася протягом кiлькох столiть. Вiдомо, що в 1900 році уздовж правого корiнного

берега Дніпра працювало 18 цегельних заводів з виробництвом до 100 млн. штук цегли в рік на місцевій сировині [1]. В середині 80 років минулого сторіччя в межах самого міста ще існували кар'єри Нижнєюрківський (схили яру), Куренівський (в Сирецькій балці), Корчуватівський і Демієвський (схили плато) та інші. Сировиною для цегельної промисловості слугували глинистий мергель київської свити палеогену, бурі і строкаті глини міоцену, суглинки четвертинного періоду.

В даний час видобуток будівельної сировини на території Києва припинено, але залишені кар'єри з відповідними формами рельєфу та постіндустріальна інфраструктура, які займають значні площі і є осередками негативного екологічного впливу на довкілля.

Розглянемо сьогоднішні геоекологічні проблеми найбільшої в минулому промислової зони з видобутку та переробки сировини — Куренівських цегельних заводів, що розташувались в центральній частині Сирецької балки. Методичним підходом, що використано в роботі є просторово-часове моделювання антропогенних змін за картографічними та аерокосмічними даними.

В другій половині XIX ст. в правому борту долини р. Сирець, що пролягає на межі лесового плато і флювіогляціальної рівнини в схилі плато було закладено декілька кар'єрів з видобутку мергельних глин палеогену, вапняковистих пісків. На цій сировині працювало ряд Куренівських цегельних заводів, продукція яких широко використовувалася при інтенсивній міській забудові міста [2].

На топографічній карті Києва 1897 року закартографована Сирецька балка з чіткими уступами, що відображають ерозійні та зсувні схили. У центральній та східній частині території, по правому схилу плато вже на той час існували кар'єри по видобутку будівельних матеріалів для цегельної промисловості, а русло ручая Сирець було зарегульоване декількома ставками [3].

Використання матеріалів аерофотозйомки 1943 року дало можливість детально відстежити це родовище і прилеглих цегельних заводів та оцінити стан навколишньої території.

Панхроматичні знімки 1968 року з просторовою розрізненістю 5-10м, виконані з КА «Согопа» (США) відображають: кар'єр в західній частині досліджуваної території; розкриті породи і делювіальні відклади на місці колишніх ставків, саме русло ручаю Сирець знаходиться в підземному цегляному колекторі. На той час діючим був лише один кар'єр, зате збільшилися площі зайняті промисловими підприємствами. На дистанційному зображенні чітко дешифрується підріз правого схилу, зсувні тіла, лінійна і площинна ерозія на схилах. Днище заплави ручаю засипане делювіальними відкладами і підвищено його рівень. Тобто спостерігається суттєва перебудова природних ландшафтів, накопичуються техногенні відклади. За фототонном зображення добре ідентифікуються площинний і лінійний ерозійний розмив правого схилу, а також місця вірогідних звалищ побутових відходів на схилі. Зафіксовані зміщення розташування озерних улоговин та зміни їх форм, що тяжіють до ділянок гірничих виробок як в долині, так частково і на місці колишнього схилу. Спостерігається розширення промислової зони.

Наступним часовим зрізом при ретроспективному аналізі геоекологічного стану досліджуваної території стали матеріали аерофотозйомки 1979 і 1989 років, на яких простежуються ділянки гірничих виробок, промислова забудова, зміни в окресленні контурів кар'єрних озер в порівнянні з попередніми роками. Тобто, корінна перебудова стану ландшафтно-функціональної структури цієї території відбувається постійно і достатньо швидко.

Останніми у ретроспективному геоекологічному огляді цієї промислової зони є КЗ Quick Bird (2005 та 2010 років) з просторовою розрізненістю 4 м. За допомогою цих знімків були простежені всі деталі техногенних змін, що відбулися на даній ділянці. У даний час заплава р. Сирець засипана і забудована, а русло відведене в підземний колектор. Залишається невелика ділянка відкритого русла, що існує в природних умовах, але воно сильно засмічене і потребує розчищення. Підсипану заплаву і днище вироблених кар'єрів використано під майданчики промислових підприємств,

гаражів, будівництво та звалище побутового і будівельного сміття.

На сучасному етапі проведені наземні завіркові дослідження. Ділянка, що була перетворена на сміттєзвалище, в даний час в значній мірі рекультивована і використовується під гаражі і тимчасові споруди. Два значних за площею кар'єри заповнені водою, тут створені штучні озера, що використовуються для рекреації.

Підрізани кар'єрною виробкою схили плато достатньо круті, покриті деревною рослинністю. В деяких місцях правого схилу спостерігається активізація зсувних процесів. Відзначимо, що саме тут уздовж правого схилу долини Сирця і Куренівського озера закартоване розривне порушення північно-східного простягання, що пов'язується з кристалічним фундаментом. Ця обставина певно є важливим чинником активізації екзогенних геологічних процесів (ерозія, суфозія ґрунтів, осипи, зсуви) на даній території. Особливо небезпечними є процеси підтоплення і просідання ґрунтів, адже на місці колишніх кар'єрів зараз існують насипні ґрунти, які значною мірою складаються з промислових і побутових відходів [4].

За результатами представлених досліджень були складені абрисы ландшафтно-функціонального районування ділянки Сирецької промислової зони за наступними часовими зрізами: 1897, 1968, 1979, 2005 та 2010 роки і побудовані картографічні моделі геоекологічного стану Сирецької промзони (рис 1, 2).

Проведені дослідження геоекологічного стану Сирецького родовища будматеріалів протягом останнього сторіччя на основі аналізу картографічної і аерокосмічної інформації дають можливість простежити етапи становлення, розвитку, припинення робіт, проведення рекультивації і подальшої переорієнтації функціонального використання цієї ділянки.



Рис. 1 Антропогенні зміни території Сирецької промислової зони (вироблених кар'єрів Куренівських цегельних заводів) протягом 1897 – 1968 рр. КЗ Corona.

Умовні позначення: 1 - ставки в долині р. Сирець (1897 р.); 2 - штучні водойми (1968 р.); 3 - русло р. Сирець (1897 р.); 4 - колектор (1968 р.); 5 - промзона (1968 р.); 6 - звалище сміття (1968 р.); 7 - промзона, що існувала до 50 років XX сторіччя; 8 - уступи рельєфу, ерозійні врізи, схили кар'єрів (1897 р.); 9 - територія техногенних змін; 10 - кар'єри (1968 р.).

На думку авторів, таке ретроспективне картографічне моделювання геоecологічного стану колишнього родовища будматеріалів з використанням даних ДЗЗ особливо важливе в межах міської території. Адже воно дозволяє об'єктивно аналізувати і прогнозувати можливості подальшого використання даної території з урахуванням існуючих інженерно-геологічних умов і можливої рекультиватії.

Таким чином, в результаті досліджень на основі просторово-часового моделювання встановлено, що територія колишніх Сирецьких кар'єрів і Куренівських цегельних заводів є антропогенно зміненою, екологічно нестабільною і потребує заходів мінімізації впливів ерозійних процесів, зсувів, розвитку

явищ просідання ґрунтів, підтоплення та вимагає впровадження постійного екологічного контролю.

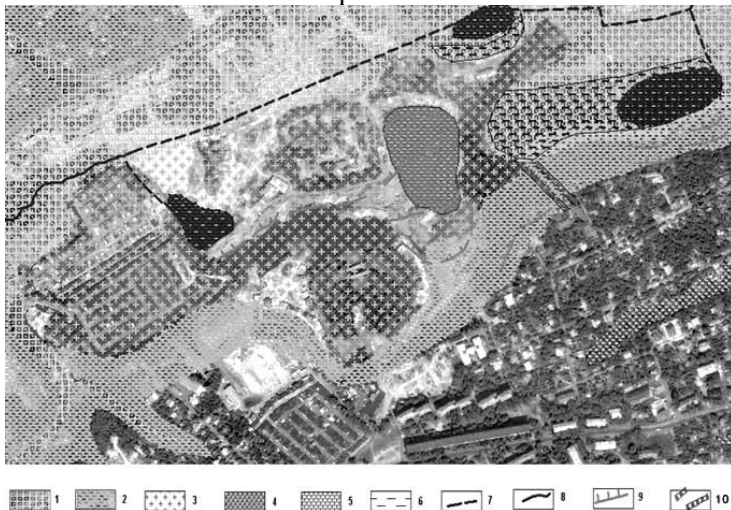


Рис. 2 - Сучасний геоекологічний стан Сирецької промзони (вироблених кар'єрів Куренівських цегельних заводів). Quick Bird (2005 р.).

Умовні позначення: 1 - заплава р. Сирець; 2 - схили вододілу; 3 - територія техногенних змін; 4 - сміттєзвалище; 5 - штучні водойми в днищі колишніх кар'єрів; 6 - підтоплені території; 7 - русло р. Сирець; 8 - колектор; 9 - ерозійні уступи; 10 - зсуви.

Перелік літератури.

1. Демчишин М.Г. Геологическая среда Киева. //Геол. журн. —1991— № 2 — С.-14 – 24.
2. Стецюк В.В. Романчук С.П., Щур Ю.В. та ін. Київ як екологічна система: природа – людина – виробництво – екологія. — К. — 2003 — 315 с.
3. Карта «Київ з передмістями» складена по зйомкам 1897 р. Масштаб 1:21000— К.: Картографічний відділ головного геодезичного управління — 1918.
4. Спутниковые методы поиска полезных ископаемых./ под ред В.И. Лялько, М.А. Попова. Киев: Карбон Лтд — 2012 — 436с.

Зсувні процеси на території України

Олінович А.С.

(Університет новітніх технологій, angelina@ukr.net)

В складних ґрунтових умовах, що займають 90% площі території України, непередбачувана зміна стану природно-геологічних та техногенних чинників часто ініціює руйнівні та деформаційні процеси в ґрунтових підвалинах будівель та споруд, що ведуть до аварій і катастроф. З цих негативних процесів зсуви за спричиненими збитками займають в Україні перше місце, а у світі - друге після землетрусів[1]. Активізація зсувних процесів на території України у деяких регіонах має руйнівний, а інколи катастрофічний характер. Тільки за останні роки від зсувів постраждали гірські райони Закарпатської області, прибережні масиви в Одеській та Миколаївській областях, численні об'єкти в Автономній Республіці Крим, будівлі в м. Дніпропетровську, Дніпродзержинську, Чернівцях, Луганську та багатьох інших населених пунктах і їх кількість постійно зростає [2]. Це створює постійну загрозу виникнення надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, а також небезпеку для здоров'я та життя людей.

Поширення зсувів значною мірою зумовлено:

- невиконанням заходів щодо запобігання зсувам а забудованих територіях;
- наявністю витоків з водонесучих комунікацій;
- незадовільним станом дренажних систем в агропромисловому комплексі;
- недосконалістю системи контролю за станом протизсувних споруд;
- відсутністю у більшості регіонів підрозділів з інженерного захисту територій, промислових та житлових об'єктів і споруд від зсувів;
- неналежним урахуванням під час виконання проектно-вишукувальних робіт можливого негативного впливу споруд, що будуватимуться, на інженерно-геологічні умови суміжних територій;
- недостатнім інженерно-геологічним вивченням зсувонебезпечних територій з метою визначення їх меж,

основних факторів активізації зсувів, заходів щодо їх інженерно-геологічної реабілітації та посилення стійкості ґрунтів, а також розвитку системи моніторингу зсувних процесів;

- недотриманням норм і правил безпечного провадження господарської діяльності на зсувонебезпечних територіях [2].

Основними природними факторами активізації зсувів є метеорологічні (атмосферні опади, температура повітря), гідрологічні (рівень та об'єм річкового стоку води, хвильовий режим морів, озер, інших водойм, ерозійна та абразивна дія поверхневих вод), гідрогеологічні (рівень, хімічний склад, умови живлення та дренажу підземних вод), сейсмічні (землетруси) [3]. Вплив цих факторів на активізацію зсувів можна істотно зменшити шляхом застосування засобів інженерного захисту для послаблення ерозійної та абразивної дії поверхневих вод, перепланування поверхні, дренажування і закріплення схилів рослинністю, технічної меліорації ґрунтів, регулювання поверхневого стоку на схилах, механічного утримування зсувів підпірними стінами, палями та іншими інженерними спорудами.

Зсувонебезпечні території залежно від ступеня впливу природних і техногенних факторів можна поділити на три групи:

- території з незначною зміною природного ландшафту, де на утворення та активізацію зсувів впливають переважно природні фактори;
- території, на яких господарська діяльність підсилює дію природних факторів, де на утворення та активізацію зсувів впливають природно-техногенні фактори;
- території, де на утворення та активізацію зсувів впливають переважно техногенні фактори, - промислові агломерації, гірничодобувні регіони, території, що зазнають інтенсивного техногенного впливу (в тому числі підпір ґрунтових вод водосховищами) [2].

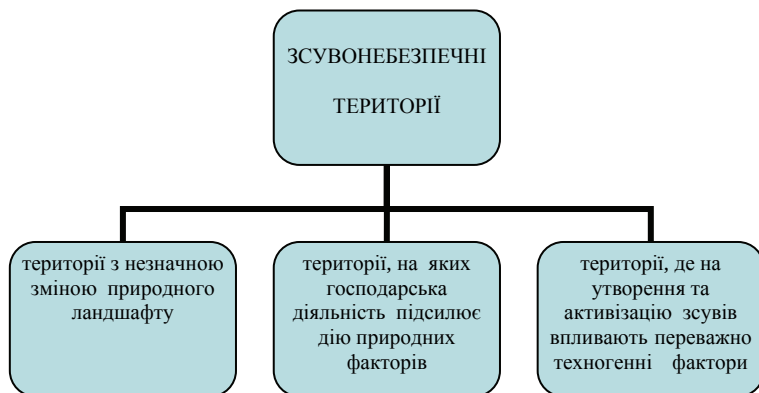


Рис. 1 Види зсувонебезпечних територій

Наведена класифікація зсувонебезпечних територій представлена на Рис. 1, та дає змогу визначати необхідні для їх захисту протизсувні заходи за видами, строками, черговістю здійснення та обсягами фінансування, що забезпечить підвищення їх ефективності. Для прогнозування зсувних процесів необхідні ретельні інженерні, геологічні, гідрологічні, геодезичні спостереження та дослідження [4].

Література

1. *Дударенко О.О.* Моделювання і розрахунки зсувної небезпеки та інженерного захисту територій і об'єктів: дисертація канд. техн. наук: 05.23.02 / Державний НДІ будівельних конструкцій. - К., 2003.
2. Постанова КМУ «Про затвердження Комплексної програми протизсувних заходів на 2005-2014 роки» від 22 вересня 2004 р. N 1256.
3. *Телятник А. О.* Комплексное изучение и прогнозирование оползней: Монография / – К. : 1993. – С. 43–46.
4. *Сукач Ю.Г., Бабаджарова О.Ф.* Зсувні процеси на території України / Львівський державний університет безпеки життєдіяльності.

Речовини, які викликають фізичну та психічну залежність людського організму

*Мельничук С.Д., *Войціцький В.М., *Хижняк С.В.,

*Морозова В.С., **Кисіль О.О.

(* Національний університет біоресурсів і природокористування України, ** Київський національний університет імені Тараса Шевченка, svetavh@mail.ru)

Залежність від прийому хімічних речовин – це психічний та фізичний стан, який характеризується певними реакціями (поведінки та ін.), коли бажання приймати препарат постійне або виникає періодично, щоби уникнути дискомфорту, що виникає без його приймання. Більш точно, мабуть, стан залежності від прийому препаратів визначає поняття *пристрасть* – це сильна, іноді нездоланна потреба систематичного прийому деяких препаратів, які викликають *ейфорію* (грецьк. eu – добре, приємно і rho – переносу), для покращення самопочуття і підвищення настрою, а також звільнення від неприсмних відчуттів, які виникають після відміни цих засобів. Можлива залежність від декількох препаратів одночасно.

Засоби, які викликають залежність, розділяють на такі групи: 1) алкоголь - барбітурати (найпоширеніший етиловий спирт, фенobarбітал); 2) канабіноїди (маріхуана, гашиш); 3) кокаїн, етерні розчинники (ацетон, толуол, тетрахлоретан та ін.); 4) засоби, які викликають галюцинації (мескалін, псилоцибін та ін.); 5) засоби, які отримані з опію (морфін, кофеїн, героїн та ін.) і їх синтетичні замісники (промедол, фентаніл та ін.).

Розрізняють психічну і фізичну залежність до наркотичних препаратів. За рекомендацією ВООЗ *психічна залежність* – це стан організму, за якого препарат викликає відчуття задоволення і психічного піднесення – стану ейфорії, який потребує періодичного або постійного прийому засобу, щоби уникнути дискомфорту; *фізична залежність* – адаптивний стан, якому властиві сильні фізичні розлади після прийому певних препаратів. Ці розлади, які називаються *синдромом абстиненції* (лат. *abstinentia* – утримування, позбавлення) – комплекс специфічних ознак психічних і фізичних порушень, який

характерний для певного препарату. Механізм фізичної залежності пов'язаний з тим, що препарат систематично включається в біохімічні процеси, які відбуваються в організмі. За припинення надходження препарату в організм порушується рівновага біохімічних процесів і виникає синдром абстиненції, який характеризується різнобічними тяжкими порушеннями (можлива смерть), що припиняється тільки після відновлення прийому препарату чи його замісника.

Найчутливішими до змінених умов є клітини головного мозку. Систематичний прийом препаратів, що викликають психічну і фізичну залежність, називають *наркотиками* (грецьк. *narkotikos* – той, що приводить до оціпеніння, одурманення), а виниклий стан — *наркоманією* (грецьк. *narke* – оціпеніння, одурманення і *mania* – безумство, пристрасть). Зміна функцій головного мозку приводить до розвитку стану ейфоричного сну і абстиненції. З підсиленням наркотичної залежності скорочується ейфорична фаза, а фаза абстиненції змінюється і поглиблюється. Найбільш важка картина наркоманії розвивається тоді, коли поєднуються психічна і фізична залежності, а також *толерантність* (лат. *tolerantis* – терпіння, привикання).

Питання термінології стосовно «наркотичні засоби», «наркоманія» мають виключно важливе значення не тільки з позицій медиків (наркологів), але юристів, соціологів та ін. Ці терміни використовуються як в національних законодавствах, так і в міжнародних договорах, конвенціях.

В правовому аспекті термін «наркотичні засоби» застосовується коли визначено взаємозалежність трьох критеріїв: 1) медичного, якщо цей засіб виявляє специфічну (стимулюючу, галюциногенну та ін.) дію на центральну нервову систему, що є причиною його споживання; 2) соціального, якщо немедичне споживання приймає великі масштаби і набуває соціальної значимості; 3) юридичного, коли з наведених вище двох посилок та інших положень відповідна юридично визначена установа (в Україні МОЗ) визнала даний препарат наркотичним засобом і включило його в список цих засобів.

Якщо виходити з міжнародного і національного юридичного права, зокрема і в Україні, наркотичними засобами визначені ті, які проявляють відповідну дію на центральну нервову систему, являються причиною повторного їх споживання не з медичною ціллю і це споживання набуває соціального значення.

До наркотичних засобів відносяться **наркотичні анальгетики** – беззаспокійливі лікарські препарати, які вибірково подавляють больову чутливість без порушення свідомості. Це натуральні або синтетичні речовини, яким притаманна виражена беззаспокійлива дія з переважним впливом на центральну нервову систему і викликають психічну і фізичну залежність, привикання (наркоманію). За хімічним складом це похідні **фенантрени (морфін, омнопон та ін.)**, **фенілпиперидину (промедол, фентаніл та ін.)**, **бензоморфану (зокрема, пентазоцин)** та ті, які проявляють подібну дію. Використовуються наркотичні анальгетики при стійких болях, які пов'язані з травмами, перенесеними операціями, інфарктом міокарду, злоякісними пухлинами, при кашлі, який являє небезпеку життю, набряку легенів, при сильній ядусі тощо, тобто у тих випадках, коли ненаркотичні анальгетики не ефективні. Рецепти на ці засоби виписуються на бланках особливого зразку, з боку відповідних органів здійснюється контроль за зберіганням і відпуском таких препаратів.

Необхідно відмітити, що деякі речовини, які відносяться за дією до наркотичних анальгетиків (наприклад, **героїн, дезоморфін, еторфін, тифентаніл, бета-гідроксі-3-метилфентаніл та ін.**) виключені з практики фармакологічних засобів, оскільки вони викликають залежність вже після першого прийому; виготовлення, розповсюдження і використання таких речовин заборонено майже у всіх країнах. Ці речовини відносяться до особливо небезпечних наркотичних засобів.

Серед побічних дій наркотичних анальгетиків, крім ураження центральної нервової системи, при передозуванні є також параліч органів дихання, що приводить до гіпоксії, ураження кровоносних судин, що веде до порушення кровопостачання та ін.

Розглянемо загальну характеристику деяких наркотичних засобів, серед яких заборонені можуть бути отримані у підпільних хімічних лабораторіях з використанням доступних реактивів і обладнання.

Опій – сік з незрілих коробочок маку снодійного (*Papaver somniferum*), який висушений на сонці. Це один з найдревніших лікарських засобів, який використовували при болях, кровотечах, кашлі, слабості, виснаженні, неспанні, надмірному збудженні, проносі тощо. З деяких інших видів маку теж можна отримати опій.

Головні сполуки опіуму – це алкалоїди (азотовмісні органічні речовини), а також пектини, кислоти, каучук, барвники та ін. За хімічною структурою основні речовини опію – це похідні пиперединфенантрени (морфін, кодеїн, тебаїн та ін.) і бензилзохіноліну (папаверин, наркотин, нарцеїн та ін.).

У людини існують так звані *опіоїдні рецептори*, які і визначають залежність людини до опію, зокрема його компоненту – морфіну. Це, мабуть, пояснюється тим, що наші древні пращури використовували рослини, які містять опій, для знеболювання і це стало генетично детермінованим (лат. *determinans* – визначаючий).

Морфін – натуральний компонент опію, який став першим (1803 р.) алкалоїдом, який отримано в очищеному вигляді. Названий німецьким аптекарем Ф. Сертюрнером, який описав його властивості, в честь древньогрецького бога сну Морфея. Опій містить до 10 – 20 % морфіну. Деяка його кількість міститься у маковій соломці (подрібнених і висушених частин стеблів і коробочок маку). Слід відмітити, що зерна маку наркотичних речовин не містять.

Крім морфіну в медичній практиці використовуються інші опіонні наркотики, зокрема **омнопон, мепередин, перитрамід, пропоксифен, промедол, трамадол, альфентаніл, реміфентаніл, суфентаніл, налбуфін, пентазоцин, бупренорфін, буторфанол, піритрамід** та ін., які у більшості є синтетичними. Зараз синтезовано більше 250 речовин, які мають подібну до морфіну хімічну структуру. Серед них – **діацетилморфін**, який більше відомий під назвою **героїн**. Він, синтезований ще в 1898 р. німецьким хіміком Г. Дрессером,

став однією з потужних за наркотичною дією сполукою, яка виправдала свою древньогрецьку назву, як в терапевтичному відношенні, так і наркотичному. Цей наркотик продавався по більш низькій ціні, ніж опій, і це, а також наркотичний ефект, сприяли дуже швидкому розповсюдженню героїну по всьому світі.

Поряд з дуже сильним і яскраво вираженим наркотичним ефектом героїн має високу токсичність і здатність швидко (після 2 – 3 прийомів) формувати фізичну залежність. Цей наркотик був заборонений в США вже в 1924 р. Зараз він заборонений до використання майже у всіх країнах, а боротьба з нелегальним його виготовленням і розповсюдженням ведеться у всіх цивілізованих країнах.

До синтетичних наркотичних анальгетиків, ефективність якого майже у 100 разів сильніша морфіну належить **фентаніл**. Його використовували як анальгетик в перед- і післяопераційний період. Зараз синтезовано більше 100 аналогів фентанілу. Серед них **альфентаніл** і **сунтафеніл**, який використовується при хірургічних операціях. Ефективним анальгетиком є **карфентаніл**, який використовується в рушничних капсулах для позбавлення руху тварин; **лофентаніл**, для якого притаманна тривала дія, використовується в травматології; **α -метилфентаніл**, який у 2 рази ефективніше фентанілу і майже у 200 – морфіну. Найбільш розповсюджений нелегальний аналог фентанілу – **3-метилфентаніл**, який майже у 6000 разів, ефективніший за морфін і 1000 разів – героїн. Його летальна доза для людини вагою 70 кг становить 250 мг.

Сьогодні в нелегальному обороті наркотиків можуть бути вже названі **3-метилфентаніл** і **α -метилфентаніл**, а також **ацетил- α -метилфентаніл**, **β -гідроксифентаніл**, **тіофентаніл**, **α -метилтіофентаніл**, **р-фторфентаніл**, **β -гідрокси-3-метилфентаніл** та ін. Всі вони заборонені для використання *Єдиною конвенцією по наркотичним засобам*, проявляють якісно подібну дію опіатного типу і відмінні тільки по ефективності і тривалості дії. Крім того, як сам фентаніл, так і його аналоги, які можуть бути синтезовані в підпільних

лабораторіях, здатний містити домішки бензилфентанілу – вихідної речовини для їх синтезу.

Особливої уваги заслуговують *антагоністи* (грецьк. *antagonistes* – боротьба, опір) опіатних наркотичних речовин – це речовини, яким не притаманна або які мають дуже слабку наркотичну дію. Вони протидіють агоністам, попереджують їх доступність до рецепторів. До них належить **метадон** (торгова назва **амідон, аданон, фенадон, долофін, фізептон, гептадон**) – синтетичний опіоїд, який хоча і має певну подібну до морфіну структуру, але виявляє на людину значно знижену дію. Ця речовина ефективна при пероральному введенні, а не як морфін при внутрішньовенному. Крім того, до метадону привикання розвивається дуже повільно. Все це сприяло тому, що метадон застосовується для лікування хворих з опіатною (геройною) залежністю в деяких країнах.

В країнах, де запропонована метадонова *замісна підтримуюча терапія* (ЗПТ), вона проходить державну експертну оцінку. В Україні такої повноцінної оцінки на даний час не проводилося. Рішення про можливість запровадження метадонової ЗПТ для наркозалежних осіб в Україні було суто адміністративним, без апробації на конкретних групах наркозалежних, не погодженим у деталях з правоохоронними органами щодо забезпечення умов, які б обмежували застосування метадону лише медичними (лікувальними) цілями і повністю б виключали можливість витоку у незаконний обіг. Все це спричинило дискусію про можливість використання в Україні метадонової ЗПТ для лікування наркоманів.

Замісна підтримувальна терапія повинна ґрунтуватися на комплексному підході до її організації. Необхідно проводити ретельний відбір пацієнтів для ЗПТ, контроль за станом їхнього здоров'я, поведінки в побуті тощо, проводити пошук нових альтернативних препаратів більш безпечної дії. Принциповим є запровадження інтенсивної форми ЗПТ шляхом надання всебічної допомоги наркозалежним особам, а не екстенсивному – залученням до ЗПТ все більшої кількості наркохворих і при цьому забезпечувати їх лише наркоманійною кількістю, зокрема, метадону.

До виражених антагоністів опіатів відносяться, крім метадону, **налоксон (наркан)**, **налтрексон** та ін.

Слід відмітити, що крім явно виражених агоністів і антагоністів опіатів, існують також такі, які діють одночасно як агоністи у відношенні до одних рецепторів, а антагоністи – до інших. Вони, як правило, застосовуються в медицині для зменшення або навіть усунення виражених і важких болів в післяопераційний період, при онкозахворюваннях, інфаркті міокарді, нирковій коліці тощо. До них відносяться, зокрема, **бупренорфін (бупренекс)**, **буторфанол (стадол)**, **налбуфін (нубайн)**, **пентазоцин (тальвін)** та ін.

Знижують (антагонізують) ефект дії «повних» агоністів так звані «часткові» агоністи, зокрема, **дезоцин (далгон)** та ін. Сумісне введення «повних» і «часткових» агоністів зменшує ефект дії «повних» агоністів.

До наркотичних речовин, які є сильними *галюциногенами*, відносяться отрути, що продукуються багатьма грибами роду *Psilocybe* (*псилоцибе*), які поширені по всьому світу. У цих грибах виявлено галюциногенні речовини з групи індолів (похідних 2,3-бензіролу) – **псилоцибін** і його похідне **псилоцин**.

Характер та сила прояву дії псилоцибіну і псилоцину, як і інших наркотиків, залежить від дози, терміну приймання, загального стану здоров'я, особливо нервової системи до прийому цих галюциногенів. Тривале вживання галюциногенних отрут грибів викликає небезпечні психічні захворювання, порушення діяльності центральної нервової, серцево-судинної, статевої системи. У разі споживання людиною вагою 70 кг понад 6 мг псилоцибіну виникає тахікардія, гіпертензія, нудота, блювання.

У грибах роду *Psilocybe* виявлено ще два алкалоїди – **беоцистин** та **норбеоцистин**, які викликають, в залежності від дози, відчуття сп'яніння, усування від дійсності, загального розслаблення, відчуття невагомості тощо.

Незважаючи на те, що ці речовини містяться в плодових тілах грибів у невеликій кількості, вони здатні викликати порушення діяльності центральної нервової системи, розвиток психічних захворювань.

В кактусах Peyode міститься відомий галюциноген **мескалін**, а в датурі (*Datura*) – **атропін**.

До похідних **лізергінової кислоти**, яка міститься в ріжках (*Claviceps purpurea*), відноситься синтетичний наркотик **ЛСД**, який містить **диетиламід, диетиламінітил лізергінової кислоти** та ін. Це неоднорідна за походженням і хімічним складом група наркотичних препаратів, які викликають зміну відчуттів, думок, емоцій і сприйняття, виникають галюцинації. Цей наркотик спричинює зміни структури головного мозку. Психічні порушення подібні до таких при шизофренії. Наркотик ЛСД накопичується у клітинах головного мозку і залишається там тривалий час і навіть через місяці може викликати ті ж відчуття, що і безпосередньо (30 – 60 хв) після прийому. Дія цього наркотику найбільше проявляється через 2 – 12 год (в залежності від типу речовин у своєму складі). Формується стійка фізична і психічна залежність. Тривале споживання ЛСД потребує постійного збільшення дози наркотику, загострюється запальність, злобність, агресивність. З часом з'являється необґрунтований неспокій і підозрілість. Можливі спроби суїциду.

Особливу групу складають *снодійні та седативні (заспокійливі)* речовини, які є офіційними фармакологічними засобами, але надмірне їх споживання, особливо з алкоголем, може викликати психози з галюцинаціями, марення, порушення координації, дезорієнтацію, подібну до алкогольного сп'яніння, агресивність, роздратованість, депресію, параною, різні фобії тощо. Вони можуть викликати психічну і фізичну залежність, можлива смерть від передозування і швидкої відмови від великих доз.

До цієї групи входять, зокрема, похідні *барбітурової кислоти* (сама вона снодійною дією не володіє) – **веронал, нембутан, циклобарбітал** та ін.

Бензодіазепіни – це нова група снодійних речовин, які прийшли на зміну барбітуратам. Це, зокрема, **діазепам, нитразепам, флюнітразепам** та ін. Ці речовини до того ж послаблюють самоконтроль, фактори стримування.

Безпосередньо до наркотиків не відносяться леткі речовини, які містяться в препаратах побутової хімії (фарбах,

розчинниках, клеї, бензині, лаку для волосся, засобах проти комах та ін.), але вони при надмірному вдиханні здатні викликати ефект сп'яніння – неадекватну поведінку, порушення координації рухів, галюцинації тощо.

Наслідками зловживання подібними леткими речовинами є: чихання, кашель, носові кровотечі, нудота, порушення серцевого ритму, відставання у розумовому і психічному розвитку, токсичне ураження печінки, важка пневмонія, незворотні ураження мозку, аж до можливої смерті.

Надзвичайно серйозну загрозу становлять різноманітні нові речовини, які поки що не занесені до реєстру наркотичних, але вільно продаються, особливо через Інтернет, під виглядом солі для ванн, пахоців та ін. Вони діють як справжні наркотики – викликають ейфорію, покращують працездатність, посилюють сексуальний потяг та ін. Наслідком їхньої дії є ураження центральної нервової, серцево-судинної і статеві систем, печінки, нирок тощо.

Неможливо вилучити з обігу всі наркотичні речовини, оскільки багато з них лікувальними засобами. Але необхідно зробити все, щоб ці речовини не потрапили до людей, які ціною чужих життів використовують їх для власної наживи.

До наркотичних речовин належать також *канабіноїди* – це клас речовин, які входять до складу повсюдно розповсюдженої *дикої коноплі* (*Cannabis sativa*). Вони з давніх пір використовуються завдяки психоактивним властивостям для лікування, а також як ейфоригений і галюциногенний засіб.

Нелегально виробляються, розповсюджуються і використовуються, як правило, маріхуана, гашиш і гашишове масло.

Маріхуана – це висушена і подрібнена верхня частина рослини коноплі з листками і квітами, які містять мікроскопічні капсули з смою (гашишом). Після висушування маріхуана містить майже 400 компонент, більше 70 з яких складають канабіноїди. При курінні в результаті піролітичних перетворень компоненти маріхуани трансформуються майже у 2000 речовин.

В листках і квітах коноплі міститься 13 – 15 % основної психоактивної речовини – **транс-дельта-9-тетрагідроканабінолу (ТГК).**

Крім канабіноїдів, до складу маріхуани входить велика кількість речовин інших класів: терпени, стероїди, вуглеводи, феноли, карбонові кислоти, алкалоїди та ін.

Гашиш – смола (смолка), яка продукується коноплею у певний період вегетації, зеленого, темно-коричневого чи чорного кольору. Вона містить звичайно біля 2 % ТГК, але може і 9 – 10 %.

Гашишове масло (олія) – темна рідина, яка містить в'язкий за консистенцією екстракт рослинного матеріалу або гашишу з вмістом ТГК від 10 % до 30 – 60%.

Способи споживання канобіноїдів:

1. Паління (вдихання диму) сигарет з маріхуаною (500 – 750 мг при вмісті ТГК 1 – 4 %) або звичайних сигарет з додаванням гашишу чи невеликої кількості гашишового масла. Іноді для куріння використовують особливі скляні трубки (кан'ян). Для підсилення наркотичного ефекту гашишове масло можуть додавати і в сигарети з маріхуаною. Розповсюдженням є також вдихання парів гашишового масла, яке нагріте на кінчику ножа чи алюмінієвій фользі.
2. Пероральне споживання (жування, у вигляді заварки чи як добавка до їжі).
3. Внутрішньовенне введення розчинів (використовується рідко).

Маріхуану відносять до «легких» наркотиків, на відміну від героїну та подібних йому за ефектом наркотичної дії «важких» наркотиків. В деяких країнах в суспільній свідомості закріплюється думка про прийнятність споживання маріхуани, як соціального фактору. В останні роки міф про безпечність маріхуани розвіюється, домінує науково-обґрунтована думка про, хоча і менш виражену, фізичну і психічну залежність, наркотичну пристрасть.

Основний психоактивний компонент маріхуани ТГК, який отримується легально, дозволений до використання (США, Германія) при лікуванні глаукоми і токсикозу онкохворих, які пройшли курс хіміотерапії, зокрема препарати **дронабіол**

(маринол) і набінол (цезамет). В Голландії та Іспанії вирощування невеликої кількості коноплі і її використання для особистого споживання дозволено законом. У інших країнах, в тому числі і в Україні, повністю заборонено споживання маріхуани.

Спочатку маріхуана проявляє на організм стимулюючу і седативну (заспокійливу) дію, але потім в залежності від дози і терміну споживання виникають наступні явища:

1. *Фізіологічні*: подразнення і набряк очей (кон'юнктивіт), запалення очей, підвищення пульсу, посилення серцебиття, підвищення артеріального тиску, порушення рухової функції, слабкість, коливання температури тіла, головна біль, нудота, відчуття голоду, запаморочення та ін.
2. *Реакції поведінки*: релаксація, зниження психомоторної активності, зниження концентрації уваги, порушення здатності до діяльності, яка потребує уваги, швидка мова, балакучість та ін.
3. *Психо-нервові*: погіршення пам'яті, уваги і здатності вирішувати завдання, зміна сприйняття часу і простору, підвищена тактильна чутливість, загострення зорового і слухового сприйняття, нюху і болі, галюцинації, психоз, деперсоналізація, втрата себе як особи, панічний стан, параноя та ін.
4. *Емоційні*: ейфорія, відчуття благополуччя, чергування занепокоєння і неспокою, зміни в сексуальній сфері та ін.
5. *Токсичні* (при високих дозах): судоми, марення, порушення кровообігу, токсичні психози та ін.

Канабіоїди сприяють розвитку захворювань бронхів і легенів, виникненню кашлю, осиплості горла, сльозоточення. Довготривале їх споживання веде до незворотних деструктивних процесів в центральній нервовій системі: зниження уваги, погіршення пам'яті, гальмується розумова діяльність, появляється схильність до депресій і суїциду. Значно підвищується вірогідність появи злоякісних пухлин ротової порожнини, глотки, горла, бронхів, легенів.

Виражену негативну дію канабіоїди проявляють на репродуктивну систему, знижують гормональний фон, що веде до порушення статевої функції, а у підлітків – до пригнічення

розвитку статеві системи. Суттєву токсичну дію канабіоїди проявляють на розвиток плоду, пологи. З молоком матері вони переходять у дитячий організм при годуванні.

Подібну до маріхуани дію проявляють також віднесені в Україні до заборонених наркотичних засобів популярні у любителів екзотики курильні суміші «Сільвія», «Гавайська троянда», «Голубий лотос» та ін. У склад таких сумішей, як правило, входить синтетичний канабіноїд JWH – 073. Повна назва тієї ж «Сільвії» – «*Salvia divinorum*», тобто «Шавлія віщуна». Речовини, які містяться в ній впливають на центральну нервову систему і спочатку створюють легкі ілюзії, ейфорію, безпричинний сміх або плач, а потім людина стає все менш адекватною, виникають галюцинації, повна втрата контролю над собою. Реакцію організму непередбачувана: може початися нудота, блювання, підвищене серцебиття, судоми, втрата свідомості, настання коми. В залежності від дози і виду канабіноїду дія продовжується від декількох хвилин до годин.

Канабіноїди, як і інші наркотики, як вже відмічалось, викликають фізичну і психічну залежність. При припиненні їх прийому виникає синдром «відміни» який може тривати до 5 діб і характеризується нудотою, втратою апетиту, діареєю, зниженням маси тіла, підвищеною пітливістю, киданням то в жар, то в холод, неспанням, болями, депресією, запамороченням та ін.

Особливості функціонування мітохондрій гепатоцитів і кардіоміоцитів щурів за штучного гіпобіозу

**С.Д. Мельничук, *С.В. Хижняк, *В.С. Морозова,*

***Л.В.Бабиц, *В.М. Войціцький*

(Національний університет біоресурсів і природокористування України, svetavh@mail.ru;

***КЛ „Феофанія” ДУС, Україна; hsv@univ.kiev.ua)*

Дослідження стану штучного гіпобіозу викликає поширений інтерес у науковців, обумовлений перспективами використання моделі вуглекислотного гіпобіозу в медицині, ветеринарії та тваринництві як способу загального

знеболювання, консервування біологічного матеріалу, терапевтичного методу тощо. Але на сьогоднішній день залишається до кінця незрозумілим механізм біохімічних перетворень, за яких відбувається перехід організмів до гіпометаболічного рівню життєдіяльності. Встановлення цього механізму дасть змогу вирішити ряд проблемних питань, пов'язаних з впровадженням використання методу штучного вуглекислотного гіпобіозу на різних об'єктах дослідження. Ключовим фактором, за якого відбувається перехід тварин у гіпометаболічний стан, на ряду з гіперкапнією та гіпоксією є гіпотермія. Механізм захисту від різкого зниження температури тіла під впливом холоду полягає в зміні енергетичних процесів, які відбуваються на внутрішній мембрані мітохондрій. Біоенергетичні процеси, які забезпечують клітини організму універсальною енергетичною «валютою» відіграють фундаментальну роль в підтриманні гомеостазу.

Формування гіпобіотичного стану є адаптивною ознакою, що властива як рослинним так і тваринним організмам, реалізація якої обумовлена функціонуванням клітинних систем. Механізм захисту від різкого зниження температури тіла під впливом холоду полягає в зміні енергетичних процесів в клітинах в сторону теплопродукції [1]. Мітохондрії — основний постачальник енергії у формі АТФ за процесів спряження окиснення та фосфорилування в еукаріотичних клітинах (зокрема, нездатних до фотосинтезу), але за певних умов мітохондрії можуть виконувати роль теплогенераторів в клітинах організму [2, 3]. Основним депо мітохондрій, для яких характерна теплопродукція, у гібернуючих ссавців являється бура жирова тканина [4].

Одним із визначальних факторів для виконання клітиною специфічних функцій, формування відповідної реакції клітини на ушкоджуючу дію, в підтриманні гомеостазу — є ступінь забезпеченості клітиною АТФ. Мітохондрії — є основними споживачами кисню і виробниками більшої частини енергії в клітині. Важливу роль в переході тварин до стану зимової сплячки (гібернації) відіграють процеси, що відбуваються в мітохондріях [5].

Мітохондрії чутливі до будь-якого впливу, особливо до кисневої недостатності. Первинною їх реакцією є пригнічення окисного фосфорилування [2], яке дозволяє аеробним організмам уловлювати значну частку енергії окиснення субстратів. Дослідження функціонального стану дихального ланцюга мітохондрій широко використовують для вивчення енергетичного обміну у різних фізіологічних станах організму [6].

Функціональну активність мітохондрій перш за все забезпечує внутрішня мембрана мітохондрій, яка містить компоненти електрон-транспортного (дихального) ланцюга й зворотну H^+ -АТФ-азу, що необхідні для перетворення енергії переносу електронів у синтез АТФ з АДФ та неорганічного фосфору (Φ_n) [7]. Використання ізольованих мітохондрій, як об'єкта досліджень, дозволяє оцінити ефективність окиснення основних проміжних продуктів внутріклітинного катаболізму, а також ступінь спряження окиснення та фосфорилування методом полярографії [8].

Метою даної роботи є дослідження дихальної і фосфорилуючої активності мітохондрій гепатоцитів і кардіоміоцитів щурів у стані штучного вуглекислотного гіпобіозу.

Матеріали і методи

Експерименти проводилися відповідно до вимог «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються з експериментальною та іншою науковою метою» (Страсбург, 1985 р.), за загальними етичними принципами експериментів на тваринах, ухваленими Першим національним конгресом України з біоетики (2001 р.), іншими міжнародними угодами та законодавством України у цій галузі. В дослідах використовували білих безпородних щурів-самців масою 180–200 г, яких утримували в стандартних умовах віварію. Кількість тварин у кожній групі $n = 10$. Стан штучного гіпобіозу створювали за методикою Бахметьєва-Джайя-Анжуса, яка детально описана в роботах [9, 10]. В ході виконання дослідження тварин поміщали в герметично закриту камеру, об'єм якої складав 3 дм^3 , а температура в камері становила — $3\text{--}4^\circ\text{C}$. Протягом перебування тварин у камері за таких умов

змінюється як температура, так і склад газового середовища: розвивається гіперкапнія (зростає вміст вуглекислого газу) та гіпоксія (зменшується рівень кисню) [9]. Через 2,5–3 години у тварин спостерігається зниження ректальної температури з 37 °С до 17 °С, зменшення частоти серцевих скорочень з 380 до 80 ударів за хвилину, тварини повністю втрачають рухомість, реакцію на больовий подразник та рефлекс на положення, що свідчить про розвиток стану штучного гіпобіозу. Тварин декапітували у цьому стані.

Препарати мітохондрій виділяли методом диференціального центрифугування [11], а потім методом заморожування-відтаювання та подальшого центрифугування одержували препарати внутрішньої мембрани мітохондрій у вигляді субмітохондріальних частинок [12]. Вміст білку в досліджуваних препаратах визначали методом Лоурі і співавт. [13]. Інтенсивність дихання мітохондрій реєстрували за допомогою полярографа LP-7 у термостатованій кюветі з використанням платинового електроду [12]. Середовище інкубації містило 150 мМ сахарози, 50 мМ KCl, 3 мМ MgCl₂, 5 мМ KН₂РO₄, 5 мМ трис-буфер (pH 7,4). Дихання стимулювали додаванням АДФ (кінцева концентрація 200 нМ). У якості субстратів окиснення використовували малат чи сукцинат (у кінцевій концентрації 10 мМ). Енергетичний стан мітохондрій на отриманих полярограмах ідентифікували за Чансом [8] і розраховували швидкість дихання в цих станах: стан 2 – «вільний» (V_4^S), стан 3 – АДФ-стимульоване дихання, або «активний» (V_3), 4 – «контрольований» (V_4^{ATP}), V_ϕ – швидкість фосфорилування аденозиндифосфату (АДФ). Розраховували також швидкість дихання мітохондрій в умовах роз'єднання окисного фосфорилування 2,4-динітрофенолом (2,4-ДНФ) – $V_{ДНФ}$, дихальний контроль – ДК (V_3/V_4^{ATP}), ефективність фосфорилування доданого АДФ – АДФ/О, а також показник, що характеризує активність АТФ-гідролазних реакцій мітохондрій – V_4^S/V_4^{ATP} .

Визначення активності сукцинат-КоQ-оксидоредуктази (ЕС 1.3.99.1.) та цитохромоксидази (ЕС 1.9.3.1.) в препаратах внутрішньої мембрани мітохондрій проводили спектрофотометрично згідно рекомендацій [14].

Експериментальні дані обробляли загальноприйнятими методами варіаційної статистики. Вірогідність відмінностей між показниками експериментальної і контрольної груп оцінювали за t-критерієм Ст'юдента.

Результати досліджень та їх обговорення

Використання малату в якості екзогенного субстрату електрон-транспортного ланцюга мітохондрій дозволяє оцінити функціонування всіх ділянок дихального ланцюга, у тому числі НАД-залежних процесів, в умовах експерименту. Результати проведених досліджень показників окисного фосфорилування мітохондрій гепатоцитів щурів в стані штучного гіпобіозу, свідчать, що величина показника V_4^S , який характеризує швидкість поглинання кисню при додаванні до суспензії мітохондрій субстрату окиснення, у стані штучного гіпобіозу зменшується в середньому в 1,8 разів, у порівнянні з контролем. ($0,036 \pm 0,005$ та $0,021 \pm 0,003$ мкатом $O_2/хв \cdot мг$ білка ($p \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу, відповідно). Показники споживання кисню при додаванні в реакційну суміш АДФ (V_3) і після повного його фосфорилування (V_4^{ATP}) при цьому також знижуються в 1,7 разів кожний ($0,112 \pm 0,008$ та $0,066 \pm 0,007$ мкатом $O_2/хв \cdot мг$ білка ($p \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу відповідно для V_3 ; $0,031 \pm 0,005$ та $0,018 \pm 0,003$ мкатом $O_2/хв \cdot мг$ білка ($p \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу відповідно для V_4^{ATP}). Аналогічні зміни спостерігаються і для мітохондрій кардіоміоцитів: V_4^S зменшується в середньому у 2,4 рази ($0,052 \pm 0,003$ та $0,022 \pm 0,003$ мкатом $O_2/хв \cdot мг$ білка ($p \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу відповідно); V_3 — в 2,5 рази ($0,146 \pm 0,012$ та $0,059 \pm 0,002$ мкатом $O_2/хв \cdot мг$ білка ($p \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу відповідно); а V_4^{ATP} — в 2,0 рази ($0,041 \pm 0,006$ та $0,021 \pm 0,003$ мкатом $O_2/хв \cdot мг$ білка ($p \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу відповідно) у порівнянні з контролем.

Використання сукцинату в якості субстрату окиснення дозволяє оцінити функціональний стан комплексів дихального ланцюга сукцинат-КоQ-оксидоредуктази, КоQ-цитохром с-оксидоредуктази та цитохромоксидази. Аналіз отриманих результатів з дослідження показників дихання і фосфорилування мітохондрій гепатоцитів щурів за умов штучного гіпобіозу свідчить, що інтенсивність дихання

мітохондрій (V_4^S) вірогідно знижуються у 1,5 рази в порівнянні з контролем ($0,022 \pm 0,003$ та $0,015 \pm 0,003$ мкатом $O_2/\text{хв} \cdot \text{мг}$ білка ($p \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу відповідно). Швидкість активного окиснення сукцинату (V_3) мітохондріями гепатоцитів знижується у 1,9 рази ($0,076 \pm 0,006$ та $0,040 \pm 0,003$ мкатом $O_2/\text{хв} \cdot \text{мг}$ білка ($p \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу відповідно) в порівнянні з контролем. А швидкість «контрольованого» окиснення ($V_4^{\text{АТФ}}$) також знижується у 1,3 рази ($0,022 \pm 0,002$ та $0,015 \pm 0,002$ мкатом $O_2/\text{хв} \cdot \text{мг}$ білка ($p \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу відповідно) в порівнянні з контролем. Аналогічні тенденції змін показників окисного фосфорилування при використанні в якості субстрату сукцинату спостерігаються і для мітохондрій кардіоміоцитів: V_4^S зменшується в середньому у 1,9 рази ($0,022 \pm 0,003$ та $0,015 \pm 0,003$ мкатом $O_2/\text{хв} \cdot \text{мг}$ білка ($p \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу відповідно); V_3 — в 2,1 рази ($0,076 \pm 0,006$ та $0,040 \pm 0,003$ мкатом $O_2/\text{хв} \cdot \text{мг}$ білка ($p \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу відповідно); а $V_4^{\text{АТФ}}$ — в 2,0 рази ($0,022 \pm 0,002$ та $0,015 \pm 0,002$ мкатом $O_2/\text{хв} \cdot \text{мг}$ білка ($p \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу відповідно) у порівнянні з контролем.

Отже, отримані результати свідчать про зниження інтенсивності поглинання кисню мітохондріями як гепатоцитів, так і кардіоміоцитів щурів за штучного гіпобіозу.

При використанні в якості субстрату малату величина показника ефективності фосфорилування доданого АДФ (АДФ/О) для гепатоцитів щурів у стані штучного гіпобіозу зменшується в середньому на 20 % у порівнянні з контролем (рис. 1). А значення коефіцієнта дихального контролю (ДК) істотно не змінюється (рис. 2). З урахуванням того, що величини показника АДФ/О та ДК за використання в якості субстрату малату залишаються на досить високому рівні (рис. 1, 2), можна стверджувати лише про часткове роз'єднання процесів дихання і фосфорилування в мітохондріях гепатоцитів за створених умов штучного гіпобіозу.

При використанні в якості субстрату сукцинату значення показника ефективності фосфорилування АДФ (АДФ/О) для мітохондрій гепатоцитів зменшується в середньому на 11 % (рис. 1), а величини коефіцієнта дихального контролю (ДК) — на 31 % відносно контролю (рис. 2). При цьому абсолютні

величини цих показників залишаються на досить високому рівні (рис. 1, 2).

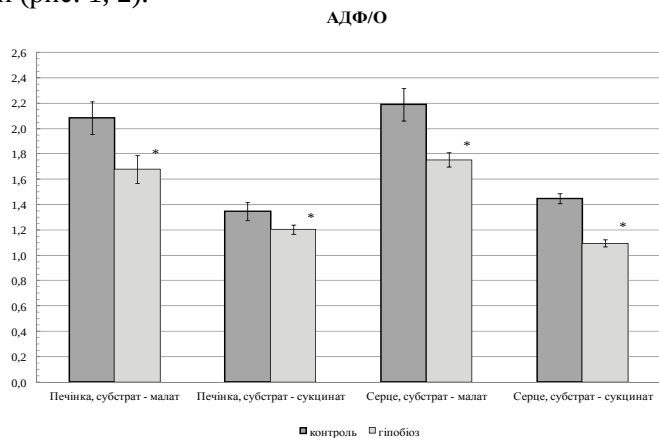


**Рис. 1. Величини показників ефективності фосфорилування доданого АДФ, що відповідає коефіцієнту Р/О (АДФ/О) мітохондрій кардіоміоцитів щурів в контролі та за умов штучного гіпобіозу.
* – $P \leq 0,05$ відносно контролю.**

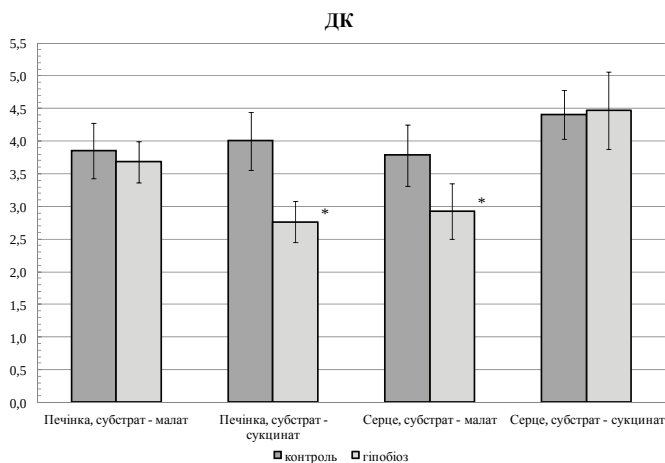


**Рис. 2. Величини коефіцієнту дихального контролю (ДК) мітохондрій кардіоміоцитів щурів в контролі та за умов штучного гіпобіозу.
* – $P \leq 0,05$ відносно контролю.**

Це може пояснюватися частковим розсіюванням енергії, яка виділяється при функціонуванні електрон-транспортного ланцюга у вигляді тепла, необхідного для підтримання температури тіла в умовах гіпотермії, як це відбувається в мітохондріях бурого жиру [2, 3].

Оскільки для мітохондрій гепатоцитів аналогічні зміни показників окисного фосфорилювання за умов штучного гіпобіозу спостерігаються при використанні обох субстратів (малату і сукцинату), то ймовірніше припустити, що розлади обумовлені недостатнім функціонуванням II–IV комплексів дихального ланцюга.

Для кардіоміоцитів шурів за умов штучного гіпобіозу при використанні субстрату — малату величина АДФ/О зменшується в середньому на 20 % (рис.1), а коефіцієнт дихального контролю (ДК) — на 23 % (рис. 2) у порівнянні з контролем. З урахуванням того, що величини показника АДФ/О та ДК залишаються на досить високому рівні (рис. 1, 2), можна також стверджувати лише про часткове роз'єднання процесів окисного фосфорилювання в мітохондріях кардіоміоцитів за цих умов.

В той же час, при використанні субстрату – сукцинату значення показника ефективності фосфорилювання АДФ (АДФ/О) зменшується в середньому на 24 % (рис.1), а величини коефіцієнта дихального контролю (ДК) не змінюються відносно контролю (рис. 2). Тобто, на відміну від малату роз'єднання спряження процесів окисного фосфорилювання не спостерігається. М.Тимофєєв в своїх роботах зазначав, що гомойотермні тварини мають додатковий, якісно відмінний і дуже потужний тип біоенергетики — сукцинатний тип тканинного дихання (СТД). Механізм СТД полягає в домінуванні окиснення бурштинової кислоти ферментами дихального ланцюга. Енергетична складова біоенергетики СТД, перш за все, забезпечує підтримання високого температурного рівня життя гомойотермних тварин. Реалізується цей механізм за різних стрес-реакцій, в тому числі холодовому стресі та за різноманітних екстремальних умов для підтримання високого температурного рівня життя [4]. Можливо, переключенням мітохондрій кардіоміоцитів на

сукцинатний тип тканинного дихання пояснюється відсутність роз'єднання процесів окиснення і фосфорилування та відмінність показників АДФ/О та ДК за використання сукцинату від таких за використання малату.

Величина показника гідролізуючої активності H^+ -АТФ-ази (V_4^S/V_4^{ATP}) мітохондрій гепатоцитів щурів за штучного гіпобіозу зберігається на рівні контролю як за використання у якості субстрату малату, так і сукцинату (рис. 3). Для мітохондрій кардіоміоцитів величина показника V_4^S/V_4^{ATP} за використання малату зменшується на 22 % відносно контролю, а за використання сукцинату — істотно не змінюється (рис. 3).

Відсутність підвищення рівню гідролізу АТФ, ймовірно, свідчить про достатність енергозабезпечення клітин за таких умов. А зниження інтенсивності гідролізу АТФ в кардіоміоцитах за використання малату, можливо, носить компенсаторний характер.

Для оцінки функціональної активності дихального ланцюга мітохондрій гепатоцитів і кардіоміоцитів щурів визначали активність ферментів дихального ланцюга препаратів внутрішньої мембрани мітохондрій: сукцинат-КоQ-оксидоредуктази та цитохромоксидази (рис. 4).

За умов штучного гіпобіозу активність сукцинат-КоQ-оксидоредуктази (II комплексу) в мембранних препаратах гепатоцитів щурів збільшується на 17 % ($30,1 \pm 2,7$ та $35,1 \pm 2,8$ мкмоль ок. цитохрому $c/hv \cdot mg$ білка в контролі та за гіпобіозу відповідно), в той же час активність цитохромоксидази (IV комплексу електрон-транспортного ланцюга) зменшується на 37 % ($191,1 \pm 18,1$ та $120,6 \pm 11,8$ мкмоль ок. цитохрому $c/hv \cdot mg$ білка ($P \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу відповідно) в порівнянні з контролем (рис. 4). Таким чином, зниження функціональної активності електрон-транспортного ланцюга мітохондрій гепатоцитів ймовірно відбувається внаслідок модифікації останньої ланки спряження — IV комплексу. Це погоджується з даними, отриманими при використанні методу полярографії, а незначне підвищення активності сукцинат-КоQ-оксидоредуктази може носити компенсаторний характер.

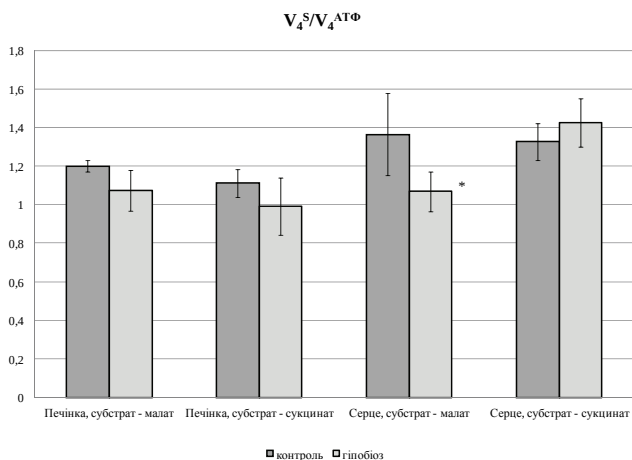


Рис. 3. Величини коефіцієнту показника, що характеризує активність АТФ-гідролазних реакцій ($V_4^S/V_4^{AT\Phi}$). мітохондрій кардіоміоцитів щурів в контролі та за умов штучного гіпобіозу.
* – $P \leq 0,05$ відносно контролю.

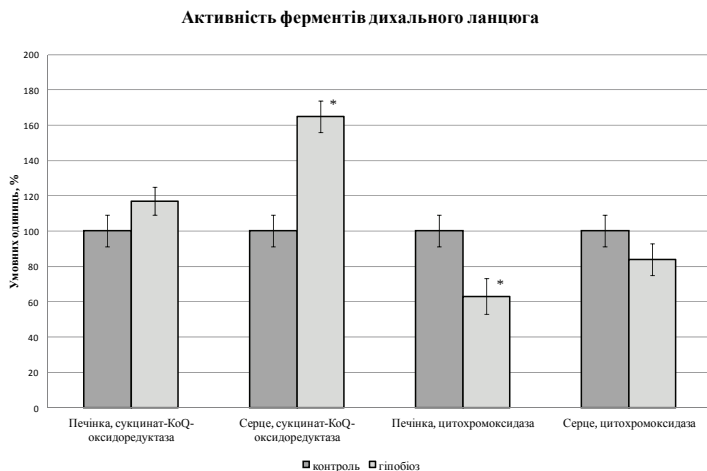


Рис. 4. Ферментативна активність препаратів внутрішньої мембрани мітохондрій гепатоцитів і кардіоміоцитів щурів в контролі та за штучного гіпобіозу в відсотках відносно контролю.
* – $P \leq 0,05$ відносно контролю.

В мембранних препаратах кардіоміоцитів за умов штучного гіпобіозу активність сукцинат-КоQ-оксидоредуктази (II комплексу) збільшується на 65 % ($172,8 \pm 16,1$ та $284,9 \pm 25,2$ нмоль ферриціаніду/хв·мг білка ($P \leq 0,05$) в контролі та за гіпобіозу, відповідно), а активність цитохромоксидази (IV комплексу дихального ланцюга) в мембранних препаратах змінюється недостовірно ($28,5 \pm 2,5$ та $23,8 \pm 2,1$ мкмоль ок. цитохрому c/хв·мг білка в контролі та за гіпобіозу відповідно) відносно контролю (рис. 4). Виявлене підвищення сукцинат-КоQ-оксидоредуктазної активності мембранних препаратів вказує на можливість переключення кардіоміоцитів на сукцинатний тип тканинного дихання.

Висновки

Отже, зміни біоенергетичних процесів, що перебігають у мітохондріях гепатоцитів і кардіоміоцитів щурів за умов штучного гіпобіозу можна охарактеризувати наступним чином. Дослідження функціональної активності електрон-транспортного ланцюга мітохондрій гепатоцитів щурів свідчить, що у стані штучного гіпобіозу спостерігається пригнічення його окисної та фосфорилуючої активності, а також часткове роз'єднання процесів спряження окиснення і фосфорилування.

Використання при полярографічних дослідженнях двох субстратів: малату, окиснення якого починається з I комплексу електрон-транспортного ланцюга, і сукцинату, який підлягає процесам окиснення починаючи з II комплексу електрон-транспортного ланцюга, а також результати по визначенні активності сукцинат-КоQ-оксидоредуктази та цитохромоксидази внутрішньої мембрани мітохондрій гепатоцитів дозволяє стверджувати про порушення саме останньої ланки спряження дихання і фосфорилування мітохондрій (пригнічення активності цитохромоксидази) за умов штучного гіпобіозу.

Зниження окисної активності мітохондрій гепатоцитів в умовах недостатності кисню, а також роз'єднання процесів дихання і фосфорилування у дихальному ланцюзі, можливо, має значення для адаптації до умов, за яких тварини впадають у стан штучного гіпобіозу. Роз'єднання процесів спряження

дихання і фосфорилування може бути пов'язане з частковим розсіюванням енергії, яка виділяється при функціонуванні електрон-транспортного ланцюга у вигляді тепла, необхідного для підтримання температури тіла в умовах гіпотермії.

Аналіз отриманих результати свідчить, що за умов штучного гіпобіозу спостерігається часткове роз'єднання процесів окисного фосфорилування в мітохондріях кардіоміоцитів щурів за використання субстрату — малату і не спостерігається за використання сукцинату. Тому можна припустити пригнічення функціональної активності першої ланки спряження окислення та фосфорилування дихального ланцюга, з урахуванням, що при цьому не виявлено змін функціональної активності кінцевої ланки спряження. Результати дослідження інтенсивності процесів окисного фосфорилування мітохондрій кардіоміоцитів щурів за умов штучного гіпобіозу відрізняються від таких для гепатоцитів. Як вже відмічалось, для гепатоцитів за даних умов спостерігалось часткове роз'єднання процесів окисного фосфорилування за використання обох субстратів, що дало змогу стверджувати про наявність розладів в останніх ланках спряження. Оскільки часткове роз'єднання процесів окисного фосфорилування в мітохондріях кардіоміоцитів щурів за умов штучного гіпобіозу спостерігається за використання в якості субстрату малату і не спостерігається за використання в якості субстрату сукцинату, то для серця імовіріше припустити зменшення активності першої ланки спряження — НАДН-КоQ-оксидоредуктази (I комплексу дихального ланцюга). Для підтвердження цього припущення необхідне проведення подальших досліджень з активності вказаного ферменту дихального ланцюга мітохондрій кардіоміоцитів. Встановлене же підвищення активності сукцинат-КоQ-оксидоредуктази (рис.1) підтверджує припущення, щодо інгібування першої ланки спряження (НАДН-КоQ-оксидоредуктази) та переключення мітохондрій кардіоміоцитів на сукцинатний тип тканинного дихання, який забезпечує підтримання температурного режиму серця.

Такого явного роз'єднання процесів окисного фосфорилування в серці в порівнянні з печінкою не

спостерігається, оскільки серце — це орган, який за будь-яких умов має функціонувати в достатньому для цих умов режимі.

М. Тимофеев писав, що теплокровні організми можна перевести на біоенергетику холонокровних тварин при виключенні сукцинатного типу тканинного дихання [4]. Тобто за умов штучного гіпобіозу не повинне відбуватися домінування процесів СТД, що спостерігається у мітохондрій гепатоцитів щурів. А оскільки серце для підтримання життя тварини має функціонувати у будь-яких умовах, то переключення мітохондрій кардіоміоцитів на сукцинатний тип тканинного дихання за умов штучного гіпобіозу — є механізмом, який забезпечує енергією життєво важливий орган на достатньому за цих умов рівні. Часткове інгібування процесів окисного фосфорилування в серці пов'язано, скоріше за все, не з переходом функціонування мітохондрій в режимі тепlopостачання, а зі зменшенням частоти серцевих скорочень і відповідно зі зменшенням потреби в АТФ.

І на останнє зазначимо, що відсутність істотних змін в активності H^+ -АТФ-ази у режимі гідролази мітохондрій гепатоцитів за використання обох субстратів та мітохондрій кардіоміоцитів за використання в якості субстрату сукцинату свідчить про достатність енергозабезпечення за таких умов.

Перелік посилань

1. Мельничук С.Д., Мельничук Д.О. Гіпобіоз тварин (молекулярні механізми та практичне значення для сільського господарства і медицини): Монографія. — К.: Видавничий центр НАУ, 2007. — 220 с.
2. Ленинджер А. Основы биохимии: В 3-х т. Т.2. Пер. с англ. — М.: Мир, 1985. — 368 с.
3. Скулачев В.П. Альтернативные функции клеточного дыхания // Соросовский образовательный журнал. — 1998. — №8. — С. 2–7.
4. Тимофеев Н.Н. Искусственный гипобиоз. — М.: Медицина, 1983. — 192 с.
5. Сосулина Л.Ю., Сухова Г.С., Чудный М.Н., Ашмарин И.П. Действие АДФ-рибозы на механическую и биоэлектрическую активность сердца лягушки // Российский

- Физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 1999. – Т.85, № 4. – С. 508–514.
6. Биоэнергетика клетки. Химия патологических процессов: учебное пособие / Д.И. Кузьменко, Т.В. Жаворонок, И.П. Мамонтова, В.В. Андрушкевич, А.М. Тырышкин / под ред. В.Ю. Сереброва и Г.А. Сухановой. – Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2008. – 180 с.
 7. Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран. – М.: Наука, 1989. – 564 с.
 8. Руководство по изучению биологического окисления полярографическим методом / Под ред. Г.М. Франка. – М.: Наука, 1973. – 78 с.
 9. Мельничук С.Д., Роговський С.П., Мельничук Д.О. Особливості кислотно-лужної рівноваги та азотого обміну в організмі щурів за умов штучного гіпобіозу // Укр. біохім. журн. – 1995. – 67, №4. – С. 67–75.
 10. Мельничук С.Д. Основні показники кислотно-основного стану крові та обмінних процесів у разі гіпобіозу та загальної анестезії за ампутації кінцівки // Укр. біохім. журн. – 2001. – 73, №6. – С. 80–83.
 11. Ахмеров Р.Н. Выделение интактных митохондрий из слизистой кишечника // Узбекский биологический журнал. – 1978. – № 4. – С. 38–41.
 12. Практикум по биохимии // Под ред. Н.В. Северина, Л.Н. Соловьевой. – М.: Из-во МГУ, 1989. – 509 с.
 13. Lowry O.H., Rosenbouch N.J., Fair A.L., Randal R.T. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J.Biol.Chem. – 1951. – 193, №1. – P. 265–275.
 14. Методы биохимических исследований / Под. ред. М.И. Прохоровой. – Изд-во Ленинградского ун-та, 1982. – 234 с.

Біобезпека. Дезінфектологічні аспекти проблеми

Таран В.В.

*(ДУ "Інститут гігієни та медичної екології НАМН України,
vtv@univ.kiev.ua)*

В умовах сучасного світу існує висока імовірність швидкого розповсюдження інфекцій, що становлять загрозу

внаслідок важких соціально-економічних наслідків, які вони спричиняють. До таких інфекцій можна віднести особливо небезпечні інфекції, ВІЛ-інфекцію, вірусні гепатити, туберкульоз, грип. Біологічну загрозу становить також свідоме чи несвідоме створення небезпечних мікроорганізмів в процесі лабораторних досліджень з метою розробки нових технологій у деяких галузях промисловості. Посилення антропогенного впливу на довкілля у сучасних умовах призводить до порушення регуляції природних процесів та функцій глобальної екосистеми, результатом чого є зміни біологічних властивостей збудників у бік становлення патогенності сапрофітів і підвищення її в умовно-патогенних мікроорганізмів, формування хіміорезистентності та стійкості до несприятливих умов довкілля.

Поряд із процесами еволюції збудників спостерігаємо також появу нових інфекцій (пріонові інфекції, вірусні гепатити I, F, G, пташиний та свинячий грип, SARS, денгеподібна лихоманка, появу відомих збудників на територіях, де вони раніше не зустрічались (геморагічні лихоманки Ласса і Ебола, малярія, жовта лихоманка тощо), а також інфекції, які повертаються (поліомієліт, епідемічний висипний тиф, туберкульоз, малярія, венеричні хвороби).

Одним із важливих засобів забезпечення біобезпеки є якісна дезінфекція. Сучасна епідемічна ситуація вимагає підвищення ефективності проведення дезінфекційних заходів із урахуванням процесів еволюції епідемічного процесу в Україні і в світі.

Зокрема, в останні роки підвищується рівень захворюваності на інфекції, збудниками яких є умовно-патогенні мікроорганізми з підвищеною стійкістю до впливу факторів навколишнього середовища, у т. ч. і з підвищеною хіміорезистентністю.

Зазначене вимагає розробки адекватних ситуації науково обґрунтованих методів визначення протимікробних та дезінфікуючих властивостей дезінфекційних засобів, які б максимально враховували умови використання дезінфектантів у практичних умовах, де мікроорганізми захищені біологічними та іншими субстратами. Особливо це стосується визначення

віруліцидних та туберкулоцидних властивостей дезінфекційних засобів з огляду на високий рівень захворюваності на вірусні інфекції (ВІЛ-інфекція, вірусні гепатити А, В і С, ентеро-, ротавірусні інфекції, вірусний менінгіт) та туберкульоз в Україні. Значна питома вага (більше 40 %) бацилярних форм захворювання на туберкульоз свідчить про пізнє виявлення хворих та недостатню ефективність дезінфекційних заходів, що проводяться при цій інфекції.

Відсутні також будь-які критерії щодо визначення ефективності дезінфектантів щодо збудників таких небезпечних інфекцій, як чума, туляремія, лептоспіроз, бруцельоз.

Зміни клімату спричинили масове використання кондиціонерів, відповідно, виникли інфекції з ними пов'язані, зокрема, легіонельоз, однак дослідження ефективності дезінфектантів при знезараженні кондиціонерів в Україні не проводяться.

За достатньої кількості зареєстрованих в Україні дезінфектантів постала проблема їх якості.

В умовах насиченості ринку дезінфекційними засобами виникла проблема недобросовісної конкуренції серед виробників дезінфектантів. Цьому сприяє відсутність в Україні чіткого визначення процедури та наукових засад проведення санітарно-епідеміологічної експертизи в процесі реєстрації дезінфекційних засобів та фахового обґрунтування вимог до дезінфекційних засобів при проведенні тендерних закупівель.

Внаслідок цього в останні роки спостерігаємо численні перереєстрації дезінфекційних засобів із необґрунтованим результатами досліджень заниженням концентрацій, зменшенням експозицій та норм витрат дезінфектантів. Якщо раніше існувала проблема формування стійких до дії дезінфектантів штамів мікроорганізмів в умовах неякісної дезінфекції при довготривалому використанні засобу певної хімічної природи, то зараз, поряд із цим, маємо проблему первинно не ефективних щодо мікроорганізмів режимів застосування дезінфекційних засобів. Особливо це стосується вірусних інфекцій та туберкульозу, що викликає особливе занепокоєння з огляду на велику соціальну значимість цих інфекцій. За відсутності критеріїв щодо оцінки віруліцидних та

туберкулоцидних властивостей дезінфектантів та недостатнього рівня санітарно-епідеміологічної експертизи в процесі реєстрації дезінфекційних засобів в Україні з'явилися дезінфектанти із задекларованими віруліцидними та туберкулоцидними властивостями, які за діючими речовинами належать до засобів із обмеженою віруліцидною та туберкулоцидною активністю.

Різні методичні підходи щодо вивчення специфічної активності дезінфектантів у країнах Євросоюзу та Росії, які є основними постачальниками дезінфекційних засобів в Україну, та відсутність єдиних критеріїв щодо оцінки ефективності дезінфектантів в Україні за різного фахового рівня підготовки спеціалістів з експертизи сприяють появі некваліфікованих методичних документів із застосування дезінфекційних засобів.

Отже актуальними питаннями, які потребують нагального вирішення на сучасному етапі, є: створення нормативно-методичної бази в галузі дезінфектології, яка б відповідала сучасним вимогам науки і практики; розробка стратегії і тактики раціонального використання дезінфекційних засобів з метою попередження формування резистентних до дії дезінфекційних засобів штамів мікроорганізмів; наукове обґрунтування і розробка нормативних показників якості (ефективності та безпеки) дезінфекційних засобів; розробка стандартних методів їх тестування; підвищення якості санітарно-епідеміологічної експертизи дезінфектантів в процесі їх реєстрації в Україні.

Дослідження ефективності використання БАД FLP-MD за дії на організм іонізуючої радіації методом головних компонент

**Грищенко В.А., *Томчук В.А., **Кисіль О.В.,
**Данько В.П., **Соловійов В.М.*

*(Національний університет біоресурсів
і природокористування України, **Київський національний
університет ім. Т.Шевченка, e-mail: hsv@univ.kiev.ua)*

Багатофакторний аналіз (метод головних компонент) використовується для вивчення взаємозв'язків між досліджуваними показниками [1–4] за дії на організм

екзогенних чинників. За допомогою цього метода можливе виявлення прихованих показників (факторів), які відповідають за наявність статистичних зв'язків (кореляцій) між ними. Крім того, цей метод дозволяє визначити більш характерних за умов проведення досліджень факторів серед первинно обраних параметрів, а також виявити статистичний зв'язок.

Математичний зміст методу головних компонент – це розвинення коваріаційної матриці G , тобто представлення простору даних у вигляді суми взаємно ортогональних власних підпросторів G , а самої матриці G – у вигляді комбінації ортогональних проєкцій на ці підпростори з коефіцієнтами λ_i .

Якщо $X = \{x_1, x_m\}^T$ – матриця, складена з векторів-рядків центрованих даних, то $G = X^T X$, власні числа і власні вектори G співпадають з сингулярними числами і векторами матриці даних X , і задача про спектральне розвинення коваріаційної матриці G перетворюється на задачу про сингулярне розвинення матриці даних X .

Матриця A перетворення даних до головних компонент будується з векторів головних компонент: $A = \{a_1, a_m\}^T$. Тут a_i – ортонормовані вектори-стовпці головних компонент, розташовані в порядку зменшення власних значень, верхній індекс T означає транспонування. Матриця A є ортогональною: $AA^T = 1$. Після перетворення частина варіації даних буде зосереджена в перших координатах, що дає можливість відкинути ті, що лишилися, і розглянути простір зменшеної вимірності.

Якщо дані центровані ($\bar{X} = 0$), то при заміні векторів даних x_i їхньою проєкцією на перші k головних компонент $x_i \mapsto \sum_{j=1}^k a_j(a_j, x_i)$ середній квадрат похибки з розрахунку на один вектор визначається:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\| x_i - \sum_{j=1}^k a_j(a_j, x_i) \right\|^2 = \sum_{l=k+1}^n \lambda_l,$$

де $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_n \geq 0$ – власні значення емпіричної коваріаційної матриці G , розташовані в порядку зменшення, з урахуванням кратності. Ця величина називається залишковою дисперсією.

$$\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left\| \sum_{j=1}^k a_j(a_j, x_i) \right\|^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k (a_j, x_i)^2 = \sum_{l=1}^k \lambda_l$$

Величина називається поясненою дисперсією. Їх сума дорівнює вибірковій дисперсії. Відповідний квадрат відносної похибки – це відношення залишкової дисперсії до вибіркової дисперсії (тобто частка непоясненої дисперсії):

$$\delta_k^2 = \frac{\lambda_{k+1} + \lambda_{k+2} + \dots + \lambda_n}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n}.$$

За відносною похибкою δ_k оцінюється застосування методу головних компонент з проекцією на перші k компоненти.

За використання методу головних компонент необхідною умовою є проведення кореляційного аналізу. Він застосовується у випадках, коли необхідно виявити наявність статистичного взаємозв'язку випадкових величин, які характеризують стан об'єкту дослідження. Результати за використання методу головних компонент (факторів) доцільно представляти в геометричній інтерпретації [2].

В умовах дії іонізуючого випромінювання залишається актуальним питання профілактики та лікування. Тому в практичних умовах слід застосовувати лікувально-профілактичні препарати, які мають мембрано-стабілізуючий, відновлюючий ефект дії. В роботі досліджено препарат - ліпосомальна форма 1 % розчину БАД FLP-MD на основі фосфоліпідів (ФЛ), виділених з маслянки (побічного продукту переробки молока на масло). Умови досліджу: I група – контрольні тварини; II група – тварин тотально разово опромінювали рентгенівськими променями в дозі 2,0 Гр; III група – тваринам вводили ліпосомальну форму БАД FLP-MD упродовж 5 діб (щоденно 13,5 мг/кг маси тіла), а потім піддавали рентгенівському опроміненню в дозі 2,0 Гр. Опромінення проводили на установці РУМ-17 з тубусом за наступних умов: потужність дози 0,17 Грхв, фільтри 0,5 мм Cu та 1 мм Al, сила струму 10 мА, напруга 200 кВ, шкіро-фокусна відстань 50 см.

Таблиця 1. Біохімічні показники крові та тканин шурів за дії іонізуючого опромінення та при застосуванні ліпосомальної форми БАД FLP-MD

<i>Печінка</i>		<i>Ентероцити тонкої кишки</i>		<i>Сироватка крові</i>	
1.	ТБК-активні продукти	29.	ТБК-активні продукти	57.	ТБК-активні продукти
2.	СОД	30.	СОД	58.	СОД
3.	Кат	31.	Кат	59.	Кат
4.	ГТ	32.	ГТ	60.	ГТ
5.	ГП	33.	ГП	61.	ГП
6.	ВГЛ	34.	ВГЛ	62.	ВГЛ
7.	ЗЛ	35.	ЗЛ	63.	Загальний білок
8.	ФЛ	36.	ФЛ	64.	Альбумін
9.	ВХС	37.	ВХС	65.	Сечовина
10.	ЕХС	38.	ЕХС	66.	Креатинін
11.	ФХ	39.	ФХ	67.	Глюкоза
12.	ФЕ	40.	ФЕ	68.	АлАТ
13.	СМ	41.	СМ	69.	АсАТ
14.	ФС+ФІ	42.	ФС+ФІ	70.	ЛФ
15.	КЛ	43.	КЛ	71.	ГГТП
16.	F _{АНС}	44.	F _{АНС}	72.	Триацилгліцероли
17.	K _{АНС}	45.	K _{АНС}	73.	Холестерол
18.	N _{АНС}	46.	N _{АНС}	74.	ЛПДНЦ
19.	N ₃₃₅	47.	N ₃₃₅	75.	ЛПВЦ
20.	N ₂₈₀	48.	N ₂₈₀	76.	ЛПНЦ
21.	F _{трип}	49.	F _{трип}		
22.	Частка доступна гасінню триптофанілів	50.	Частка доступна гасінню триптофанілів		
23.	Константа Штерна-Фольмера (K _{SV})	51.	Константа Штерна-Фольмера (K _{SV})		
24.	НАДН–КоQ–оксидоредуктаза	52.	НАДН–КоQ–оксидоредуктаза		
25.	Сукцинат–КоQ–оксидоредуктаза	53.	Сукцинат–КоQ–оксидоредуктаза		
26.	КоQ–цитохром c–оксидоредуктаза	54.	КоQ–цитохром c–оксидоредуктаза		
27.	Цитохром c-оксидоредуктаза	55.	Цитохром c-оксидоредуктаза		
28.	H ⁺ -АТФаза	56.	H ⁺ -АТФаза		

Примітка: активність супероксиддисмутази (СОД); каталази (КТ); глутатіонтрансферази (ГТ); глутатіонпероксидази (ГП), аспартатамінотрансферази (АсАТ) аланінамінотрансферази (АлАТ), лужної фосфатази (ЛФ), гамма-гмутамілтранспептидаза (ГГТП); вміст вільного глутатіона (ВГЛ), загальних ліпідів (ЗЛ), фосфоліпідів (ФЛ), вільного холестерола (ВХС), етерів холестерола (ЕХС), фосфатиділхоліна (ФХ), фосфатиділетаноламіна (ФЕ), сфінгомієліна (СМ), кардіоліпіна (КЛ), фосфатиділсеріна та фосфатиділінозитола (ФС+ФІ), флуоресценція АНС ($F_{\text{АНС}}$), константа зв'язування АНС ($K_{\text{АНС}}$), кількість місць зв'язування ($N_{\text{АНС}}$), ступінь ексимеризації пірену при довжині хвилі збудження 280 нм (N_{280}) та 335 нм (N_{335}), флуоресценція триптофана $F_{\text{трип}}$, вміст ліпопротеїнів високої щільності (ЛПВЩ), низької щільності (ЛНЩ), дуже низької щільності (ЛПДНЩ).

Проведені біохімічні дослідження ефективності впливу ліпосомальної форми БАД FLP-MD на організм тварин за умов дії іонізуючої радіації. Аналіз експериментальних результатів проводили методом головних компонент згідно рекомендацій [5] з використанням 76 біохімічних показників, які систематизовані в табл. 1. Кожен з обраних показників нормовано у відповідності до контрольних значень.

На першому етапі проводилась діагоналізація повної коваріаційної матриці всіх досліджуваних показників з метою виявлення загального числа головних компонент, які описують стан дослідженого об'єкта. Власні значення коваріаційної матриці λ_i наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Власні значення коваріаційної матриці досліджуваних показників за дії іонізуючої радіації та при застосуванні ліпосомальної форми БАД FLP-MD

Головні компоненти	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
λ	0,41	0,25	0,06	0,05	0,03

Аналіз отриманих результатів свідчить, що перша головна компонента (A_1) вичерпує 41 %, друга (A_2) – 25 %, третя (A_3) – 6 %, четверта (A_4) – 5 %, п'ята (A_5) – 3 % сумарної дисперсії. Основний внесок у стан об'єктів досліджень припадає на перші дві головні компоненти.

Серед досліджених 76 показників встановлено тільки 31, які визначають стан об'єктів дослідження (тобто, основне

розділення на групи). Величини факторних навантажень цих 31 показників (номери за табл. 1), наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Основні факторні навантаження для головних компонент A_1 та A_2 за дії іонізуючої радіації та при застосуванні ліпосомальної форми БАД FLP-MD

№ показника	A_1	A_2
1.	- 0,16	0,07
3.	- 0,17	0,06
5.	- 0,14	- 0,06
6.	0,12	0,10
8.	0,11	- 0,17
10.	- 0,08	0,20
11.	0,13	- 0,14
12.	0,10	- 0,18
13.	- 0,10	- 0,13
14.	0,10	- 0,18
19.	- 0,14	- 0,03
23.	- 0,14	0,11
24.	0,15	- 0,07
25.	- 0,17	- 0,11
26.	- 0,16	- 0,07
29.	- 0,18	- 0,01
31.	- 0,18	- 0,08
33.	- 0,19	- 0,10
37.	- 0,10	- 0,19
39.	0,11	- 0,18
40.	0,11	- 0,17
41.	- 0,11	- 0,17
42.	0,10	- 0,18
52.	0,08	0,17
53.	- 0,10	0,14
54.	-0,12	- 0,16
56.	0,12	0,16
57.	- 0,16	0,07
59.	- 0,14	- 0,12
61.	- 0,16	0,09
70.	- 0,18	- 0,10

Для компоненти A_1 (виділено жирним шрифтом) основні факторні навантаження вносять показники, які характеризують:

стан окисно-антиоксидантної системи печінки (вміст ТБК-активних продуктів, активність каталази та глутатіонпероксидази, вміст вільного глутатіона), ентероцитів тонкої кишки (вміст ТБК-активних продуктів, активність каталази та глутатіонпероксидази) та сироватки крові (вміст ТБК-активних продуктів, активність каталази, глутатіонпероксидази); процеси окисного фосфорилювання в мітохондріях гепатоцитів (активність ферментів дихального ланцюга мітохондрій) та структурний стан внутрішньої мембрани мітохондрій гепатоцитів (мікров'язкість ліпідної компоненти та структурний стан білкової компоненти мембран). Для компоненти A_2 основні факторні навантаження вносять показники, які характеризують ліпідний склад внутрішньої мембрани мітохондрії гепатоцитів та ентероцитів (вміст окремих фракцій фосфоліпідів), а також процеси окисного фосфорилювання в мітохондріях ентероцитів (активність ферментів дихального ланцюга мітохондрій).

На рис. 1 представлено результати групування ознак в просторі проєкцій головних компонент A_1 і A_2 (з урахуванням всіх вимірюваних показників) за дії іонізуючої радіації та ефективність коригування виявлених змін за допомогою ліпосомальної форми БАД FLP-MD. Встановлено чітке групування по трьом групам (здорові тварини – контроль, тварини опромінені в дозі 2 Гр, тварини, яких опромінювали та вводили ліпосомальну форму БАД FLP-MD) на перші дві головні компоненти за використання всіх показників. Результати, які представлено на рис. 1 вказують на зміни стану об'єктів дослідження за умов опромінення чи опромінення на тлі введення препарату по A_1 та A_2 , відносно контрольної групи.

Виявлено, що за умов опромінення найбільші зміни спостерігаються по A_1 , а основний внесок у це групування роблять показники, які характеризують *про-антиоксидантну рівновагу та структурно-функціональний стан внутрішньої мембрани мітохондрії гепатоцитів*. Стан об'єкту, що обумовлює групу опромінених тварин із застосуванням ліпосомальної форми БАД FLP-MD наближений до контрольної

групи, хоча незначні відмінності спостерігаються по A_1 та дещо більші по A_2 .

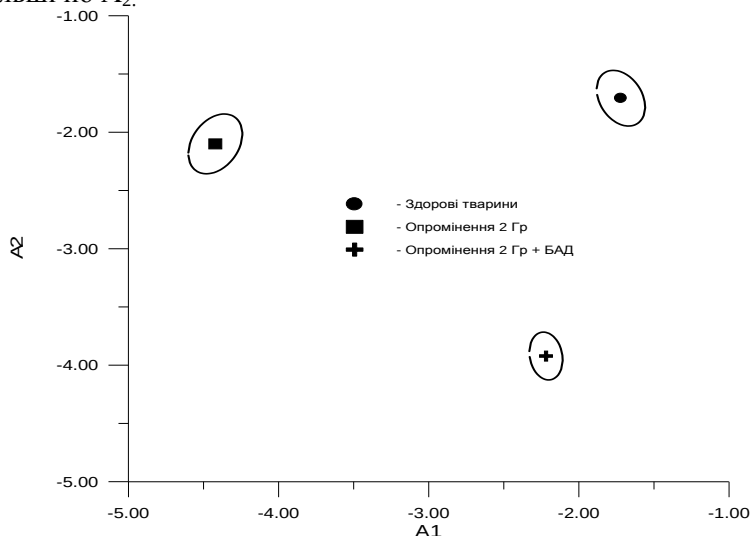


Рис. 1. Групування ознак у просторі проекції головних компонент A_1 - A_2 за іонізуючого опромінення та при застосуванні ліпосомальної форми БАД FLP-MD.

Тобто, застосування тваринам ліпосомальної форми БАД FLP-MD коригує стан клітин печінки та тонкої кишки, цей лікувальний засіб здатний підвищувати радіорезистентність організму. Однак, для вирішення питання про можливість радіопротекторної дії ліпосомальної форми БАД FLP-MD необхідні додаткові дослідження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Харман Г. Современный факторный анализ / Харман Г. – М. : Статистика, 1972. – 324 с.
2. Иберла К. Факторный анализ / Иберла К. – М. : Мир, 1972. – 316 с.
3. Браверман Э. М. Структурные методы обработки эмпирических данных / Э. М. Браверман, И. Б. Мучник. – М. : Наука, 1983. – 436 с.
4. Крамер Г. Математические методы статистики / Крамер Г. – М. : Мир, 1975. – 648 с.

5. Кучеренко М. Є. Метод багатофакторного аналізу обробки результатів експерименту / М. Є. Кучеренко, Ю. Д. Бабенюк, В. М. Войціцький // В кн. Сучасні методи біохімічних досліджень. – К. : В-во Фітосоціоцентр, 2001. – С. 134–149.

**Виділення із біоценозу Вінницької області фагів
Pseudomonas Syringae Pv. *Atrofaciens* різних морфотипів**

Боровська Н., Семчук Л.¹, Ромашев С.

(Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Навчально - науковий центр "Інститут біології", кафедра вірусології, вул. Володимирська, 64, 01033, м. Київ, Україна,

¹ e-mail: Lidia_Semchuk@univ.kiev.ua

Бактерії мають значний вплив на біоценози. Неконтрольоване розмноження їх обмежується рядом чинників, одним із найбільш вагомих, серед них, є бактеріофаги. Фаги є найпоширенішими біологічними об'єктами на Землі, число яких становить біля 10^{30} вірусних часток [1]. При цьому роль бактеріофагів в природі висвітлена недостатньо. Дослідження циркуляції фагів у природних системах є важливим науковим завданням у зв'язку з тим, що вони приймають активну роль у регуляції чисельності бактерій, в тому числі і патогенних. Однак, незважаючи на велику кількість робіт, присвячених виділенню й дослідженню фагів, процеси, пов'язані з їх екологією та еволюцією в природі, вивчені недостатньо. однією із важливих груп фагів є активні проти фітопатогенних бактерій. Їх дослідження є важливим для розуміння екологічної ролі в агроценозах. найбільшу за чисельністю групу біологічних об'єктів, що існують у природі.

Автори проводили аналіз сукупності природних ізолятів фагів, активних проти бактеріальних патогенів різних таксономічних груп. Та окремо зупинялись на детальному аналізі фагового різноманіття активного проти штаму *P. syringae* pv. *atrofaciens* IMV 1025. Це дозволяло аналізувати окремий вузькоспецифічний. кластер вірусів.

У лабораторії кафедри вірусології Київського національного університету імені Тараса Шевченка існує

колекція ізолятів фагів, виділених з природи та специфічних до широкого набору штамів бактерій. Серед них значний інтерес представляють собою група фагів *P. syringae* pv. *atrofaciens* IMV 1025. Фаги до штаму були виділені у різні роки, та у різних областях України. Група звертала на себе увагу тим, що за білковим складом, визначеним у системі Леммлі та за результатами рестрикційного аналізу, фаги були надзвичайно подібними. Крім того, вони всі були моноспецифічними, тобто, для них єдиним чутливим хазяїном слугував штам *P. syringae* pv. *atrofaciens* . Такі дані вказували на високу залежність цієї групи фагів від хазяїна, що могло пояснювати значну консервативність будови їх геномів.

Забезпечення поширення та збереження фагів у природі залежить не тільки від їх чисельності, але й від стабільності віріонів у навколишньому середовищі. Згідно літературним даним, тривалість збереження біологічної активності фагів є індивідуальною характеристикою. Таке твердження було виказане іще в 30-і роки Бельтюковою [2]. Автор встановила, що строки збереження літичної активності, серед фагів значно відрізняються. Однак часто строк збереження біологічної активності фагів у біоценозах не завжди тривалий. Це було підтверджено і в наших роботах для фагів *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia*. У зв'язку з чим, можна припустити, що певні обмеження строків збереження інфекційності є досить характерними для фагів фітопатогенних бактерій. У зв'язку з чим, для їх популяцій важливою є можливість відтворення чисельності популяції, яка залежить від наявності в біоценозі чутливих клітин. Як відомо, фітопатогенні бактерії швидко інактивуються (протягом декількох днів на ґрунті [3]), однак можуть довго зберігатися на рослинних залишках. У зв'язку з чим культура ведення сільськогосподарського виробництва може суттєво впливати на санітарний стан агроценозів.

Тривалий час ми вважали, що спеціалізована до одного хазяїна група фагів, обмежена лише описаними ізолятами або їх варіантами. Частки цих фагів мали ізометричну головку, короткий хвостовий відросток та відносились до сімейства *Podoviridae*. Однак, при аналізі рослинних зразків, відібраних у Вінницькій області, було виявлено широкий спектр фагів до

вказаного штаму. Вони також були моноспецифічні, однак включали у свій склад фаги, які за морфотипом відносились до родин *Podoviridae*, *Myoviridae* та *Siphoviridae*, порядку *Caudovirales*.

Проведені дослідження вперше дозволили виявити, високу щільність фагів, активних проти бактерій різних таксономічних груп, що присутні у рослинному біоценозі. Паралельно на ньому було виявлено широкий спектр інших фагів, що були здатні викликати лізис штамів: *Pseudomonas syringae* pv. *aptata* IMV 185, *P. syringae* pv. *tabaci* IMV 8646, *P. savastanul* pv. *phaseolicola* IMV 4228, *P. savastanul* pv. *phaseollicola* IMV 4013, *P. viridiflava* IMV 8867, *P. syringae* pv. *aptata* IMV 8545, *P. syringae* pv. *syringae* IMV 8653, *P. fluorescens* IMV 8573, *P. viridiflava* IMV 8868, *P. syringae* pv. *lachrymans* IMV 7591, *Agr. tumefaciens* IMV 8628, *Burkholderia gladioli* pv. *allicola* IMV 8494, *Erwinia carotovora* IMV 216, *P. syringae* pv. *tabaci* IMV 223.

Таким чином, аналіз особливостей фагів виділених безпосередньо із природи дозволяє встановити властивості, важливі для екології фагів, як компонентів екосистеми. Фаги перебувають у самої основи екологічної піраміди, як за впливом на вище організовані організми - бактерії, так і за чисельністю. Адже, як відомо, сучасні вчені оцінюють бактеріофаги, як найбільш численну групу біологічних об'єктів, що існують у природі. У той же час, їх роль в екосистемах висвітлена дуже мало. Частково, очевидно, це пов'язано з методичними труднощами. А у ряді випадків такий стан речей, можливо, можна віднести до природи вірусів, як проміжної форми між живою та неживою природою. У зв'язку з чим, вивчення й висвітлення їх ролі в екосистемах важко переоцінити.

Вперше на обмеженому просторі окремого рослинного біоценозу виявлено фаги, щонайменше трьох різних генотипів, здатних розмножуватись виключно лише на одному штамі бактерій, *P. syringae* pv. *atrofaciens* IMV 1025. При цьому використаний вид бактерій не був домінуючим на цій території. Вивчення особливостей співіснування в природі різних фагів, що конкурують між собою за можливість підтримувати

чисельність своєї популяції на єдиному хазяїні представляє значний науковий інтерес та потребує окремого розгляду.

Перелік посилань

1. Wommack, K. E., and R. R. Colwell.. Virioplankton: viruses in aquatic ecosystems. Microbiol. Mol. Biol. Rev.-2000.-Vol. P.69-114.
2. Бельтюкова К.Г. Бактериофагия при бактериозах клубней картофеля // Микробиол. Журн. – 1935. - № 2. - С. 71-83
3. Под ред. В.И. Билай. Микроорганизмы - возбудители болезней растений – К., 1988. - 451 с.

«Фибробласт-подобные клетки»-их роль в регуляции моторной функции желудочно-кишечного тракта.

**В.Б. Студницький, **П.Ф. Пелюх*

(СибГМУ, Томск, Россия.v-studnickiy@yandex.ru; **НИИ физиологии КНУ, Киев, Украина. ppelykh @ yandex.ru)*

Каждая область знаний имеет свои «чёрные дыры», которые требуют дальнейшего изучения и понимания. В этом плане не является исключением и желудочно-кишечный тракт (ЖКТ), с его многочисленными функциями. Вроде бы как, хорошо изученная его моторная активность преподносит нам всё новые аспекты, заставляя нас пересматривать классические каноны её регуляции.

Мышечная оболочка ЖКТ является комплексным образованием, состоящим из многих типов клеток, включающих в себя гладкомышечные клетки (ГМК), нервные клетки и их отростки, глиальные клетки и некоторые типы клеток, идентифицированных как интерстициальные клетки (IC – interstitial cels). Некоторые IC имеют гематопоетическое происхождение и вовлекаются во врожденные иммунные ответы. Другие клетки, такие как интерстициальные клетки Кахаля (ICC – interstitial cells of Cajal), интенсивно экспрессирующие c-Kit - тирозин-киназный рецептор, имеют происхождение от мезенхимальных предшественников и являются источником формирования спонтанной электрической активности в ЖКТ (17,20).

Существуют также IC, на которые ссылаются как на «фибробласт – подобные клетки» (FLC_S – fibroblast-like cells), которые имеются во всех регионах ЖКТ. FLC_S имеют оригинальное анатомическое распределение, располагаясь вдоль хода отростков энтерических моторных нейронов, формируя с ними тесные ассоциации, а также между циркулярными и продольными мышечными слоями, отзеркаливая распределение ICC (4).

FLC_S являются иммуноотрицательными к c-Kit – тирозинкиназному рецептору, но являются интенсивно иммуно – позитивными к рецептору фактора роста тромбоцитарного происхождения α ($PDGFR_\alpha$ – platelet-derived growth factor receptor α), который является специфической меткой для них, в отличие от других клеток, входящих в мышечную оболочку пищеварительного канала. $PDGFR_\alpha$ относится к третьему типу тирозин-киназных рецепторов, которые структурно сходны с c-Kit рецепторами и экспрессируются во многих тканях организма, в том числе и в ЖКТ (22). В стадии онтогенеза $PDGF_S/PDGFR_S$ сигнальная система является решающим звеном для развития различных органов и систем. При морфогенезе мускулатуры ЖКТ мезенхимальные клетки, которые являются клетками-предшественниками ICC и ГМК экспрессируют $PDGFR_\alpha$. У зрелых особей распределение $PDGFR_S$ в ЖКТ представлено $PDGFR_\alpha$ субтипом в субэпителиальных миофибробластах и $PDGFR_\beta$ субтипом в васкулярных перicyтах. Распределение $PDGFR_S$ на мембране ГМК пищеварительного тракта зрелых особей не отмечается. Гистохимический анализ показывает, что FLC не экспрессируют α -гладкомышечный актин (маркер для ГМК), c-Kit рецептор (маркер для ICC) или PIP 9.5 (маркер для нервных волокон) (5,6).

FLC распределяются в мышечной оболочке ЖКТ в ассоциации с ICC и нервными волокнами. В каждом из отделов ЖКТ, миэнтерический слой содержит мультиполярные сферообразные FLC, образующие клеточную сеть за счет своих отростков. В мышечных слоях (продольном и циркулярном) FLC имеют стройные округлые формы с двумя длинными отростками, параллельными ICC, ГМК и внутримышечным

нервных волокон. В субсерозном слое располагается мультиполярный тип FLC, короткие отростки которых распространяются во всех направлениях (4).

Также FLC имеют морфологические особенности строения для разных отделов ЖКТ. Так, в миэнтерическом слое фундального отдела желудка они имеют более широкие клеточные тела, чем в других регионах ЖКТ, а клетки, в циркулярном мышечном слое тела и антрума желудка, имеют большее количество отростков, чем в фундальном отделе, при этом в циркулярном мышечном слое тонкого и толстого кишечника клетки имели более широкие клеточные тела, чем в желудке. Это предполагает, что FLC имеют отличительные особенности строения, которые адаптированы к отделу ЖКТ и его функциям, как и в случае с ICC (17).

В онтогенезе у мышей в ЖКТ PDGFR $_{\alpha}$ и PDGFR $_{\beta}$ определяются в c-Kit-подобных клетках, предшественниках для ГМК и ICC, в промежутках только с 13 по 15 эмбриональные дни. После этого периода c-Kit-подобные клетки предшественники утрачивали PDGFR $_{\beta}$ экспрессию и разделялись на 2 типа клеток: ГМК продольного мышечного слоя и ICC миэнтерического слоя (6), а PDGFR $_{\beta}$ клетки спорадически распределялись в мускулатуре ЖКТ. Таким образом, PDGFR $_{\alpha}$ -подобные клетки формируют отдельную популяцию в ЖКТ половозрелых особей, которая отличается от популяции эмбриональных клеток предшественников и может вовлекаться в регуляцию функций пищеварительного канала у взрослых животных (5).

Вероятно, что во время эмбрионального периода развития клетки предшественники со-экспрессируют PDGFR $_{\beta}$ и c-Kit рецептор. Утрата способности экспрессировать PDGFR $_{\beta}$ приводит к тому, что клетки предшественники дифференцируются в ICC с экспрессией c-Kit рецептора. Клетки предшественники, потерявшие способность к экспрессии PDGFR $_{\beta}$ и c-Kit рецептор будут дифференцироваться в ГМК, а клетки, потерявшие способность продуцировать c-Kit рецептор, дифференцируются в фибробласты.

С клинической точки зрения, стромальные опухоли ЖКТ (GIST_s-gastrointestinal stromal tumors) являются наиболее общими мезенхимальными опухолями в ЖКТ (9). Приблизительно 80-90% GIST_s показывают мутации с-Kit гена и примерно 30% GIST_s с отсутствием с-Kit мутации, показывают активирующую мутацию PDGFR_α гена(13). Существование GIST с PDGFR_α генной мутацией было определено по присутствию PDGFR_α-экспрессирующих клеток в мускулатуре ЖКТ, что указывает на возможную роль в этом процессе FLC. Существование PDGFR_α генных мутаций предполагает, что часть GIST_s возникает из PDGFR_α клеток предшественников. PDGFR_α экспрессируется также и в других опухолях, таких как рак кожи, молочной железы, легких, поджелудочной железы, простаты и яичников (11). Фибробласты, экспрессирующие PDGFR_α, активируются PDGF, что будет стимулировать их пролиферацию и рост, а также обеспечивать необходимое для формирования микроокружение внеклеточного матрикса, некоторых факторов роста и ангиогенез, для поддержания роста опухолевых клеток. Кроме этого будет активироваться система внутриклеточных факторов, необходимых для роста опухолей. Все это будет косвенно или напрямую обеспечивать рост опухолей, их кровоснабжение и метастазирование (12,18,19).

С другой стороны, болезнь Крона сопровождается хроническим воспалением кишечной стенки в результате сверхактивации иммунной системы, что приводит к трансмуральному и мукозному воспалению, а также утолщению кишечной стенки в следствии фиброза. С патофизиологической точки зрения, одним из механизмов фиброза, приводящего к острому ослаблению моторики ЖКТ, является процесс активации нормальных мезенхимальных клеток (ICC и FLC) до фиброгенетического фенотипа со значительной пролиферацией и способностью синтезировать значительные количества коллагеновых волокон. В мускулатуре ЖКТ FLC клетки содержат коллаген-связывающие молекулы, такие как пропил-4-гидроксилаза (10), а это предполагает, что FLC могут активироваться PDGF, дифференцируясь в фиброгенные клетки с активированной или

повышенной экспрессией активности 4-гидроксилазы и последующим развитием фиброза.

Электронно-микроскопическое исследования показывают, что FLC имеют почти сходные ультраструктурные особенности независимые от мышечного слоя, отдела ЖКТ и вида. FLC характеризуются хорошо развитым шероховатым эндоплазматическим ретикуломом, часто с расширенными цистернами, аппаратом Гольджи и митохондриями в перинуклеаном пространстве (15).

FLC₅ имеют ультраструктурные особенности, отличающие их от ICC. Цитоплазма этих клеток имеет склонность к высокой электронной плотности и хорошо развитый шероховатый эндоплазматический ретикулум. Они не обладают базальной пластиной и кавеолами, в отличии от ICC. Также, эти наблюдения показывают, что между FLC и энтерическими нервными волокнами имеются тесные взаимоотношения, свидетельствуя, что FLC могут получать нервные сигналы и модулировать функцию гладких мышц у взрослых особей.

FLC формируют клеточные сети за счет своих островков в каждом слое мышечной стенки ЖКТ. Клеточные коммуникации между FLC осуществляются через плотные щелевые соединения (нексусы), определяемые при электронной микроскопии (15). Кроме этого, FLC в мускулатуре ЖКТ формируют плотные щелевые контакты с соседними продольными и циркулярными ГМК. С другой стороны, нет сообщений, описывающих щелевые соединения между FLC и ICC. Щелевые соединения в FLC наблюдаются без заметных изменений в мускулатуре ЖКТ у ICC-дефицитных c-Kit мутантных животных, таких как, Ws/Ws крысы и W/W^Y мыши (8). Таким образом, коммуникативная сеть FLC является электрически сопряженной и синхронизированной, а то что FLC имеют сопряжение с ГМК, говорит о возможности их влияния на электрогенез и сократительную активность ГМК.

Энтерические ингибиторные соединительные потенциалы (IJP_s-enteric inhibitory junction potentials) были впервые описаны Burnstock в 1963 г.(2) и послужили основой для лучшего понимания физиологии энтерической регуляции

сократительной активности ЖКТ на изолированных гладкомышечных препаратах. АТФ и её производные являются основными кандидатами на роль ингибиторных нейротрансмитеров, опосредующих контроль, со стороны энтерической нервной системы, моторной активности ЖКТ и способствующих формированию IJP_s(3). Апамин, токсин пчелиного яда, эффективно блокирует IJP_s, которое вызывается пуринаргической нервной стимуляцией, что является одной из причин значимой деполяризации мембраны ГМК и повышения их возбудимости (16).

В настоящее время неясно, какие клетки опосредуют пуринаргический компонент энтерического контроля моторики ЖКТ, так как SK (SK-small conductance Ca²⁺-activated K⁺ channels) каналы (в основном SK2) и ответы к пуриновым агонистам были описаны в изолированных ГМК ЖКТ. Но ответы к АТФ у ГМК являются часто смешанными, а, в некоторых случаях, входящие токи регистрируются чаще, чем выходящие, которые являются необходимыми для пуринаргических ответов на целой мышце (23). С другой стороны, апамин-чувствительные IJP_s сохраняются в мышцах у W/W^Y мутантных мышей, которые имеют сильно редуцированные ICC-IM (1). На основании результатов этих экспериментов можно предположить, что ни ГМК, ни ICC не являются основными сайтами для тормозной пуринаргической иннервации в регуляции моторики ЖКТ.

FLC клетки имеют подходящие рецепторы и эффекторы для восприятия, обработки и ответа со стороны пуринаргических нервных сигналов. Исследования на изолированных FLC клетках показывают, что воздействие на них АТФ, АДФ или β -NAD вызывает дозо-зависимую активацию апамин-чувствительных выходящих токов плотностью до 100 pArF⁻¹. Эти токи эффективно блокируются селективным блокатором P₂Y₁ пуриновых рецепторов MRS 2500. Это позволяет считать, что FLC клетки имеют специализированную чувствительность к пуриновым нейротрансмитерам и могут отвечать за формирование основного компонента в IJP_s (14).

FLC_S также интенсивно экспрессируют Ca²⁺-активированный K⁺-канальный белок малой проводимости (SK3), иммунореактивность к которому была описана в FLC человека и грызунов (21). Эта иммунореактивность солокализуется с PDGFR_α (6). Активация этих каналов в приводит к формированию выходящего калиевого тока, который гиперполяризует мембрану клетки на несколько милливольт, а апамин является селективным блокатором SK каналов, вызывая подавление этих выходящих токов.

Апамин, также изменяет моторную и электрическую активность мускулатуры ЖКТ, IJP_S и релаксацию, которые вызваны ингибиторными моторными нейронами (7). Таким образом, апамин-чувствительные SK3 каналы FLC вовлекаются в регуляцию моторики и электрической активности мускулатуры ЖКТ.

В целом можно заключить, что FLC клетки формируют четкую функциональную сеть интерстициальных клеток, отличных от ICC, в мышечной оболочке ЖКТ. Локализация FLC клеток около терминалей энтерических моторных нейронов и наличие плотных щелевых контактов с ГМК предполагает их возможную функциональную роль в моторной нейротрансмиссии. Молекулярный анализ показывает, что эти клетки экспрессируют SK3 каналы, которые могут создавать значительные выходящие токи, которые могут активироваться P2Y1 рецепторными агонистами и лежать в основе формирования IJP_S.

В работе обсуждается функциональная роль FLC клеток в регуляции функции гладких мышц ЖКТ, как нового типа возбудимых клеток с большими токовыми плотностями, являющихся атрибутом SK3 каналов, которые опосредуют энтерические ингибиторные ответы к пуринам в гастроинтестинальном тракте.

Литература

1. Burns A.J., Lomax A.E., Torihashi S., Sanders K.M., Ward S.M. Interstitial cells of Cajal mediate inhibitory neurotransmission in the stomach. Proc. Natl. Acad. Sci., 1996, 93, 12008–12013.

2. Burnstock G., Campbell G., Bennett M., Holman M. Inhibition of the smooth muscle of the taenia coli. *Nature.*, 1963, 200, 581–582.
3. Burnstock G., Campbell G., Satchell D., Smythe A. Evidence that adenosine triphosphate or a related nucleotide is the transmitter substance released by non-adrenergic inhibitory nerves in the gut. *Br. J. Pharmacol.*, 1970, 40, 668–688.
4. Chan F., Liu Y., Sun H., et. al. Distribution and possible role of PDGF-AA and PDGFR- α in the gastrointestinal tract adult guinea pigs. *Virchows Arch.*, 2010, 457, 381–388.
5. Iino S., Nojyo Y. Immunohistochemical demonstration of c-Kit-negative fibroblast-like cells in murine gastrointestinal musculature. *Arch.Histol.Cytol.*, 2009, 72(2), 107–115.
6. Iino S., Horiguchi K., at. al. c-Kit-negative fibroblast-like cells express platelet-derived growth factor receptor α in the murine gastrointestinal musculature. *Histochem Cell Biol.*, 2009, 131, 691–702.
7. De Man J.G., De Winter B.Y., Seerden T.C., De Schepper H.U., Herman A.G., Pelckmans P.A. Functional evidence that ATP or a related purine is an inhibitory NANC neurotransmitter in the mouse jejunum: study on the identity of P2X and P2Y purinoceptors involved. *Br. J. Pharmacol.*, 2003, 140, 1108–1116 .
8. Ishikawa K., Komuro T., Hirota S., Kitamura Y. Ultrastructural identification of the c-kit- expressing interstitial cells in the rat stomach: a comparison of control and Ws/Ws mutant rats *Cell Tissue. Res.*, 1997, 289, 137–143.
9. Iozaki K., Hirota S. Gain-of-function mutations of receptor tyrosine kinases in gastrointestinal stromal tumors. *Curr. Genomics.*, 2006, 7, 469–475.
10. Fujita A., Takeuchi T., Jun H., Hata F. Localization of Ca^{2+} -activated K^{+} channel, SK3, in fibroblast-like cells forming gap junctions with smooth muscle cells in the mouse small intestine. *J. Pharmacol Sci.*, 2003, 92, 35–42.
11. Fleming TP., Saxena A., Clark WC et. al. Amplification and/or overexpression of platelet-derived growth factor receptors and epidermal growth factor receptor in human glioma tumors. *Cancer Res.*, 1992, 52, 4550–4553.

12. Forsberg K., Valyi-Nagy I., Heldin C et. Al. Platelet-derived growth factor (PDGF) in oncogenesis: Development of a vascular connective tissue stroma in xenotransplanted human melanoma producing PDGF-BB. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 1993, 90, 393-397.
13. Heinrich M.C., Corless C.L., Duensing A. et. al. PDGFRα activating mutations in gastrointestinal stromal tumors. *Science.*, 2003, 299, 708-710.
14. Kurahashi M., Zheng H., Dwyer L., et.al. A functional role for the «fibroblast-like cells» in gastrointestinal smooth muscles. *J. Physiol.*, 2011, 589(3), 697-710.
15. Komuro T., Seki K., Horiguchi K. Ultrastructural characterization of the interstitial cells of Cajal. *Arch. Histol. Cytol.*, 1999, 62, 295-316.
16. Mutafova-Yambolieva V.N., Hwang S.J., Hao X., Chen H., Zhu M.X., Wood J.D., Ward S.M., Sanders K.M. β-Nicotinamide adenine dinucleotide is an inhibitory neurotransmitter in visceral smooth muscle. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 2007, 104, 16359–16364.
17. Rumessen J.J., Vanderwinden J.M. Interstitial cells in the musculature of the gastrointestinal tract: Cajal and beyond. *Int. Rev. Cytol.*, 2003, 229, 115-208.
18. Shao Z.M., Nguyen M., Barsky S.H. Human breast carcinoma desmoplasia is PDGF initiated. *Oncogene.*, 2000, 19, 4337-4345.
19. Skobe M., Fusenig N.E. Tumorigenic conversion of immortal human keratinocytes through stromal cell activation. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 1998, 95, 1050-1055
20. Torihashi S., Ward S.M., Sanders K.M. Development of c-Kit-positive cells and the onset of electrical rhythmicity in murine small intestine. *Gastroenterology.*, 1997, 112, 144-155.
21. Vanderwinden J.M., Rumessen J.J. et. al. Kit-negative fibroblast-like cells expressing SK3, a Ca²⁺-activated K⁺ channel, in the gut musculature in health and disease. *Cell Tissue Res.*, 2002, 310, 349–358.
22. Fantl W.J., Johnson D.E., L.T. Williams. et. al. Signalling by receptor tyrosine kinases. *Annu. Rev. Biochem.*, 1993, 62, 453-81.

23. Zhang Y., Paterson W.G. Excitatory purinergic neurotransmission in smooth muscle of guinea-pig taenia caeci. J. Physiol., 2005, 563, 855–865.

Класифікація вірусів рослин : принципи та сучасні аспекти

Постосенко О.

*(Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
Навчально - науковий центр "Інститут біології", кафедра
ботаніки, вул. Володимирська, 64, 01033,м.. Київ, Україна)*

Віруси-найпростіші форми життя на Землі. Постійна увага до цих патогенів пов'язана з багатьма причинами, основна з яких та, що вони є збудниками поширених захворювань людини, тварин, рослин і бактерій.

Загальновідомо, що збитки, які зазнають від вірусів сільськогосподарські рослини можуть призводити до повних втрат врожаїв, але, найчастіше рослини виживають, однак інфекція проявляється у значному зниженні якості продукції та врожайності в цілому.

В останні роки віруси стали основним об'єктом досліджень молекулярної біології, оскільки моделі вірусів, як найпростіших форм життя є зручними для вивчення властивостей живої матерії. На сьогодні в світі відомо більше 1000 вірусів і продовжують виявляти нові і нові, уражують вони не тільки людину, тварин, рослини і бактерії, але й комах, гриби та інші організми [4]. Тому періодичного постають питання поновлення та уточнення класифікації вірусів.

Становлення вірусології почалося у тридцятих роках минулого сторіччя з фундаментальних робіт присвячених вивченню природи вірусів, до п'ятидесятих років біохімічні та морфологічні дані щодо вірусів різнилися і їх було недостатньо для класифікації останніх. На початку п'ятидесятих років була зроблена перша спроба згрупувати віруси, виходячи з відомих властивостей. В 1979 році було створено Міжнародний комітет з таксономії вірусів (МКТВ) і було прийнято рішення про виділення вірусів в самостійне царство - Vira [4]. Подальші роботи в напрямку встановлення фізико-хімічних властивостей вірусів дали змогу дослідникам класифікувати віруси

спираючись не тільки на морфологічні, фізико-хімічні та антигенні властивості, а ще й на серологічні і молекулярно генетичні властивості останніх. Дослідження кінця 20-го сторіччя дали змогу рекласифікувати деякі віруси рослин на родини згідно з їх морфологією, біологічними, фізико-хімічними та серологічними властивостями, а також за способами передачі інфекції [1, 3].

Сучасна класифікація вірусів базується на фенотипічних і молекулярних властивостях останніх, з яких головними є ознаки, які характеризують нуклеїнову кислоту, морфологію, стратегію геному і антигенні властивості. Фундаментальні властивості при класифікації винесені на перше місце поскільки віруси із подібними антигенними ознаками мають і подібний тип нуклеїнової кислоти, морфологічні і фізико-хімічні властивості [4].

Найважливішим принципом для класифікації, який враховується разом із структурними ознаками є стратегія вірусного геному (спосіб репродукції, який використовується вірусом і обумовлений особливостями його генетичного матеріалу). Наприклад, полярність вірусної РНК є основним критерієм для групування вірусів при відсутності антиродства капсидних білків. Антигенні і біологічні властивості є ознаками, які є основою формування роду серед фітовірусів та вірусів людини і тварин [1, 2]. Більшість вірусів рослин містять РНК, але на сьогодні ідентифіковані і віруси рослин, що містять ДНК (родина *Caulimoviridae*) [1].

Отже, при класифікації вірусів рослин виділені основні критерії та принципи: тип нуклеїнової кислоти (РНК або ДНК), її структура (кількість ниток); наявність або відсутність білкової оболонки; стратегія вірусного геному; розмір і морфологія віріону, тип симетрії, число капсомерів; феномени генетичних взаємодій; коло сприйнятливих рослин-господарів; патогенність, зміни в клітинах та утворення внутрішньоклітинних включень; географічне поширення; спосіб передачі; антигенні властивості [2]. На основі наведених ознак віруси поділяються на родини, роди і види.

Розподілення вірусів на родини відбувається за типом нуклеїнової кислоти та колом сприйнятливих рослин

господарів. Родини вірусів позначаються словами, які закінчуються на „-viridae”. Не дивлячись на умовність критеріїв створення родин, цей рівень ієрархії таксонів є добре обґрунтованим і стійким. Родини складаються з родів вірусів. Назва родів закінчується на „-virus”. Потім йде вид вірусу, поки що він не визначений формально, хоча зрозуміло, що він еквівалентний до значення слова „вірус”. Більш низькі ієрархічні рівні – штам, ізолят [4].

Однак із самого початку вивчення фітовірусів було з’ясовано три важливі обставини: віруси можуть існувати у вигляді різних штамів, які здатні викликати різноматнітні симптоми у однієї і тієї ж рослини-господаря; різні віруси можуть викликати подібні симптоми у однієї і тієї ж рослини-господаря; деякі захворювання можуть бути викликані наявністю одразу двох і більше неспоріднених вірусів. З огляду на це було введено нові поняття вірусу – штам і ізолят [3].

Штам – різновид вірусу, який має як спільні властивості з іншими штамми цього вірусу, так і індивідуальні відмінності. Під ізолятом вірусу розуміють індивідуальну однорідну популяцію вірусу, яка виділена з будь якого джерела і отримана в результаті клонування шляхом серії пасажів через сприйнятливую індикаторну рослину. Вірусні ізоляти, які не різняться за своїми властивостями відносяться до одного штаму вірусу [3].

Щодо класифікації саме вірусів рослин слід зазначити, що поскільки віруси рослин виявляються завдяки утворенню ними зовнішніх симптом на рослині не дивно, що свої назви вони отримують, зазвичай, у відповідності із проявом цих захворювань. Наприклад, віруси, що викликають „мозаїку” – „вірус мозаїки...” і далі назва рослини. Таким чином, назви вірусів рослин не дивлячись на численні спроби надати їм „міжнародний вигляд” до цього часу залишаються тривіальними, тобто, утвореними при першому виділенні та описі, у відповідності із зовнішніми симптомами захворювання на рослині: вірус тютюнової мозаїки; вірус строкатості листків тюльпану; вірус жовтої мозаїки квасолі і т.п [4].

Історично так склалося, що більшість вірусологічної літератури видається англійською мовою, в міжнародній

практиці разом із національними варіантами назв вірусів використовуються англійські назви. Так, подвійна назва будь-якого з вірусів – українською мовою і слідом доповнена англійською назвою погоджена МКТВ. Однак, українських варіантів назв деяких вірусів, зокрема, рослин. в нашій вірусологічній літературі зустрічається декілька варіантів. Це призводить до багатьох незручностей і необхідності уніфікації назв вірусів українською мовою, або використання виключно англійських назв вірусів і аббревіатури відповідно.

З 1995 року Міжнародним комітетом з таксономії вірусів прийнято рішення про об'єднання відомих фітопатогенних вірусів в роди і родини, які можуть складатися не тільки з фітовірусів, але й з інших вірусів як еукаріотичних, так і прокаріотичних організмів [4]. Роди фітовірусів неоднорідні за своїм складом. Є роди, куди входить лише один представник, наприклад, родина *Marnaviridae*, род *Marnavirus*, *Heterosigma akashiwo RNA virus* SOG 263 (HaRNAV-SOG 263), однак, частіше род складається з 10–30 вірусів, наприклад родина *Closteroviridae*, род *Crinivirus*, в який входить більше 10 представників [1, 2].

Сучасні наукові дані демонструють, що базуючись на адекватних критеріях, класифікація вірусів відображає також і еволюційні зв'язки, для встановлення яких останніми роками, зазвичай, використовують виключно філогенетичний аналіз. Треба відмітити, що, як серед вірусів рослин, так і серед вірусів людини і тварин є немало представників, які поки що не класифіковані. Це можна пояснити, з одного боку, відсутністю фундаментальних даних із структури, морфології, фізичних, фізико-хімічних та антигенних властивостей цих патогенів. З іншого боку, навпаки, нові сучасні, більш точні дані можуть йти врозріз із даними, на яких були побудовані попередні класифікації і деякі віруси можуть «переходити» в розряд некласифікованих.

Таким чином, ідеальна класифікація вірусів повинна відображати всі еволюційні, фенотипові та молекулярні властивості вірусів і забезпечити зручну і раціональну систему номенклатури. Чим більше різноманітних властивостей вірусу досліджено, тим точніша класифікація. З одного боку

класифікація має на меті виявлення споріднених вірусів, при цьому враховуються стабільні властивості вірусів (тип нуклеїнової кислоти, морфологія вірусних частинок, тип переносника, антигенні властивості капсидних білків і т.п.). З іншого боку – виявлення відмінностей між спорідненими вірусами і встановлення ступеню спорідненості між вірусами всередині даного роду (симптоми, коло рослин-господарів, амінокислотний склад капсидного білку і т.п.)

Список літератури

1. Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. // Andrew M.Q. King, Michael J. Adams, Eric B. Carstens, and Elliot J. Lefkowitz Elsevier Academic Press. New York, 2012. – 1327p
2. Agranovsky, A.A. Principles of molecular organization, expression and evolution of closteroviruses: over the barriers // Adv.Virus Res., 1996, 47, p.119-158.
3. Жданов В.М. Эволюция вирусов. Москва, Медицина. - 1990. - С.128.
4. Гнутова Р.В. Вирусология с основами иммунохимии. Владивосток, Дальнаука.- 1999.- 162с.

Зміни, що забезпечують здатність фагів *Pseudomonas Fluorescens* інфікувати резистентні мутанти хазяїна, відбуваються лише у певних ділянках їх геному

Семчук Л.¹, Бурхан А., Ромашев С.

(Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Навчально - науковий центр "Інститут біології", кафедра вірусології, вул. Володимирська, 64, 01033,м.. Київ, Україна,¹Lidia_Semchuk@univ.kiev.ua)

Бактеріофаги, виконують роль одного із чинників, що обмежує чисельність бактерій в природі. Процес коеволюції цих антагоністів має свої особливості. При інфікуванні фагами, частина бактерій, за рахунок мутацій, стає стійкою до інфікування. В такому випадку виникають передумови для неконтрольованого розмноження бактерій в природі. Однак, паралельно, в популяції фагів спонтанно утворюються мутанти, останні здатні переборювати резистентність бактерій та

інфікувати їх. Такі події замикають перше коло антагоністичних взаємовідносин, та призводять до розвитку нового взаємовпливу хижака та жертви. Завдяки таким подіям екосистема не вироджується, а еволюціонує, шляхом послідовних змін поколінь мутантних бактерій і фагів.

Вивчення цього процесу для фітопатогенних бактерій, що викликають хвороби рослин та їх фагів, є актуальною науковою задачею, що має не лише теоретичне, але і практичне значення, оскільки визначає необхідні умови для штучного обмеження чисельності патогенної мікрофлори у рослинних біоценозах.

Лабораторна модель взаємодії « фаг- бактерія » є ідеалізована. В ній немає ресурсних обмежень. В ній бактерії розмножуються шляхом простого поділу, а фаги – шляхом зараження і лізису бактеріальних клітин. У популяціях встановлюються відносини паразит-хазяїн. Селективним фактором для виникнення мутантної форми бактерій в такому випадку є наявність або відсутність фага, здатного до лізису. Для фагів, відповідно, це наявність чи відсутність доступних для адсорбції і лізису мутантів бактерій.

Аналізу взаємовпливу антагоністичних систем «хижак-жертва» присвячено багато робіт, проте, більша частина дослідників концентрувала свою увагу навколо пошуку умов стійкості циклічного існування популяцій і стабільних генетичних варіантів, які в них входять [1].

У бактерій, за певний час, можуть спонтанно виникнути мутанти, які "ухиляються" від рецепторів фага. В свою чергу, у фагів можуть виникнути мутанти, специфічні до резистентних форм бактерій. Така система буде здатна не вироджуватися, а еволюціонувати, шляхом послідовної зміни мутантних варіантів. Зміни можуть стосуватися синтезу білків рецепції і адсорбції, захисті клітинної стінки шаром речовини, яке перешкоджає нормальній адсорбції, розщепленню бактерією ко-факторів адсорбції. Крім того, проникнення ДНК вірулентного фага в клітину хазяїна не обов'язково закінчується лізисом: бактерії можуть синтезувати рестриктази, які руйнують геном фага, однак, він у відповідь здатний синтезувати ранні фагоспецифічні ферменти -антирестриктази [3].

Мутації рецепторів у бактерій виникають значно легше і частіше, ніж у фагів. Однак, оскільки у навколишньому середовищі, фагів значно більше ніж бактерій, то ця різниця нівелюється. Мутації в генах, що контролюють синтез рецепторів на поверхні бактеріальні клітини ділять на групи. Одна з них супроводжується зменшенням щільності рецепторних сайтів, при зберіганні їх структури. Це потребує компенсаторних мутацій фага [4]. Інша, включає мутації, які змінюють структуру молекули рецепторного білка. Для них вдається "відібрати" в експерименті "коадаптивні" мутації фага, який змінює коло хазяїв (host-range) тобто h-мутанти . Які, є об'єктом наших досліджень,

Для вивчення властивостей h-мутантів, тобто фагів, що здатні переборювати бар'єр резистентності хазяїна, в наших дослідженнях використано штам *Pseudomonas fluorescens* IMV 8573 . **Для іншого штаму, цього виду**, Brockhurst M.A та ін. було показано, що в популяції досліджуваного ними фага утворюється біля $2 \cdot 10^5$ часток, які є h-мутантами, і здатні інфікувати резистентні клони *P. fluorescens* [5]. Такі хазяї виступають у ролі селекційного фактору відбору мутантів фагів [6].

Метою представленої роботи було вивчення особливостей у мутантів фага 8573 sm при їх коеволюційній адаптації до резистентних варіантів штаму бактерії *Pseudomonas fluorescens* IMV 8573.

Об'єкт та методи досліджень. В роботі використовували отриманий з колекції музею Інституту мікробіології та вірусології ім. акад. Д.К.Заболотного НАН України, відділу фітопатогенних бактерій, штам фітопатогеної бактерії *Pseudomonas fluorescens* IMV 8573.

Дикий тип фага 8573sm, що був використаний в роботі, виділений в нашій лабораторії. Він утворював прозорі з чіткими краями негативні колонії, діаметром до 3 мм. Згідно із правилами, що застосовуються в лабораторії, у назву фага включали номер штаму першого хазяїна, використаного при його виділенні із природи (8573). Він був названий, відповідно, 8573 sm (small – дрібні пляшки).

Титрування фагів проводили по Грація [7]. Резистентні клони бактерій виявляли на чашках Петрі, після інфікування бактерій (10^6 кл/мл) суспензією фага 8573sm (10^9 БУО/мл).

Спектр літичної активності вивчали щодо 17 штамів бактерій (*P. syringae* pv. *tabaci* IMV 223, *P. syringae* pv. *atrofaciens* IMV 1025, *X. axonopodis* pv. *beticola* IMV 7325, *E. carotovora* IMV 216, *P. syringae* pv. *aptata* IMV 185, *P. syringae* pv. *tabaci* IMV 8646, *P. chlororophis* IMV 8612, *P. alliicola* IMV 8494, *P. syringae* pv. *phaseolicola* IMV 4228, *P. syringae* pv. *phaseolicola* IMV 4013, *P. viridiflava* IMV 8867, *P. syringae* pv. *aptata* IMV 8545, *P. syringae* pv. *cerasi* IMV 8653, *B. polymyxa* IMV 9034, *P. viridiflava* IMV 8868, *P. lachrymans* IMV 7591, *Agr. tumefaciens* IMV 8628).

Накопичення фагів проводили у бульйоні з примусовою аерацією, що дозволяло отримати фаголізат із титром 10^9 - 10^{10} БУО/мл. Після чого його освітлювали при 4000g, 20 хв. Концентрацію фагів проводили шляхом центрифугуванням при 90000g, температурі 5°C, протягом 2 годин. Осад ресуспендували в 1/30 вихідного об'єму, в 0,1М трис -HCl буфері, рН 7,4. Остаточну очистку проводили центрифугуванням в градієнті щільності 1,4-1,6 см^3 хлористого цезію протягом 3 годин, при прискоренні 90000g.

Виділення ДНК з отриманих препаратів фагів здійснювали методом високотемпературної обробки, з використанням 10% SDS [8]. Порівняльну характеристику геномів фагів та їх h-мутантів проводили за допомогою методу рестрикційного аналізу [9]. В роботі використовували ендонуклеазу *Bgl* II. Гідролізовані ДНК розділяли в 0,7% агарозі, використовуючи TBE буфер [9].

При аналізі процесу адаптацію фагової популяції до окремих клонів резистентних бактерій виявили цікавий факт: фаги утворювали виключно клоноспецифічні мутанти, не здатні інфікувати інші резистентні варіанти бактерій.

Очевидно, у популяції хазяїна відбувалось одночасне утворення великого числа стійких його форм, які були здатними підтримувати інфекцію лише окремого мутанту фага.

Виникало питання, чи відбуваються такі зміни випадковим чином, чи вони мають якісь закономірності. Дослідження ДНК

дев'яти змінених фагів, відповідно, адаптованих до дев'яти резистентних клонів, проводили за допомогою рестрикційного аналізу.

В роботі використовували фермент *Hind* III. Отримана картина електрофоретичного розподілу фрагментів ДНК в 0,7% агарозі, дозволила виявити зміни в чутливості їх ДНК до ферменту. Зміни у їх генотипах, у порівнянні із материнським, спостерігали у всіх дев'яти фагів. Їх геноми, як видно з рис. 1, відрізнялися від материнського за числом наявних сайтів рестрикції до використаної специфічної ендонуклеази *Hind* III. Однак, вони стосувались лише певних сайтів рестрикції. Інші ділянки геному виявились консервативними (рис.1).

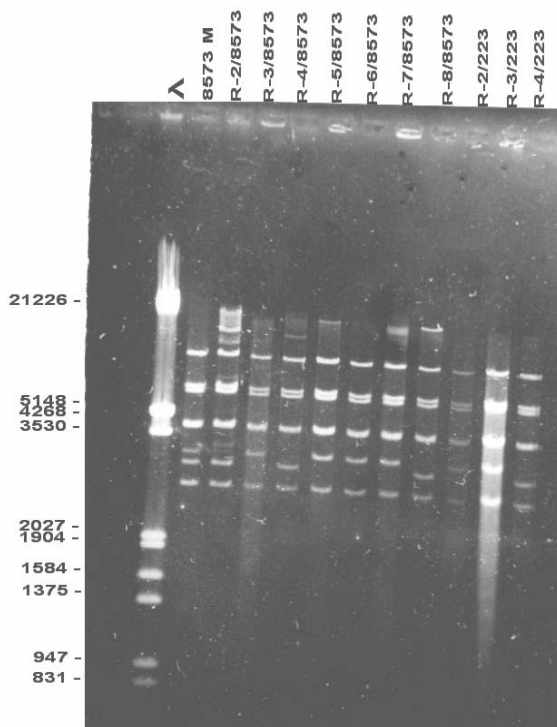


Рис. 1. Профілі розділення фрагментів ДНК у материнського (8573m) та мутантних фагів після їх розщеплення рестриктазою *Hind* їх видно три, у мутантів два фрагменти. Останні мають відмінності по довжині.

Аналіз здатності фага 8573 sm долати бар'єр стійкості хазяїна проводили з використанням десяти резистентних субпопуляцій. Їх використання дозволило виявити, що ефективність репродукції фагів, на кожному з мутантів індивідуальна. Кожен із мутантних фагів був здатним інфікувати тільки окремий резистентний клон. Негативні колонії, що формувались на бактеріальних газонах відрізнялися по морфології. Це свідчило про генетичні зміни. Представлені результати вказують на цікавий ефект, коли один генотип фага і один генотип бактерії, використані на початку експерименту, дають початок великому числу різних субпопуляцій обох антагоністів. Для отриманих мутантних фагів визначали хазяїв по відношенню до 17 штамів бактерій, що зазначені в розділі "Матеріали і методи" і дев'яти мутантних резистентних клонів *P. fluorescens* IMV 8573, які були названі, відповідно, 8573 Fsm2r - 8573 Fsm 10r.

Було встановлено, що h-мутанти фагів мають спільну літичну активність до материнського штамів *P. fluorescens* IMV 8573 і *P. syringae* pv. *tabaci* IMV 223. Однак, вони не були здатні перехресно розмножуватися на інших резистентних клонах. Утворені бінарні мутанти «фаг-хазяїн» були здатні підтримувати репродукцію тільки в межах своєї пари. Тобто, взаємодія резистентного клону бактерії з популяцією фага 8573sm, супроводжується селекцією вузькоспецифічних мутантів. Це пояснює відмінності у ефективності зараження хазяїна набором змінених фагів.

Таким чином, дослідження свідчать, що адаптація фагів до змінених хазяїв *P. fluorescens*, відбувається не лише на рівні фенотипу, як зазвичай прийнято вважати, але і генотипу. Про це свідчать зміни числа та розміру окремих фрагментів геному. Враховуючи той факт, що вони відбулись у окремій ділянці синхронно у всіх досліджуваних мутантів. Виявлена ділянка геному приймає участь у адаптації до резистентного хазяїна.

Отримані дані вказують на важливість продовження представлених досліджень, для дослідження еволюційних процесів в природі взагалі. Переваги використання фагів та їх хазяїв як зручної модельної системи, полягають у тому, що вони мають високу швидкість розмноження однієї генерації

антагоністів за короткий час, високу чисельність популяцій, для цих об'єктів легко зберігати проміжні генерації, а на популяції не впливають зовнішні фактори.

Список літератури

1. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. -М.: Наука, 1976. -287 с.
2. Свирежев Ю.М., Логофет Д.О. Устойчивость биологических сообществ. -М.: Наука, 1978. -352 с.
3. Spoerel N., Herrlich P., Bickle T.A. A novel bacteriophage defense mechanism: the antirestriction protein // Nature. -1979. - Vol.278. -P.30-34
4. Schwartz M. Adsorption of coliphage lambda to its host: effect of variations in the surface density of receptor and in phage receptor affinity // J.Mol.Biol. - 1976. -Vol.103. – P.121-136.
5. Brockhurst et al. Experimental coevolution with bacteria and phage: the *Pseudomonas fluorescens*-Φ2 model system // Infect. Genet. Evol. - 2007. - Vol. 7. - P.547–552.
6. Paterson S. Antagonistic coevolution accelerates molecular evolution // Nature. – 2010. – Vol.44. – P.25-29.
7. Адамс М. Бактериофаги. – Москва: Мир, – 1961. – 527 с
8. Єфименко Т.В., Андрійчук О.М., Ромашев С.А. та ін. Швидке та ефективне виділення ДНК, чутливих до специфічних ендонуклеаз із фагів *Pseudomonas* та *Xanthomonas*. // Вісн. Київ. ун-ту. Біологія. – 2001. – 35. – С. 13-16.
9. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Молекулярное клонирование. М.: Мир, 1984. – С. 430

Характер змін в активності цистеїнових протеїназ та міжнуклеосомної деградації ДНК тимоцитів щурів за радіаційно-індукованого апоптозу

Драган Л.П.

(Київський національний університет імені Тараса Шевченка;
e-mail: dragan_l@ukr.net)

Вступ. Одним із варіантів відповіді багатоклітинних організмів, направленої на підтримання клітинного гомеостазу та на запобігання переродження клітин внаслідок дії

пошкоджуючого фактора є програмована загибель клітин у інтерфазі (апоптоз).

Шляхи реалізації апоптозу різноманітні, залежать як від індивідуальних особливостей клітин, їх метаболічної активності, стадії диференціювання тощо, так і від природи, характеру, тривалості та інтенсивності дії апоптогенного (ендо- чи екзогенного) чинника, одним із яких є іонізуюча радіація. Дія променевого чинника є також фактором, який викликає дестабілізацію структури хроматину, що на фоні пониженої ефективності функціонування систем репарації призводить до накопичення певного рівня нерепарованих одно- і дволанцюгових розривів ДНК та ініціації сигнальних шляхів індукції апоптозу.

В стохастичних та детерміністських ефектах впливу іонізуючої радіації на організм вирішальна роль належить численній родині каспаз, активація яких призводить до протеолізу життєвоважливих білків клітини. Останні включають в себе запуск каскаду протеолітичних реакцій, у результаті яких відбувається розщеплення різноманітних клітинних білків, що врешті - решт призводить до порушення нормального функціонування клітини, її дезінтеграції та загибелі.

Згідно концепції лізосомального апоптотичного шляху, порушення цілісності лізосом є найбільш раннім етапом деградаційного каскаду, який передує активації таких маркерів апоптозу як каспази, збільшенню проникності внутрішньої мембрани мітохондрій та інш. На особливу увагу заслуговує катепсин В (КФ 3.4.22.1), оскільки він є найбільш стійким з усіх катепсинів при переході з кислого внутрішньолізосомального середовища у нейтральне середовище цитоплазми і як цистеїнова протеїназа здатна розщеплювати прокаспази, активувати їх і тим самим запускати розвиток апоптозу [12, 13, 15].

У зв'язку з тим, що цистеїнові протеїнази відіграють вирішальну роль у розвитку радіаційно-індукованої програмованої клітинної загибелі такої високочутливої до опромінення популяції, якою є лімфоцити, метою роботи було

дослідити активність ключових цистеїнових протеїназ у тимоцитах щурів при постпроменевої патології.

Матеріали і методи. У дослідях використовували білих нелійних щурів-самців масою 150-170 г, яких утримували на стандартному раціоні виварію. З метою попередження можливого впливу добових ритмів на досліджувані показники досліди проводили в один і той же час доби. Опромінення здійснювали на рентгенівській установці РУМ-17 за доз 1,0 Гр та 7,78 Гр за умов: фільтри 0,5 мм Cu та 1 мм Al, шкірно-фокусна відстань 50 см, напруга 200 кВ, сила струму 5 мА для 1,0 Гр та 10 мА для 7,78 Гр, потужність дози 0,17 Гр/хв та 0,34 Гр/хв відповідно. Тварин декапітували через 30 хвилин та 3 години після дії іонізуючої радіації. Лімфоцити тимуса виділяли за методом [6]. Активність катепсину В визначали згідно з методом [7]. Активність цистеїнових протеїназ - ініціюючих каспаз 8, 9 та ефекторних каспаз 2, 3, 6 визначали за допомогою набору реактивів для визначення активності каспаз “Caspase Colorimetric Protease Assay Sampler Kit” (BioSource, USA). Екстинкцію проб визначали на спектрофотометричному рідері фірми Thermo Labsystems MR (США) із програмним забезпеченням Dynex Revelation Quicklink. Рівень одно- та дволанцюгових розривів ДНК в тимоцитах щурів визначали за методом з модифікацією [3], за умов слабколужного (рН 8,3) та лужного (рН 12,4) лізису з використанням 3',5'-діамінобензойної кислоти (ДАБК). Ступінь ушкодження ДНК виражали у відсотках, як співвідношення кількості ДНК в супернатанті до її сумарної кількості у пробі. Статистичну обробку одержаних результатів здійснювали з використанням програми “Microsoft Excel”. Про вірогідність результатів судили за t-критерієм Стьюдента.

Результати та обговорення. Отримані дані показали, що при загальному разовому опроміненні тварин у дозах 1,0 Гр і 7,78 Гр відбувається підвищення активності катепсину В у лімфоїдних клітинах тимуса щурів. Згідно з представленими результатами активація ферменту змінюється залежно від дози та часу після опромінення. Так, активність катепсину В у тимоцитах щурів через 30 хв після рентгенівського випромінювання в дозах 1,0 Гр і 7,78 Гр зростала відповідно у

1,3 раза та 1,2 раза порівняно з контролем (рис. А). Через 3 години після дії на щурів рентгенівського випромінювання за доз 1,0 Гр і 7,78 Гр у лімфоцитах тимуса спостерігається подальша стимуляція активності катепсину В (рис. Б). Так, активність ферменту зростала у 1,7 раза за дії променевого чинника за дози 1,0 Гр та у 2,3 раза за опромінення тварин за дози 7,78 Гр порівняно з контролем.

Таким чином, активність катепсину В у тимоцитах опромінених щурів значно підвищується, а характер цієї активації є дозо-часовим, тобто встановлена пряма кореляція активності катепсину В тимоцитів від дози та періоду після загального опромінення тварин.

З отриманих результатів можна зробити висновок, що розпад білків, викликаний іонізуючою радіацією, обумовлений посиленням автолітичних процесів, до яких залучені лізосомальні протеїнази. Насамперед виникає це внаслідок пошкодження цілісності лізосомальної мембрани з подальшим порушенням компартменталізації ферментів, що призводить до вивільнення та зміни у функціонуванні тіолзалежних протеїназ.

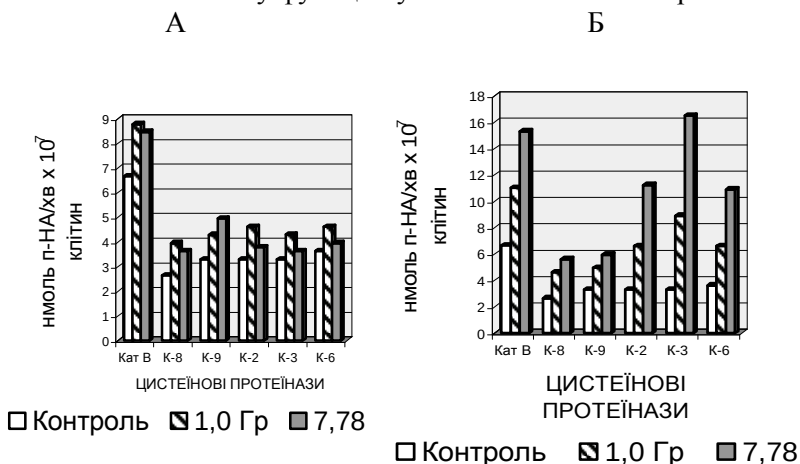


Рис. Активність цистеїнових протеїназ у тимоцитах щурів за дії іонізуючої радіації : А – через 30 хвилин після опромінення; Б – через 3 години після опромінення
Достовірно у відношенні до контролю; $P \leq 0,05$

Лізосомальні протеїнази можуть також здійснювати безпосередній вплив на систему активації ряду каспаз (каспази 1, 3 і 11). Хоча на сьогодні вважається більш доведеною участь лізосомальних ферментів в порушенні функціонування мітохондрій з подальшим вивільненням з міжмембранного мітохондріального простору проапоптичних факторів. В дослідях Zhao et al. [16] показано вплив катепсинів В і D на мітохондрії. На думку Charman [9] це відбувається за участі білків родини Bcl-2, які контролюють направленість мітохондріальних змін у бік активації ефекторної ланки програмованої клітинної загибелі. Так, було встановлено провідну роль катепсину В у деструкції Bid - представника родини Bcl-2, який, на відміну від Bcl-x, що знаходиться у мітохондріальній мембрані і унеможливорює вихід апоптогенних чинників у цитоплазму, сприяє відкриттю мітохондріальних каналів з подальшим вивільненням AIF та цитохрому с, що призводить до подальшої стимуляції ефекторних каспаз. Отже, протеолітична деградація локалізованого у цитоплазмі Bid з наступною його транслокацією у мітохондрії, завдяки чому стимулюється протеолітичний каскад за участі родини каспаз, є більш пізньою подією, якій передують лізосомальна дестабілізація, спричинена дією ряду апоптотичних чинників.

Лімфоїдні клітини, в залежності від ступеня їх диференціювання та функцій, експресують широкий спектр поверхневих рецепторів, активація яких призводить до запуску каскадів протеолітичних ферментів, серед яких чільне місце займають цистеїнові протеїнази родини каспаз. Відповідно до існуючої концепції, каспази, через взаємодію з відповідними адаптерами, безпосередньо задіяні у передачі трансмембранного сигналу від індукторів через рецептори у клітину. Більш того, їх субстратами, поряд з структурними, регуляторними білками, транскрипційними факторами і т.д., є ряд кіназ, які на сьогодні вважаються ключовими сигнальними молекулами, що через активізацію одних та пригнічення інших каскадів забезпечують інтеграцію поза- та внутрішньоклітинних сигналів у загальну необоротну фазу апоптозу.

Враховуючи вищевикладені міркування ми досліджували внесок каспаз в індукцію та розвиток апоптозу лімфоцитів тимуса щурів у відповідь на дію променевого чинника. Як показали результати досліджень, опромінення за доз 1,0 Гр і 7,78 Гр сприяє активації індукторних каспаз 8, 9 та ефекторних каспаз 2, 3, 6 у лімфоцитах тимуса щурів через 30 хв та 3 години після дії іонізуючої радіації (рис. А, Б). Так, через 30 хв після опромінення тварин за дози 1,0 Гр активність ініціюючих каспаз 8, 9 підвищується на 50% та 30% відповідно порівняно з контрольними величинами. При підвищенні дози опромінювання до 7,78 Гр у лімфоцитах тимуса виявлено зростання активності ініціюючих каспаз, 8, 9 на 37% та 50% відповідно порівняно з контрольними показниками.

Необхідно зазначити, що серед багаточисельних ендопептидаз, найважливіше значення в апоптотичному процесі має каспаза 3, оскільки вона, завдяки розщепленню визначальних для підтримання клітинного гомеостазу білків, розглядається як основна ефекторна молекула виконавчої стадії у багатьох моделях запрограмованої клітинної загибелі. Під час запуску каскадного механізму каспаза 3 активується іншими ініціюючими каспазами, латентними формами ефекторних каспаз та деякими некаспазними білками. Крім того, важливість каспази 3 у протеолізі життєважливих білків (ядерних та цитоплазматичних), вказує той факт, що після її активації клітина необоротно згублює шляхи до виживання.

Дійсно, нами показано, що у лімфоцитах тимуса через 30 хвилин після дії радіації за дози 1,0 Гр відбувається підвищення активності каспази 3 на 30% порівняно з контрольним значенням, а за опромінення піддослідних тварин в дозі 7,78 Гр каспазна активність тимоцитів зростає на 10% по відношенню до контрольного показника, що корелює із відповідними змінами активності каспаз 8, 9 і може бути пояснено саме активацією останніх, субстратом якої, окрім інших клітинних білків, є і каспаза 3.

Оскільки каспазам властива здатність в певній послідовності активувати одне одного, утворюючи своєрідний каскад, до того ж – розгалужений. Важливо, що не залежно від сигналу запуску цього каскаду, його вузловою ланкою є саме

каспаза 3. Вона активується каспазами 8 та 9 (ініціюючи ферменти) і в свою чергу активує каспазу 2 і каспазу 6 на 40 % та 27% (1,0 Гр) і на 15 % та 10% (7,78 Гр) відповідно порівняно з контрольним значенням.

Встановлене нами однотипове підвищення каспазної активності в тимоцитах щурів свідчить про те, що через 30 хвилин після опромінення тварин відбувається запуск каскадного механізму проапоптотичної активності каспаз в клітинах лімфоцитів, що узгоджується з даними інших дослідників [11].

Через 3 години після дії радіації за доз 1,0 Гр та 7,78 Гр спостерігається аналогічність змін і дозо-часова залежність активності індукторних каспаз 8, 9 та ефекторних каспаз 2, 3, 6 у тимоцитах опромінених тварин (рис Б). Так, через 3 години після дії променевого чинника за дози 1,0 Гр, в тимоцитах активність ініціюючих каспаз 8, 9 підвищувалась у 1,75 раза та 2,12 раза і ефекторних каспаз - каспази 2 - у 2 раза, каспази 3 - у 2,8 раза, каспази 6 - у 1,82 раза, відповідно порівняно з контролем. При підвищенні дози опромінювання до 7,78 Гр у лімфоцитах тимуса виявлено збільшення активності ініціюючих каспаз, 8, 9 у 2,12 раза та 1,8 раза, і ефекторних каспаз 2, 3, 6 у 3,4 раза, 5 раз та 3 раза відповідно порівняно з контрольними показниками.

Подібна особливість в активності каспаз у тимусі за радіаційного ураження призводить, вірогідно, до утворення широкого спектра структурно ушкоджених протеїнів (ензимів), що істотно впливають на перебіг каскадного механізму дії каспаз в тимоцитах, порушуючи динаміку та послідовність проходження окремих ферментативних етапів [14].

Отримані результати є підтвердженням того, що за високої радіаційної чутливості зрілих популяцій лімфоцитів тимуса та їх інтерфазною загибеллю після впливу іонізуючого випромінювання відбувається швидкий розвиток лімфопенії, глибина ушкоджень яких залежить як від дози опромінення так і від часу дії променевого чинника [4, 5, 8, 10].

Отже, каспази відіграють вирішальну роль під час розвитку радіаційно-індукованої програмованої клітинної загибелі, з одного боку здійснюючи проведення як екзо-, так і ендогенних

апоптотичних сигналів до відповідних ефекторних молекул та забезпечуючи взаємозв'язок різноманітних внутрішньоклітинних апоптотичних сигнальних каскадів, з іншого, за рахунок безпосередньої участі в деградації функціонально важливих клітинних структур і макромолекул.

В каскаді апоптотичних реакцій на кінцевій стадії задіяні процеси, які призводять до міжнуклеосомної деградації ДНК, яка може здійснюватись внаслідок підвищення активності специфічних ендонуклеаз, а також змін в структурі хроматину, які викликають підвищення його чутливості до дії нуклеаз. Так, експериментальними дослідженнями встановлено, що іонізуюча радіація за доз 1,0 Гр і 7,78 Гр викликає виникнення певного, вищого за контрольні значення рівня одно- та дволанцюгових розривів ДНК у лімфоїдних клітинах тимуса тварин.

За нашими даними (табл.) в лімфоцитах тимуса щурів через 30 хв після опромінення тварин за дози 1,0 Гр кількість одностанцюгових розривів ДНК збільшується у 1,9 раза порівняно з контролем; за дози 7,78 Гр кількість одностанцюгових розривів ДНК збільшується у 2,5 раза. Рівень дволанцюгових розривів достовірно зростає в 2,3 раза при опроміненні за дози 1,0 Гр і майже в 6 разів за дії променевого чинника за дози 7,78 Гр.

Таблиця. Вплив іонізуючої радіації за дози 1,0 Гр і 7,78 Гр на рівень одно- та дволанцюгових розривів ДНК у лімфоїдних клітинах тимуса щурів ($M \pm m$; $n=5$)

ТИМОЦИТИ (1×10^7 клітин)				
	Одностанцюгові розриви, %		Дволанцюгові розриви, %	
	30 хв п/о	3 год п/о	30хв п/о	3 год п/о
Конт- роль	$6,7 \pm 0,5$	$6,7 \pm 0,5$	$1,1 \pm 0,8$	$1,1 \pm 0,8$
1,0 Гр	$12,8 \pm 0,9^*$	$13,3 \pm 0,1^*$	$2,5 \pm 0,1^*$	$3,3 \pm 0,3^*$
7,78 Гр	$16,9 \pm 1,4^*$	$26,3 \pm 2,3^*$	$6,4 \pm 0,5^*$	$6,7 \pm 0,6^*$

* - достовірно по відношенню до контролю; $P \leq 0,05$

Аналогічні результати були отримані і іншими дослідниками. Так, збільшення кількості одностанцюгових

розривів ДНК було встановлено в тимоцитах щурів вже через 15 хв після опромінення тварин за дози 1,0 Гр, при цьому кількість дволанцюгових розривів збільшувалась на другу годину після дії променевого чинника [11].

Через 3 години після опромінення, за умов стимулювання вторинної ферментативної деградації ДНК, кількість одноланцюгових розривів в тимоцитах зростає в 2 і майже в 4 рази відповідно за дії рентгенівського випромінювання за доз 1,0 Гр і 7,78 Гр.

Встановлено, що рівень дволанцюгових розривів має дозозалежний характер і підвищується в 3 та в 6,3 рази відповідно при опроміненні тварин за доз 1,0 Гр та 7,78 Гр і що саме рівень нерепарованих дволанцюгових розривів корелює з частотою хромосомних аберацій і може бути летальним для клітин за впливу іонізуючої радіації [11].

Отримані дані за кількістю одно- і дволанцюгових розривів ДНК в лімфоїдних клітинах тимуса опромінених в мінімальних та сублетальних дозах щурів узгоджуються з попередніми даними по накопиченню у лімфоцитах полідезоксирибонуклеотидів, зростанню швидкості генерування супероксидних радикалів [1, 5] і свідчать, що через 30 хв та 3 години після дії на тварин іонізуючої радіації за доз 1,0 Гр і 7,78 Гр у лімфоїдних клітинах тимуса відбуваються характерні деструктивні зміни пов'язані з пошкодженням структурної організації хроматину, що супроводжується посиленням деградації ядерного матеріалу і згідно з сучасними уявленнями класифікується як прояв загибелі клітин за механізмом апоптозу [2].

Таким чином сукупність отриманих результатів свідчить про значну радіочутливість процесів, пов'язаних з активацією протеолізу в імунокомпетентних клітинах тимуса за опромінення тварин. Встановлено підвищення активності цистеїнових протеїназ, а також підвищення кількості одно- та дволанцюгових розривів ДНК у лімфоїдних клітинах тимуса щурів на ранньому етапі радіаційно-індукованого апоптозу.

Висновок Тотальне одноразове опромінення тварин за доз 1,0 Гр і 7,78 Гр через 30 хвилин та 3 години після рентгенівського випромінювання призводить до запуску каскаду

цистеїнових протеїназ, кінцевим ефектом яких є включення певних механізмів їх захисту або загибель імунокомпетентних клітин і залежить як від часу після опромінення, так і від дози променевого ураження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрійчук Т.Р., Драган Л.П., Ракша Н.Г. Радіаційно-індуковані порушення ДНК у тимоцитах щурів // “Вісник” КНУ імені Тараса Шевченка 2004, вип.43. С.55-57.

2. Денисенко М.Ф., Беловская Л.Н., Филиппович И.Б. Роль поли(АДФ-рибозилирования) белков в радиочувствительности лимфоцитов тимуса // Радиобиология. –1987. –Т.27, №1. –С.75-77.

3. Дмитренко Н.П., Андрийчук Т.Р., Кишко Т.О., Полякова В.В. и др. Преципитационный метод определения ДНК в непродифференцирующих клетках и тканях животных // Укр. биох. журнал. -1997. - Т. 69, № 1. - С. 69- 73.

4. Драган Л.П. Радіаційно – індуковані особливості каспазного каскаду в тимоцитах та спленоцитах щурів // Зб. Наук. Праць «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» Київ-Харків-АР Крим. – 2011. – С.375-385.

5. Драган Л.П. Участь протеїназ та системи полі-АДФ-рибозилування за радіаційно-індукованого апоптозу клітин тимуса та селезінки щурів. – Дис. на здобуття к.б.н. (Київ), 2007. 220с.

6. Хант С. Выделение лимфоцитов и вспомогательных клеток // Лимфоциты: Методы.-М: Мир, 1990.-395с.

7. Шатерников В.А. Унифицированные клинические лабораторные методы исследования // Лаб. дело, 1976, №12, С.748-752.

8. Dragan L., Andriichuk T., Ostapchenko L. Structural biochemical assessment of the status of the nuclear apparatus of the rat spleen lymphoid cells under radiation treatment// Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska, Lublin-Polonia.-2010. – Vol. XXIII, №2, -P.203-206.

9. Chapman H.A., Riese R.J., Shi G.-P. Emerging roles for cysteine proteases in human biology. // *Annu. Rev. Physiol.* 1997, Vol. 59, P. 63-88.
10. Focan C. Chronobiological Concepts Underlying the Chronotherapy of Human Lung Cancer // *Chronobiol. Intern.* – 2002. – Vol. 19, N 1. – P. 253-274.
11. Hallan E., Blomhoff H.K., Smeland E.B., Lomo J. Involvement of ICE (Caspase) Family in γ -Radiation-Induced Apoptosis of Normal B Lymphocytes // *J. Immunol* 1997. Vol. 46 P. 601-608.
12. Howard Y. C. and Xiaolu Y .Proteases for Cell Suicide: Functions and Regulation of Caspases. // *Mikrobiol. Molecul.Biol.*, 2000 Vol. 64, No. 4, P. 821–846.
13. Roberg K., Kagedal K., Olinger K. Mikroinjection of cathepsin D induces caspase-dependent apoptosis in fibroblasts. // *Am. J. Pathol.*, 2002, Vol. 161, P. 89-96.
14. Sendo F., et al. Modulation of neutrophil apoptosis by psychological stress and glucocorticoid // *Int. J. Immunopharmacol.* 1997. – Sep., Abstract available.
15. Wolf B., Green D. Suicidal Tendencies: Apoptotic Cell Death by Caspase Family Proteinases // *J.Biol. Chemistry* 1999 Vol. 274, No. 29, P. 20049–20052.
16. Zakeri Z. Cell death: programmed, apoptosis, necrosis, or other // *Cell Death Differ.*-1995.-Vol.2, №1.-P.83-92. 223.

**Чувствительность трансмембранного транспорта
электронов в эритроцитах человека к радиационной
нагрузке малой мощности**

В. В. Жирнов, И. Н. Яковенко

*(Институт биоорганической химии и нефтехимии НАН
Украины, Киев, vic@bpci.kiev.ua)*

Редокс-система плазматических мембран (РСПМ), транспортирующая электроны от внутриклеточных субстратов (НАДН, НАДФН, аскорбата, глутатиона, флавоноидов) к их внеклеточным акцепторам (феррицианид-анион, дихлорфенолиндифенол, флавин, Fe^{3+} , компоненты цитохрома b) обнаружена во всех эукариотических клетках: бактерий, грибов, растений, животных и человека [1]. В целом различают

энзиматический и условно неэнзиматический компоненты РСПМ [2]. Последний функционирует как “челночный” механизм за счет диффузии цитоплазматического аскорбата во внешнюю среду, где он, отдавая электроны, окисляется до дегидроаскорбата, который вновь восстанавливается внутриклеточными энзимами за счет НАДФН и глутатиона после его диффузии в клетку [3]. Энзиматический компонент РСПМ может функционировать в виде отдельного трансмембранного протеина с редоксоксидазной активностью (потенциал-зависимого анион-селективного канала (VDAC1), дуоденального цитохрома b (Dcytb), энзима семейства НАДФН-оксидаз (NOX)) или комплекса энзимов, одни из которых расположены на внутренней поверхности плазмалеммы (НАДФН:хинон оксидоредуктаза 1 (NQO1), цитохром b₅ редуктаза), другие - на ее внешней поверхности (дисульфид-тиол обменники (ENOX)). Важную роль в функционировании РСПМ играет коэнзим Q, который как мобильная составляющая фосфолипидного бислоя мембран способен переносить электроны от NQO1 до ENOX [2]. Функциональное назначение РСПМ, а также наличие и селективность к различным донорам и акцепторам электронов перечисленных нами энзимов или их комплексов в составе РСПМ различных клеток может существенно отличаться. Так ряд изоэнзимов семейства НАДФН-оксидаз (NOX) выявлены в составе РСПМ макрофагов крови, клетках эпителия желудка и почек, кровеносных сосудов и других тканей, которые способны синтезировать супероксид-радикал и перекись водорода во внешней среде при восстановлении кислорода за счет внутриклеточного НАДФН как донора электронов. В этих клетках активные формы кислорода функционируют как антимикробные агенты, сигнальные молекулы или косубстраты энзиматических реакций. РСПМ эритроцитов, наоборот, восстанавливает свободные радикалы за счет внутриклеточных NADH и аскорбата таким образом поддерживая редокс-гомеостаз крови и как мобильные восстановители обеспечивая антиоксидантную защиту всего организма [1].

В исследованиях РСПМ эритроцитов в качестве внешнего акцептора электронов обычно используют феррицианид,

поскольку он и его восстановленная форма (ферроцианид) не проникают в цитозоль клеток. Поэтому традиционно энзиматический компонент РСПМ эритроцитов в некоторых публикациях называют феррицианидредуктазой, что на самом деле является обобщенным определением трансмембранных оксидоредуктаз. Помимо условно неэнзиматического, опосредованного циклическим трансмембранным обменом аскорбат-дегидроаскорбат в эритроцитах выявлены трансмембранные белки с непосредственной энзиматической феррицианидредуктазной активностью – Dcytb та VDAC1 [2]. Dcytb принадлежит к семейству цитохромов b561 и использует аскорбат цитозоля в качестве донора электронов для прямого восстановления внеклеточного феррицианида [2]. Как компонент РСПМ Dcytb вначале был обнаружен в энтероцитах двенадцатиперстной кишки и позже в плазматических мембранах других клеток, включая эритроциты человека [4]. Впервые выявленный как трансмембранный протеин внешней мембраны митохондрий, VDAC1 в дальнейшем был также идентифицирован как электрон-транспортный протеин цитоплазматических мембран с внутриклеточной НАДН-оксидазной активностью [5]. Наличие VDAC1 в мембранах эритроцитов была показана иммунологическим анализом [6]. Расположенную на внутренней поверхности мембран эритроцитов цитохром b₅ редуктазу (метгемоглобин-редуктазу) в некоторых работах также относят к энзиматическому компоненту РСПМ [7]. Однако этот энзим не является трансмембранным протеином и его вклад в общую феррицианидредуктазную активность опосредуется способностью восстанавливать CoQ и свободные радикалы аскорбата с использованием НАДН цитозоля [2].

Целью наших исследований было изучение влияния малых ионизирующего излучения малой мощности на активность РСПМ эритроцитов человека.

Материалы и методы

В экспериментах была использована венозная кровь доноров регионального донорского пункта. Кровь центрифугировалась 10 минут при 1800 g (20 °C) с последующим удалением супернатанта и поверхностной

лейкомассы. Полученный осадок эритроцитов разводили 10 объемами охлажденного физиологического фосфатного буфера, который содержал 140 ммоль/л NaCl и 12,5 ммоль/л Na_2HPO_4 (pH 7,4). После дальнейшего центрифугирования при этих же условиях, полученный осадок эритроцитов еще дважды отмывали раствором Кребса следующего состава (в ммоль/л): NaCl - 133; KCl - 4,7; CaCl_2 - 2,5; MgCl_2 - 1,2; NaH_2PO_4 - 1,38; NaHCO_3 - 10; глюкоза - 7,8; hepes - 10 (pH 7,4) путем центрифугирования и в дальнейшем ресуспендировали в растворе Кребса до 10% гематокрита. В пробы с 2 мл полученной суспензии эритроцитов и контрольные пробирки вносили радиоактивные изотопы $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$ или $^{90}\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ (с молярной активностью 50 Ки/М и 4 кКи/М соответственно) и/или исследуемые соединения с последующей 30-минутной инкубацией при комнатной температуре (20 °C). После чего в пробы вносили до 1 ммоль/л феррицианида калия и сразу же удаляли половину их объема на центрифугирование для контрольного определения уровня ферроцианида в нулевой промежуток времени. Остаток проб инкубировали на шейкерной бане при 37 °C 30 минут с последующим центрифугированием. После этого 0,1-мл аликвоты супернатантов до и после 30-минутной инкубации использовали для определения в них количества образованного ферроцианида по методу Аврона и Шевит в колориметрической реакции с батофенантролином при 535 нм с использованием коэффициента молярной экстинкции $\epsilon=21600 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ [8] против соответствующего безклеточного контроля. Активность РСПМ эритроцитов представляли в единицах мкмоль/л ферроцианида/мл эритроцитов/30 минут. Поскольку активность РСПМ эритроцитов варьирует в сравнительно широких пределах в зависимости от возраста и общего состояния различных доноров [9]. Поэтому для сравнительного изучения влияния радиации и химических соединений на активность РСПМ нами была использована кровь 9 доноров со стандартной активностью РСПМ в интервале от 2 до 3 мкМ ферроцианида/мл эритроцитов/30 минут.

Результаты выражали в виде среднего $\pm$ среднеквадратичной ошибки среднего ($M \pm m$). Статистическая

оценка проводилась с использованием t-критерия Стьюдента для избранного уровня значимости $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Установлено, что облучение суспензии эритроцитов человека нарастающими концентрациями изотопов $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ или ^{14}C вначале стимулирует активность РСПМ, а затем, по мере увеличения мощности радиации, ингибирует (рис. 1). В радиобиологической литературе нет общепринятого определения понятия малых доз ионизирующей радиации. Например, Научный комитет по атомной энергии при ООН рекомендует называть малыми мощностями доз от 1,5 мГр/мин и ниже [10]. Однако это определение не учитывает различий в радиочувствительности исследуемых биологических объектов. Поэтому в литературе также встречается определение малых доз радиации как доз, превышение которых вызывает изменение знака эффекта, например, переход от стимулирования физиологических функций клеток или целого организма (гормезис) к ингибированию [11], что и наблюдалось в наших исследованиях.

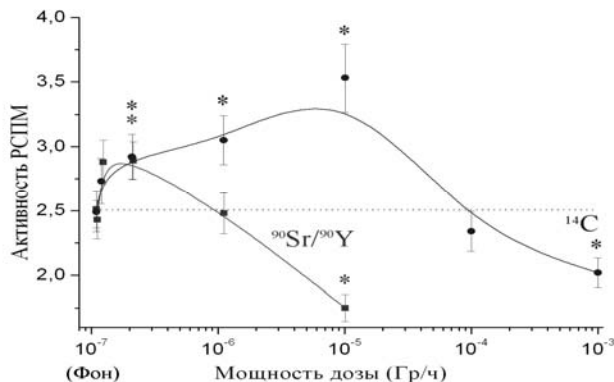


Рис. 1. Зависимость активности РСПМ эритроцитов человека от мощности ионизирующего излучения выше фонового уровня при 1-часовой инкубации клеточной суспензии в присутствии различных концентраций изотопов $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ или ^{14}C ($n = 5$). Активность РСПМ представлена в единицах мкмоль/л ферроцианида/мл эритроцитов/30 минут. * Изменения достоверны относительно фонового излучения, $p < 0,05$.

Естественное (фоновое) излучение в условиях эксперимента составило 0,11 мкГр/ч. Активация РСПМ эритроцитов наблюдалась при увеличении мощности ионизирующего излучения для ^{14}C около 2 порядков от уровня фона, а для $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ всего в 2 раза. Дальнейшее повышение мощности ионизирующего излучения от фонового уровня для ^{14}C до 3-4 порядков и для $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ до 2 порядков сопровождалось ингибированием РСПМ эритроцитов (рис. 1). Граница перехода стимулирующего РСПМ эритроцитов эффекта 1-часового воздействия бета-облучения на ингибирующий наблюдалась при мощности доз 1 мкГр/ч для $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ и 80 мкГр/ч для ^{14}C , которые соответственно около порядка и трех порядков соответственно выше фонового уровня радиации. Таким образом смена направленности эффекта вызываемого $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ происходила при значительно меньшей мощности дозы радиации, чем при облучении ^{14}C (рис. 1). Возможно, это обусловлено различиями физических свойств бета-излучения $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ и ^{14}C . Как известно, в отличие от ^{14}C распад $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ сопровождается более жестким бета-излучением. Так при бета-распаде ^{14}C освобождаются электроны со средней энергией 54 кэВ. Распад $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ сопровождается освобождением электронов со средней энергией 196 кэВ и короткоживущего ^{90}Y , который также претерпевает бета-распад с освобождением электронов со средней энергией 931 кэВ [12].

Анализ литературы свидетельствует о возможности развития эффектов малых доз на активность РСПМ за счет многочисленных молекулярных механизмов. Как известно, активность РСПМ эритроцитов зависит от редокс-состояния их цитозоля и внешней среды, а также тесно связана с активностью гликолитических ферментов [1]. Активация РСПМ эритроцитов человека в ответ на повышение уровня оксидантов во внешней среде зависит от количества глюкозы и сопровождается перестройкой клеточного метаболизма путем активации пентозофосфатного пути обмена глюкозы [1, 13]. Также показано, что гликолитические ферменты фосфофруктокиназа, альдолаза и глицеральдегид 3-фосфат дегидрогеназа (GAPDH) образуют протеиновый комплекс с мембранным анионным обменником зоны 3 [14, 15], более

тесное взаимодействие протеинов которого наблюдается при повышении оксигенации гемоглобина [16]. При деоксигенации эритроцитов протеиновый комплекс гликолитических энзимов с протеином зоны 3 распадается, что последовательно приводит к активации гликолиза, уменьшению способности эритроцитов восстанавливать НАДФН и глутатион в результате уменьшения активности пентозофосфатного цикла и развитию окислительного стресса [17, 18]. Поэтому при гипоксии компенсация функциональной несостоятельности поддержания необходимого уровня редокс-состояния эритроцитов пентозофосфатным циклом обмена глюкозы происходит путем активации РСМ с использованием аскорбата как донора электронов, в то время как НАДН в этих условиях используется преимущественно метгемоглобин-редуктазой [19].

Активность РСМ также зависит от pH цитозоля. Фармакологическая блокада Na^+/H^+ -обменника угнетала стимулированную аскорбатом активность РСМ эритроцитов [20]. Поскольку РСМ функционирует как трансмембранный комплекс, ее активность зависит от структурных свойств мембраны, о чем свидетельствует снижение феррицианидредуктазной активности эритроцитов при увеличении уровня холестерина в их мембранах [21], а также модуляция активности РСМ протеинами цитоскелета [22] которые взаимодействуют с феррицианидредуктазой VDAC1 [23].

Таким образом, на примере эритроцитов нами выявлена высокая радиочувствительность РСМ животных клеток в поле радиационного излучения выше фоновых значений, которая может использоваться для мониторинга радиационного фона в объектах окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kennett E. C., Kuchel P. W. // *Antioxid. Redox Signal.* – 2006. – **8**, N 7-8. – P. 1241–1247.
2. Principe D. D., Avigliano L., Savini I., Catani M. V. // *Ibid.* – 2011. – **14**, N 11. – P. 2289-2318.
3. May J. M. // *Front. Biosci.* – 1998. – **3**. - D1-D10.

4. Su D., May J. M., Koury M. J., Asard H. // J. Biol. Chem. – 2006. – **281**, N 52. – P. 39852–39859.
5. Baker M. A., Lane D. J. R., Ly J. D. et al. // Biol. Chem. – 2004. – **279**, N 6. – P. 4811–4819.
6. Shimizu S., Matsuoka Y., Shinohara Y. et al. // J. Cell. Biol. - 2001. - **152**, N 2. P. 237–250.
7. Papandreou P., Rakitzis E. T. // Clin. Chim. Acta. – 1989. – **181**, N 2. – P. 189-196.
8. Avron M., Shavit N. // Anal. Biochem. – 1963. – N 6. – P. 549-554.
9. Rizvi S. I., Jha R., Maurya P. K. // Rejuvenation Res. – 2006. – **9**, N 4. – P. 470-474.
10. Бурлакова Е.Б.. Проблемы регуляции в биологических системах. Биофизические аспекты. – М., Изд-во РХД, 2007. – С. 390-424.
11. Кузин А.М. Идеи радиационного гормезиса в атомном веке. – М.: Наука, 1995. – 158 с.
12. Баранов В.Ю, Белов И.А., Демьянов А.В. и др. Изотопы. Свойства, получение, применение.- М.: ИздАТ, 2000. С. 626-641.
13. Himmelreich U., Kuchel P. W. // Eur. J. Biochem. – 1997. - **246**, N 3. – P. 638–645.
14. Campanella M. E., Chu H., Low P. S. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 2005. - **102**, N 7. – P. 2402–2407.
15. Messana I., Orlando M., Cassiano L. et al. // FEBS Lett. – 1996. – **390**, N 1. - P. 25–28.
16. Lewis I. A., Campanella M. E., Markley J. L., Low P. S. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. - 2009. - 106, N 44. – P. 18515–18520.
17. Cimen M. Y. // Clin. Chim. Acta. – 2008. - **390**, N 1-2. - P. 1–11.
18. Rogers S. C., Said A., Corcuera D. et al. // FASEB J. – 2009. - **23**, N 9. – P. 3159–3170.
19. Lane D. J., Robinson S. R., Czerwinska H., Lawen A. // Biochem. J. – 2010. – **428**, N 2. – P. 191–200.

20. Balmukhanov B. S., Bulegenov K. E., Basenova A. T. // Biofizika. – 1990. - **35**, N 2. – P. 293-296.
21. Roman I., Figys J., Steurs G., Zizi M. // Biochim. Biophys. Acta. – 2006. – **1758**, N 4. – P. 479-486.
22. Barr R., Stone B., Craig T. A., Crane F. L. // Biochem. Biophys. Res. Commun. – 1985. - **126**, N 1. – P. 262-268.
23. Matteucci E., Giampietro O. // Biomark. Insights. – 2007.- **2**. - P. 321–329.

Електромеханічне спряження гладеньких м'язів кишечника під впливом пентагастрину

Пелюх П.Ф., Макаручук М.Ю.

(НДІ фізіології імені академіка Петра Богача, ННЦ «Інститут біології», Київського національного університету імені Тараса Шевченка, м. Київ, ppelyukh@yandex.ru)

В живих системах відсутні специфічні структури, котрі б могли слугувати рецепторами для іонізуючої радіації. Дія радіаційного фактору на різноманітні клітини та тканини має загальні закономірності. Вона починається з активів іонізації і збудження на атомному рівні, що дає початок розвитку процесів, які можуть проявлятися на вищих рівнях організації: молекулярному (радіоліз молекул води, простих органічних сполук), надмолекулярному (розрив ДНК, окислення ліпідів, інактивація ферментів), клітинному (ураження ядра, мембран), тканинному (спустошення клітинних популяцій, морфологічні пошкодження) на рівні організму [1]. Первинні механізми дії іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти полягають у послідовних фізичних та фізико-хімічних перетвореннях: збудженні первинної і вторинної іонізації молекул та виникненні внаслідок цього вільних радикалів, котрі реагують один з одним та інтактними біомолекулами [2]. Глибокі хімічні порушення, що виникають у клітині за дії іонізуючої радіації, призводить до розвитку біологічних ефектів [3]. Значну увагу в радіобіології привертає стан органів, структур, процесів, що мають вирішальне значення в розвитку радіаційного пошкодження організму. Шлунково-кишковий тракт, а особливо, тонка кишка, яка є зв'язуючою ланкою між організмом і зовнішнім середовищем – один з

найрадіочутливих органів. Вона відіграє роль селективного бар'єру на шляху надходження поживних речовин у кров і лімфу, головна функція якої полягає в розщепленні та всмоктуванні екзогенних харчових субстратів [4]. Зміна морфології тонкого кишечника проявляється в розвитку деструктивних процесів, на фоні яких формуються ділянки некрозів, що викликає суттєві функціональні зміни, та є визначальним при захворюванні на променеву хворобу [5].

На сьогоднішній день відомо, що у формуванні швидкої відповіді клітин при дії екстремальних факторів зовнішнього середовища (в тому числі іонізуючої радіації) бере участь декілька сигнальних систем. До них, в першу чергу, слід віднести системи циклічних нуклеотидів (сAMP і сGMP), іони Ca^{2+} як вторинного посередника, який бере активну участь в комплексі з кальмодуліном в регуляції вивільнення гормонів і нейромедіаторів, процесів росту та проліферації [6]. Ще один шлях передачі зовнішніх сигналів здійснюється безпосередньо через комбінацію дії іонів Ca^{2+} , інозитолтрифосфату, діацилгліцерину, та простагландинів. Цей шлях у науковій літературі, отримав назву фосфатидилінозитальної відповіді – з цією відповіддю тісно пов'язані процеси проліферації клітин, онкоріст і секреція біологічно активних речовин, ферментів, біогенних амінів та інше [7]. Тому на сьогоднішній день значний інтерес викликають роботи, які мають направленість на з'ясування взаємозв'язку та впливу систем вторинних меседжерів у відповідь на зовнішній подразник. Таким подразником може бути гастрит, який бере активну участь в регуляції різних фізіологічних функцій в організмі людини і тварин [8, 9, 10, 11, 12]. В залежності від того чи сульфатирований чи не сульфатирований тирозиновий залишок в положенні 6 молекули гастрину, його ділять на гастрин I і гастрин II. В організмі людини і тварин виділені різні форми гастрину, які відрізняються кількістю амінокислот. Мінігастрин – складається з 13 амінокислотних залишків, малий гастрин - складається з 17 амінокислотних залишків, великий гастрин 1-34, самий великий гастрин і компонента Рефельда. На сьогоднішній день схильні вважати, що існує природний тетрин з послідовністю гастрин та холецистокініна. Окрім цього, у

різних видів тварин можуть бути замінені одна чи дві амінокислоти в структурі молекули. З літературних джерел відомо, що організм проводить збір гастрину по максимальному варіанту, утворюючи молекулу із 34 амінокислот [8, 9, 10, 11]. Клітини, які виробляють гастрин отримали назву G-клітин. Форма G-клітин відрізняється у людини і тварин. Якщо у собаки G-клітин великі, по формі наближаються до трикутної, та розташовані гронами у ділянці шийки антральних залоз, то у людини вони менші за розміром, грушкоподібної форми, та розкидані переважно в шийці або всередині антральної залози. Клітини мають велике ядро, в цитоплазмі розташовані круглі тісні гранули, які містять гормон, приблизно 200-400 нм у діаметрі. Верхній полюс клітини має мікрроворсинки, які мають сполучення з порожнинами залози, що може слугувати як рецептори. Гастринпродукуючі клітини присутні в різних органах травного тракту, але в різних кількостях або тільки при патологічних станах (гастрономах). Сама велика кількість G-клітин знаходиться у слизовій оболонці антрального відділу шлунка. Їх немає в ділянці пілоричного каналу. В 12-палій кишці також багато G-клітин, вміст їх ідентичний гастрину шлункових G-клітин. Хоча поза періодом травлення у 12-палій кишці превалують 34-амінокислотні молекули гастрину, в той час як гастрит антральної ділянки шлунка – це переважно 17-амінокислотна молекула. В людини в дванадцятипалій кишці G-клітин більше, ніж у шлунку, а в собак ці співвідношення протилежні. Для дванадцятипалої кишки встановлено проксимальнодистальний напрямок градієнта розподілу G-клітин в сторону їх зменшення [11, 12]. Вважається, що в цереброспінальній рідині людини знаходиться гастрин 1-34 і гастрин 1-17 в концентраціях 1.5- 8.0 п.моль/г. Сліди гастрину присутні в гіпофізі, ядрах блукаючих нервів. В науковій літературі відмічається, що гастрин може створювати умови для виділення апоморфіна, агоністадопаміна. Зв'язуючі допамінергічний механізм і центральний механізм блювання [8, 9, 10].

Гастрин у фізіологічних дозах стимулює секрецію та виділення пепсина шлунковими залозами, збуджує моторику розслабленого шлунка та дванадцятипалої кишки, скорочує

жовчний міхур, в дозі близькій 6 мкг/кг ваги, викликає гальмування моторики шлунка в хронічному експерименті [10, 11]. Під впливом гастрину відбувається збільшення секреції води і електролітів підшлунковою залозою, печінкою, брунеровими залозами, підсилюється кровотік в слизовій оболонці шлунка, збільшується тиск в стравохідно-шлунковому сфінктері та підсилюється його біоелектрична активність м'язів. Введення шурам пентагастрину – синтетичного аналога гастрину протязі 6 неділей збільшувало вагу підшлункової залози на 35% [10, 11]. Під впливом пентагастрину у шурів відбувалась проліферація клітин дванадцятипалої кишки, фундальної частини шлунка, клітин повздожньої кишки. В той же час в слизовій оболонці антральної частини шлунка проліферація загальмовувалась [13, 14]. Пентагастрин не стимулює силу скорочень шлунка, але збільшує частоту їх скорочень, яка не опосередкована холінергічними нервовими структурами [15, 16]. Вплив гастринів на електричну та скоротливу активність гладеньких м'язів залежить від типу міоцитів і форми гастрину. У зв'язку з цим перед нами постало завдання вивчити вплив пентагастрину на електричну та скоротливу активність гладеньких м'язів повздожнього шару кишечника - taenia coli морської свинки. Так, як це являється актуальним та досить важливим при створенні нових більш локально дієвих фармакологічних препаратів з лікувальною метою та вивчення можливих ефектів побічної їх дії.

Матеріали та методи. В проведених нами наукових експериментальних дослідженнях, вимірювальна система складалася з камери цукрозних проміжків, підсилювачів постійного струму та напруги, осцилографів (візуальний контроль та реєструючий на ультрафіолетовий папір) і електростимуляторів. Камера подвійних цукрозних проміжків, котра застосовувалась в наших наукових дослідження була подібною до камери Бергера і Барра [17, рис.1;2]. Камера подвійних цукрозних проміжків дозволяє одночасно з реєстрацією електричної активності гладеньких м'язів реєструвати також і скоротливу – механічну здатність при допомозі механотрону (механоелектричний перетворювач).

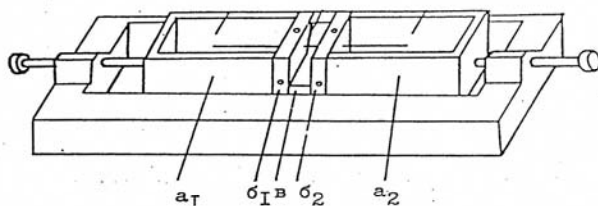


Рис.1 Камера цукрозних проміжків a_1, a_2 – КСІ секції, $б_1, б_2$ – цукрозні секції, в-тест секція.

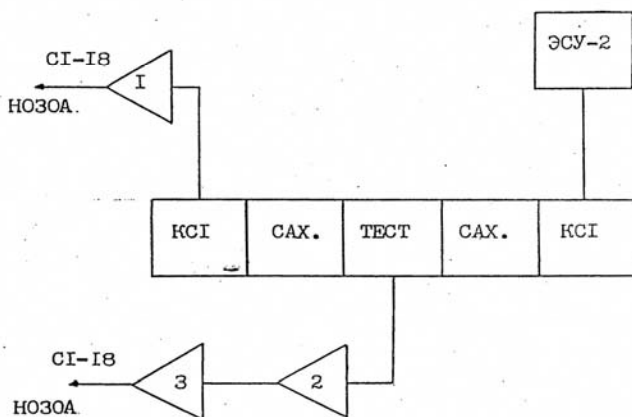


Рис.2 Блок-схема електронної частини установки.

Суть цієї методики полягає в тому, що в одній ділянці тканини деполяризують мембрани збудливих клітин та знижують їх опір при допомозі ізотонічного розчину КСІ майже до нуля, в той час як в іншій ділянці клітини омиваються нормальним розчином Кребса. У розчини хлористого калію і Кребса розміщують відповідні та подразнюючі електроди, а ділянки між ними постійно промиваються ізотонічним розчином сахарози, в результаті чого ці розчини не змішуються.

У секції цукрози розчин цукрози з великим питомим опором заповнює міжклітинний простір та виключає шунтуючу дію електролітів позаклітинної рідини. Це дозволяє реєструвати відносно близькі до істинних величин зміни мембранного потенціалу, величини потенціалів дії та електронічних потенціалів гладеньких, поперечносмугастих м'язів, нервових волокон.

Застосування методики цукрозних проміжків дозволяє відведення та реєстрацію змін електричної активності, а також змін мембранного і електротонічних потенціалів на протязі довготривалого періоду часу. Завдяки цьому в одному досліді ми досліджували вплив на смужки гладеньких м'язів декількох розчинів, що вимагали умови наукових досліджень. Для швидкої заміни розчинів в тестуючій секції використовували багатоходовий кран, котрий складався з двох плексигласових пластин, одна з яких змішувалась відносно іншої. Важливим і досить тонким моментом являється зарядка камери *taenia coli* морської свинки. Для цього при допомозі відсмоктуючих поршнів-шприців розтягували до максимально можливої величини отвори в резинових мембранах цукрозних секцій і тільки після цього при допомозі гнучкого, тоненького дроту, протягували *taenia coli*. Після зарядки препаратів, пропускались розчини KCl, цукрози та нормального розчину Кребса. Для реєстрації м'язових скорочень під смужку м'яза в тест-секції протягували шовкову нитку, котру розтягували за допомогою гвинта. Це дозволяло розтягувати препарат не пошкоджуючи його. Нитка, котра знаходилася під препаратом, прикріплювалась до штоку механотрона 6MX1C при допомозі спеціальної насадки. Механічні скорочення м'язів перетворювались механотроном в електричні сигнали, котрі підсилювались електричним підсилювачем УБП-1-02 та реєструвались шлейфним осцилографом на ультрафіолетовий папір.

У всіх серіях досліджень визначались математичне очікування випадкової величини (середнє арифметичне) –*M*, вибірккову помилку середньої (*m*) амплітуди, швидкості наростання, тривалості потенціалів дії і скорочення м'язів *taenia coli* морської свинки. Оцінку різну між статистичними

показниками електричної і скоротливої активності гладеньких м'язів, котрі знаходились в контрольному та досліджаному розчинах, оцінювали по критерію Стюдента. Статистичні величини розраховувались за спеціальною програмою на пресональній обчислювальній машині. У наших дослідженнях використовували нормальний розчин Кребса такого складу, ммоль/л: NaCl – 120,4; NaH₂PO₄ – 1,2; NaHCO₃– 15,5; KCl– 5,9; CaCl₂–2,5; MgCl₂–1,2; глюкоза–11,5; pH – 7,3±0,1, температура 37±0,5°C. Питомий опір ізотонічного розчину сахарози у всіх дослідах перевищував 10⁵ Ом см². Для приготування розчинів використовували хімічно чисті солі і бідистильовану чи деіонізовану воду. Усі розчини в дослідах аериувались киснем повітря за допомогою мікрокомпресора. Показники pH розчину визначали перед дослідом та після його закінчення за допомогою pH-метра вони дорівнювали 7,3 – 7,4. Тетраетиламоній брали в концентрації 5-10 ммоль/л. Безкальцієвий розчин готували шляхом заміни іонів Ca²⁺ іонами Mg²⁺ та прибавляли 0,5 – 1 ммоль/л ЕГТА чи LaCl₃ для зв'язування залишків позаклітинного кальцію. У гіперкальцієвому розчині NaCl повністю заміщувався хлористим калієм (120 ммоль/л). Розчини котрі вміщували тетраетиламоній, кофеїн, Д-600, ніфедипін готували шляхом заміни NaCl на ізоосмотичну кількість даної речовини.

При інтерпретації експериментальних даних наших наукових досліджень ми використовували данні М.Ф.Шуби про іонні механізми виникнення потенціалів дії в гладеньких м'язах [18].

Результати досліджень та їх обговорення. Гастрин підвищує внутрішньоклітинний вміст кальцію, який виступає вторинним передавачем дії пептидів, у тому числі, трофічної дії, стимулює синтез білка у слизовій оболонці шлунка. Кожен з гастринів шлунка, кишечника та мозку займає своє місце у регуляції секреції шлунка та несе різне функціональне навантаження. Структура різних видів гастринів та їх активного центру – Trp – Met – Asp – Phe – NH₂- відома [19]. Молекула гастрину в безводному середовищі дуже добре приєднує 3 іони Ca²⁺ на 1 моль гастрину. Припускається, що активним центром у молекулі є триптофан (14-а позиція), який

є досить важливим і для приєднання радіоактивної мітки. Фрагмент природного 17-амінокислотного гастрину (пентагастрину) із залишком аланіну, з'єднаного триптофаном набуває фізіологічних властивостей гастрину за характером впливу на парієтальну клітину. Існує декілька рецепторних взаємодій клітини – мішені з гастрином. Але є й інша точка зору, що різні пептиди здатні вступати у зв'язок з одним і тим же місцем на мембрані за принципом конкурентності [20]. Кінцевий результат впливу багатьох природних і фармакологічних речовин залежить, до певної міри, від швидкості їх розпаду [21].

Проведені нами наукові дослідження засвідчили, що пентагастрин в концентраціях $1 \cdot 10^{-9}$ - $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л у нормальному розчині Кребса, починаючи з перших хвилин впливу на спонтанно активні м'язи *taenia coli*, залежить від концентрації цієї речовини в оточуючому розчині, збільшував величину електричної та скоротливої активностей цих м'язів. Вплив пентагастрину на функціональний стан гладком'язових клітин кишечника здійснювався впродовж 30-40 хвилин після чого наставало явище звикання цих м'язів до фармакологічної дії речовини. Електрична та скоротлива активності гладеньких м'язів при відмиванні препаратів нормальним розчином Кребса без пентагастрину, після довготривалої дії (1 год. і більше) в усіх досліджуваних нами концентраціях, швидко і повністю відновлювалась до норми. Явища вивільнення, як це буває після впливу простагландинів, холецистокініну, тироксину ми не спостерігали.

Синтетичний аналог гастрину – пентагастрин у всіх зазначених вище концентраціях за дії на неспонтанноактивні препарати *taenia coli* не викликав появи електричної та скоротливої активностей цих міоцитів так, як це робить холецистокінін, тироксин, субстанція Р та простагландини груп Е та F. Експериментальними дослідженнями встановлено, що пентагастрин у високих концентраціях $1 \cdot 10^{-4}$ - $1 \cdot 10^{-6}$ моль/л здатний викликати незначну 5-7% деполяризацію плазматичних мембран міоцитів кишечника та зменшував їх ан-електротонічні потенціали. За таких умов при дії пентагастрину, збільшувалась амплітуда та тривалість

повільної електричної хвилі, амплітуда та частота пікових потенціалів дії. При цьому максимальна швидкість наростання комплексного потенціалу дії та швидкість наростання і амплітуда та тривалість скорочення гладком'язових препаратів поздовжнього м'яза кишечника морської свинки. Наведені нами результати наших наукових досліджень нашоухують нас на думку про роль іонів K^+ та Ca^{2+} в механізмах іонного впливу пентагаstrину на міоцити поздовжнього шару кишечника. Тому ми вирішили дослідити роль іонів K^+ в ефектах впливу пентагаstrину на міоцити *taenia coli*. В наших дослідженнях встановлено, що блокатор K^+ -іонних каналів тетраетиламмоній у концентраціях 5-10 ммоль/л у нормальному розчині Кребса викликав незначну 2-3% деполяризацію плазматичних мембран міоцитів кишечника та зменшував фізичний ан-електротон цих м'язів, чим спричиняв збільшення амплітуди потенціалів дії та їх скорочення. Додавання у нормальний розчин Кребса, який містив 5-10 ммоль/л тетраетиламмонію, пентагаstrину у концентраціях $1 \cdot 10^{-9}$ - $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л викликало збільшення максимальної швидкості наростання потенціалів дії та швидкості наростання скорочення, при цьому амплітуда повільної хвилі та пікових потенціалів дії значно зростали, швидкість наростання скорочення, амплітуда та тривалість фазного скорочення Tes зростали відповідно до показників електричних реакцій. За таких умов наступала деполяризація мембранного потенціалу та зменшення амплітуди фізичного ан-електротону – як у нормальному розчині Кребса без тетраетиламмонію.

В наступній серії наших досліджень ми використовували оубаїн- блокатор Na^+/K^+ АТФази та натрієвий іонофор моненсин в концентраціях $1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-7}$ моль/л в нормальному розчині Кребса. В нормальному розчині Кребса, який вміщував оубаїн чи моненсин у зазначених концентраціях, пентагаstrин у концентраціях $1 \cdot 10^{-9}$ - $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л викликав збільшення амплітуди та тривалості потенціалів дії та амплітуди і тривалості скоротливої активності міоцитів *taenia coli* морської свинки.

Нітропрусиднатрію – стимулятор синтезу сАМФ в концентраціях $1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-9}$ моль/л в нормальному розчині

Кребса викликав зменшення амплітуди та тривалості потенціалів дії та амплітуди і тривалості скорочення м'язів кишечника. Пентагастрин в розчині Кребса, який містив нітропрусиднатрію збільшував амплітуду і тривалість потенціалів дії та амплітуду і тривалість м'язового скорочення подібно до нормального розчину Кребса без нітропрусиду.

У безкальцієвому розчині Кребса (кальцій в слідових кількостях) та у безкальцієвому розчині Кребса ЕГТК чи LaCl_3 в концентраціях 0,5-1 ммоль/л або Д-600 чи ніфідіпін в концентраціях $1 \cdot 10^{-6}$ моль/л через 10-15хв. їх впливу, пентагастрин в концентраціях $1 \cdot 10^{-4}$ - $1 \cdot 10^{-6}$ моль/л не викликав помітного скорочення м'язів кишечника. У гіперкалієвому (120 ммоль/л) розчині Кребса пентагастрин збільшував амплітуду фазного та тонічного скорочення та амплітуду потенціалів дії міоцитів *taenia coli*, викликаних гіперкалієвою контрактурою.

Висновки. На основі отриманих нами результатів експериментальних досліджень, ми можемо зробити висновок, що пентагастрин в основному відкриває хемочутливі кальцієві канали плазматичних мембран міоцитів кишечника, що спричиняє вхід іонів Ca^{2+} з примембранного позаклітинного кальцієвого пулу (глікокалікс) та позаклітинного простору через ці канали в середину гладкомязових клітин, що призводить до деполяризації та виникнення потенціалів дії і скорочення міоцитів поздовжнього шару кишечника *taenia coli* морської свинки.

Література :

1. Рабухин Ю.С. Низкие уровни ионизирующего излучения и здоровье : системный подход (аналитический обзор) // Мед. Радиобиология и рад. Безопасность – 2000. - №4. – с.5-45.
2. Руднев М.І. Проблеми дії малих рівнів радіації у зв'язку з Чорнобильською катастрофою // Укр. Радіологічний журнал. – 1997. -Т.5.- №1.- С.77-80.
3. Войціцький В.М., Хижняк С.В. Радіаційно-індуктивна модифікація структурного стану плазматичної та мітохондріальної мембран ентероцитів слизової оболонки тонкої кишки. Київ : фітосоціоцентр, 2006. С.6-56.

4. Уголев А.М., Заринов Б.З., Груздков А.А. Мембранное пищеварение и всасывание при физиологических условиях. Пересмотр современных взглядов // Мембранное пищеварение и всасывание – Рига. – 1986. – С.142-144.
5. Тулик Е.С., Костеша Н.Я. Противолучевая активность хитозана, растворенного в экстракте пихты сибирской // Радиационная биология, Радиоэкология, 2004.- Т.44 -вып.5.- с. 563-565.
6. Соболев А.С. Радиационная биохимия циклических нуклеотидов. – 1987.- С.104.
7. Бужурина И.М., Панов М.А. Механизмы формирования клеточного ответа на внешние воздействия ./ Общие проблемы физико-химической биологии : Итоги науки и техники. ВИНТИ СССР.-М. 1986. – С. 185- 205.
8. Физиология пищеварения «Руководство по физиологии», Академия наук СССР. Изд. «Наука» Ленинград 1974, с. 245-263; с.303-440.
9. Физиология эндокринной системы « Руководство по физиологии». Академия наук СССР. Изд. «Наука» Ленинград 1979. С. 219-432.
10. Климов П.К. Пептиды и пищеварительная система.// Ленинград. – Наука -1983.- С. 272
11. Климов П.К., Барашкова Г.М. Физиология желудка. Механизмы регуляции. –Ленинград.,- Наука- 1991- с.256.
12. Громов Л.А. Нейропептиды.// Киев. – изд. Здоров'я.-1992- 248с.
13. Casteleyn P.P., Dubrasquet M., Willems G. Opposite effects of gastrin on cell proliferation in the antrum and other parts of the upper- gastrointestinal tract in the rat. Amer. J. Dig. Dis., 1977. ,V.22, p. 799-804
14. Jensen R.T., Battey J.F., Spindel E.R., Benva R.V. Mammalian bombesin receptors nomenclature, distribution pharmacology and functions in normal and disease states. //Pharmacol. Rev. 2008. Mar. 60(1) 1-42. Epub. 2007. Nov. 30
15. Suzuki T., Aizawa I., Itoh Z., Lobs G.I. Dual motor stimulating of pentagastrin in canine gastric antrum. – Scand. J. Gastroenterol., 1982, vol. 17. Suppl.78., p.233

16. Климов П.К. Физиологическое значение пептидов мозга для деятельности пищеварительной системы. Ленинград. Изд. «Наука» 1986. С.256
17. Berger W., Barr L. Use of rubber to improve sucrose-gap and electrical recording techniques // J. Apple. Physiol. // 1969.- 26. #3, p.378-382
18. Шуба М.Ф. Пути и механизмы трансмембранного входа в гладкомышечные клетки ионов кальция участвующих в активации сокращения // Физиол. Журн. 1981.- 27.- №4 – с.533-541
19. Winsch E. Gastrins-a scaentifik challenge physiologically active substouces endocrine peptide and neurotransmitet. // Biomed. Res. Found. Tokyo. 1984. P.9-18
20. Storr M., Sattler D., Hahn A., Sehusdziarra V., Allescher H.D. Endogenous CCK depresses contractile activity within the ascending myenteric reflex pathway of rat ileum. Neuropharmacology. 2003. Mar. 44(4) p.524-532.
21. Adami M., Frati P., Bertini S., Kulkarni-Nazla A.,Brown D.R., de Caro G., Corruzi G., Soldani G. Gastrie antisecretory role and immunohistochemical localization of cannabinoid receptors in the rat stomach. Br.J.Pharmacol. 2002. Apr. 135 (7) 1598 – 606.

Комп'ютерні онтології як інструмент створення навчального контенту

Стрижак О.Є.

Національний центр Мала академія наук України

Одним з перспективних напрямків подальшого вдосконалювання електронних систем навчання є розробка методологічних, онтологічних і логічних основ конструювання баз знань навчального призначення (БЗНП). До онтологічних аспектів відноситься коло питань, починаючи від сфери застосування й до формального опису компонентів комп'ютерних онтологій предметних дисциплін. Головний вектор досліджень спрямований на формалізацію етапів побудови, структурування й подання знань предметної дисципліни при навчанні і інтегрованого з інформаційним навчальним ресурсом проблемного простору, що дозволяє

отримати ефективне поєднання лекційного й лабораторного матеріалів. У свою чергу, ефективна реалізація зазначених етапів і одержання кінцевого результату (у вигляді, бібліотеки онтологічних баз знань предметних дисциплін) неможлива без проведення системно-онтологічного аналізу заданої сукупності інформаційних навчальних ресурсів.

Освітнянський процес, особливо, якщо його орієнтовано взаємодію з талановитою молоддю залежить від використання інформаційних ресурсів, які відображають сучасні досягнення у науці та техніці. Враховуючи випереджаючі (в порівнянні з іншими джерелами) темпи приросту об'ємів інформації, що міститься в природномовних об'єктах (ПМО), які в основному складають інформаційні ресурси, включаючи мережу Інтернет, актуальність наукових досліджень в області добування знань з ПМО зростає.

Це цілком зрозуміло, тому що знання і складають основу інтелектуальних навчальних ресурсів, що можуть бути використані у навчальній взаємодії з талановитою молоддю. Зокрема, це стосується сфери знання-орієнтованих інформаційних систем обробки текстової інформації. Одним з підкласів таких систем є онтолого-керовані інформаційні системи (ОКІС) обробки знань, що містяться в ПМО, які дозволяють в якості “уявного образу деякої частини реального світу” (сукупності знань про деяку предметну область (ПДО)) використовувати лінгвістичний корпус науково-технічних текстів (ЛКТ), отриманих як із мережі Інтернет, так і з монографій, науково-технічних документів тощо.

В загальному випадку ОКІС обробки знань з ПМО складається з двох інтегрованих ІС: мовно-онтологічної інформаційної системи (МОІС) для “внутрішньомовної” обробки текстової інформації та ОКІС ПДО для “машинної” обробки предметних знань. МОІС обробки текстової інформації на основі мовних знань описана в [1]. Перехід між вказаними “внутрішньомовною” та “машинною” сферами обробки виконується при реалізації відповідного алгоритму, що використовує базу мовних знань (в основі якої лежить мовно-онтологічна картина світу (МОКС)) і базу знань заданої ПДО. Ланцюжок інформаційних технологій “Комп’ютерна

обробка природномовних текстів → Представлення знань → Комп'ютернаобробка знань” являє собою реалізацію базових процедур аналізу, синтезу та розуміння природної мови комп'ютером, які в більш загальному розумінні можна виразити продукційним ланцюжком *вхідне_повідомлення → система_знань → реакція*.

Суть цього ланцюжка визначається міждисциплінарною системною інтеграцією лінгвістичних та предметних знань, що взагалі, представляє нову інформаційну технологію, що знаходиться в стадії становлення та інтенсивного розвитку досліджень. В даній роботі розглядається (в основному) задача побудови природномовних лінгвістичних моделей та створення на їх основі ефективних лінгвістичних процесорів (ЛП). Її вирішення лежить не стільки в області побудови повних описів природної мови, скільки в області концептуального осмислення підходу до побудови лінгвістичної моделі як невід'ємної частини системи всіх учасників обробки текстів. Одним з таких підходів може бути чітке базування моделі на прагматичі системи, що об'єднує усіх її учасників навколо цільової обробки ПМО. Під учасниками обробки ПМО мається на увазі всі ресурси і суб'єкти, що залучаються, включаючи ПМО, що обробляється, користувача, нелінгвістичні блоки ІС, проблемну область, контекст і т.п.

Створення онтологій як явних формальних описів предметних областей, доступних як людині, так і програмному агенту, може забезпечити фіксацію, спільне та повторне використання цих знань та їх трансляцію в специфікації програм.

Досягається за рахунок використання програмами онтологічних знань підвищення вбудованого "інтелекту" інструментальних засобів, призначених для створення інформаційних систем і роботи з їх контентом, може забезпечити вирішення наступних завдань:

1. Істотне зниження вимог до розробника, за рахунок зменшення обсягів як програмістських знань, так і знань про предметну область. Можуть бути розширені як можливості фахівця предметної області, недостатньо обізнаного в програмуванні, так і можливості програміста, не завжди знає

предметну область у потрібному обсязі ("диполь Тиугу"). Зокрема, можна істотно розширити можливості створення прототипів інформаційних систем фахівцями предметних областей.

2. Підвищення рівня мов, що використовуються для адміністрування і роботи зі змістом баз даних і знань, використовуваних інформаційними системами.

Доречне питання: якими повинні бути онтології, що забезпечують опис предметних областей? Сучасні онтології, як правило, зосереджені на концептах-сутності з дуже обмеженою специфікацією. Концепти-зв'язку досить примітивні. Концепти-слоти забезпечують зв'язування сутностей у безліч ієрархій, але, наприклад, не дозволяють відобразити методи концептів, що представляють собою класи об'єктного програмування. В багатьох роботах запропоновано деякі розширення поняття "концепт онтології". Зокрема, запропоновано в описі понять-сутностей виділяти чотири класи атрибутів:

- обов'язкові,
- необов'язкові,
- стану (з переходами між ними),
- ресурси.

У моделях понять-сутностей дозволяються будь-які класифікаційні структури на атрибутах, не виключаючи структури, що відображають можливі способи звуження / узагальнення понять. Виділяється явно клас сутностей-ресурсів, які висловлюються через атрибути інших сутностей, у тому числі і сутностей-ресурсів. Для них визначаються характеристики доступності та, якщо це можливо, закони збереження. Поняття-зв'язку, визначаються зазвичай за допомогою атрибутів, які задають боку зв'язку, і атрибутів, що визначають емерджентні властивості, що з'являються тільки при наявності зв'язку. Пропонується розширити поняття-зв'язкі, допускаючи більше двох і додаючи такі класи атрибутів зв'язків:

- атрибути, що визначають умови задіяння зв'язку, зокрема, пороги чутливості;
- атрибути, що визначають стан зв'язку, його історію.

Для вирішення згаданих вище завдань зниження вимог до розробника та підвищення рівня використовуваних мов залишається додати концепти-сценарії, що дозволяють описувати процедурні знання. Сценарії характеризуються атрибутами стану, атрибутами, що визначають запуск / зупинка / продовження роботи та атрибутами, обумовленими контекстом. Є підстави вважати, що сценарний підхід і використання деяких досить легко реалізуються особливостей природних мов, таких, як синонімія, анафора і катафора, мабуть, дозволять отримати невеликий і досить просто організований фрагмент природної мови, придатний для роботи з інформаційними системами і досить зручний для користувачів, не обізнаних у мовах програмування.

В даний час не існує інструментальних засобів, що дозволяють працювати з онтологіями описаного виду. Крім того, створення таких онтологій вимагатиме набагато більше зусиль, ніж зазвичай. Тому представляє інтерес використання звичайних онтологій (наприклад, OWL) з розширеннями, визначальними, принаймні, деякі з введених додаткових концептів.

Пропонується в якості інструменту використовувати Protégé у варіанті з базою знань, реалізованої у вигляді єдиної таблиці в деякій базі даних. Примітно, що ця таблиця без порушення працездатності Protégé може бути поповнена додатковими стовпцями, значення яких можуть бути використані тільки поза Protégé або ж спеціально розробленими підключаються до Protégé програмними модулями.

Таблиця, що зберігає всі класи, слоти, фацет та примірники бази знань Protégé має схему:

```
<frame:integer, frame_type:smallint, slot:integer, facet:integer, is_template:smallint, value_index:integer, value_type:smallint, slot_or_facet_value:varchar (N), slot_or_facet_value:longvarchar>.
```

Кожен рядок таблиці описує один з фреймів бази знань - клас, слот або фацет. У всіх структурах є слот: NAME, що містить їх назви. Класи мають слоти, що описують ієрархію успадкування. Значення у стовпцях frame_type і value_type кодуються. Зауважимо, що такий варіант таблиці представляє

найпростіший варіант спеціалізованої універсальної схеми даних, не містить обмежень цілісності.

Обмін інформацією між базою даних програми і базою знань Protégé може виконуватися спеціальним модулем, що входить в додаток, що працює з базою даних. Необхідно основну таблицю доповнити двома довідковими таблицями, що містять кодування стовпців `frame_type`, `value_type`, і описати алгоритм заповнення таблиці, який на стороні програми буде імітувати дії Protégé.

Синоніми природної мови задаються множинним атрибутом Protégé, що є атрибутом класу (не шаблону). Концепти-зв'язку і концепти-сценарії кодуються аналогічно концептам-сутностей, але посилання на пов'язані з ними процедурні компоненти, не доступні Protégé, перебувають у додаткових стовпцях таблиці зберігає онтологію. Аналогічним чином організована робота з нестандартними для Protégé атрибутами - необов'язковими, стану і ресурсів.

Без доробок Protégé не дозволяє зберігати і візуалізувати такі мережеві структури, які відіграють визначальну роль у введених розширених онтологіях:

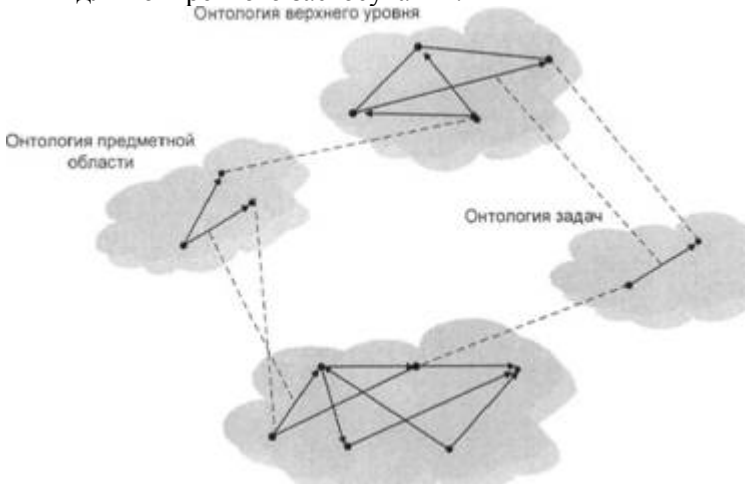
- мережі переходів між станами;
- мережі зв'язків, не утворюють ієрархій зі звичайною для Protégé структурою;
- мережі, що описують сценарії.

У зв'язку з різноманітністю завдань, що вирішуються за допомогою онтологій, їх можна диференціювати за багатьма ознаками. На практиці основними критеріями класифікації є: призначення онтології, виразність онтології, формальність онтології. Далі розглядаються деякі з наведених у літературі класифікацій.

За призначенням, відповідно до класифікації, онтології підрозділяють таким чином:

- Онтології верхнього рівня (*top-level ontology*). Містять описи загальних понять, які не пов'язані з конкретними предметними областями, тобто вони застосовні до будь-якої з них. Такими поняттями можуть бути «час», «простір», «подія», «дія» і т.д.;
- Онтології предметних областей (*domain ontology*). Описують

- термінологію в різних предметних областях;
- Онтології завдань (taskontology). Описують конкретні процеси, характерні для різних предметних областей. Наприклад, «банківська транзакція», «діагностика» і т.д.;
 - Онтології програми (applicationontology). Онтологія програми об'єднує в собі онтологію завдань і онтологію предметної області для того, щоб спеціалізовані поняття з них для конкретного застосування.



Різні автори пропонують різні класифікації онтологій за призначенням, але всі сходяться в одному - в необхідності створення онтологій верхнього рівня. За допомогою них передбачається вирішити проблему визначення відповідності різних онтологій між собою, а, отже, і проблему взаємодії систем, що використовують різні онтології програми. Онтології програми повинні розширювати онтологію верхнього рівня, уточнювати її в рамках конкретної предметної області. В ідеалі, повинна існувати єдина онтологія верхнього рівня, яка б використовувалася всіма інженерами задля створення онтологій додатків. Але в силу складності централізації процесу створення онтології верхнього рівня та існування різних поглядів на цей процес, таких онтологій створено значну кількість. Наприклад, онтологія Джона Сова, що реалізує філософський підхід до виявлення базових категорій буття, або

онтологія WordNet, що відображає лінгвістичний підхід до аналізу категорій навколишньої дійсності.

Наступним критерієм для класифікації онтологій є їх виразність. Виразність онтології визначається ступенем детальності опису, який вводиться в онтології понять. Чим більше обмежень на використання і більше відносин з іншими поняттями містить описання поняття, тим воно детальніше. Пропонується класифікувати онтології за виразністю наступним чином (у порядку зростання виразності):

1) Таксономія. Являє собою безліч понять з заданими медами ставленням «батько-дитина», яка впорядковує поняття в ієрархію - таксономію.

2) Тезаурус. Виразність онтології зростає, якщо до опису понять, організованих у вигляді ієрархії (таксономії), додати додатково взаємозв'язку (відносини) з іншими поняттями. Набір відносин, які вводяться, залежить від розв'язуваної задачі і предметної області. Наприклад, якщо онтологія буде використовуватися для обробки природної мови, то доцільно ввести ставлення синонімії, антонімії і т.п.

3) Мережа понять. У такій онтології перелік можливих відносин не регламентований, можна вводити скільки завгодно відносин, і для цих відносин не регламентується ні область визначення (можливі суб'єкти відносин), ні область значень (можливі об'єкти відносин).

4) Повна онтологія. Для кожного поняття в такій онтології дано визначення в термінах інших понять. Для кожного виду відносин задана область визначення та область значення; також додатково можуть бути задані правила використання відносин. Повна онтологія найбільш точно описує потрібну предметну область і зменшує кількість ненавмисних моделей при формалізації онтології з використанням логічної мови.

Важливо зазначити, що наведені класи виразності онтологій ніяк не відображають форму чи спосіб запису онтології. Вони вказують на те, що міститься в онтології. У свою чергу, ступінь формальності онтології відображає те, як це зміст записується. Деякі джерела пропонують розділити онтології за критерієм формальності на наступні групи (по зростанню формальності):

- неформальні онтології, виражені природною мовою;
- напівформальні онтології спрощеною природною мовою. Вони описуються обмеженою за структурою і словника природною мовою, що значно зменшує багатозначність визначень, які властиві природній мові.
- напівформальні онтології штучною мовою. Для опису онтології використовується штучна, формальна мова, в результаті чого онтологія може використовуватися в роботі програмних систем.
- формальні онтології. Описуються формальною мовою з конкретним синтаксисом і семантикою і володіє властивостями несуперечності і повноти. Як формальний спосіб запису онтології використовується логічні мови - логіка предикатів першого порядку і її підмножини.

Такі характеристики онтології як виразність і формальність є ключовими для вирішення практичних задач. Повні онтології детально описують предметну область завдання, тобто такого опису достатньо для розв'язання прикладної задачі. А формальний спосіб фіксації виявлених знань у вигляді онтології (з використанням спеціальних мов) дозволяє обробляти їх з використанням комп'ютерів

Література

1. Гладун В.П. Процессы формирования новых знаний. - София: СД "Педагог 6", 1994. - 192с.
2. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001. – 384с.
3. Маторин С.И. Системологическое исследование структуры системы категорий. //НТИ. Сер.2. 1997. №3. С3-7.
4. Наталья Ф. Ной и Дэбора Л. Мак Гиннесс. Разработка онтологий 101: руководство по созданию Вашей первой онтологии. –
http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.html.
5. Андрусенко Т.Б., Стрижак А.Е. Тезаурусно-сетевая модель предметной области // Компьютерная технология обучения. — Киев: Наукова думка, 1992. — С. 505 — 508.

6. Овдей О.М., Проскудина Г.Ю. Обзор инструментов инженерии онтологий. – <http://www.w3c.org/TR/1999/REC.html>.
7. Палагин А.В. Организация и функции "языковой" картины мира в смысловой интерпретации ЕЯ - сообщений. //InformationTheoriesandApplication. – 2000. – Vol. 7, №4. С.155-163.
8. Широков В.А. Феноменология лексикографічних систем. – К.: Наукова думка, 2004. – 327с.
9. Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник. – М.: Наука, 1975. – 720с.
10. B. Dobrov, N. Loukachevitch, O. Nevzorova. An Approach to New Ontologies Development: Main Ideas and Simulation Results. – International Journal “Information Theories & Applications”, Vol.10, 1998.
11. Guarino N. Formal Ontology and Information Systems. In N. Guarino (ed.) *Formal Ontology and Information Systems*. Proceedings of FOIS’98, Trento, Italy, 6-8 June, 1998. – pp.3-15.
12. Guarino N. Some Ontological Principles for Disigning Upper Level Lexical Resources. //Proceedings of First International Conference on Language Resources and Evaluation, Granada, Spain, 28-30 May.

**ГІС «Регіон» – інструментальна платформа
для управління сталим розвитком територій**

Комов С.А.

(ПрАТ «ECOMM Со», м.Київ, kotov@ecom.kiev.ua)

ГІС «Регіон» - це міжвідомча система, яка забезпечує достовірними відомостями всіх учасників процесу управління територіальним розвитком регіону, а саме: органів державної влади і місцевого самоуправління, міністерства і відомства, агенції, інвесторів, фізичних і юридичних осіб, проектні, вишукувальні і будівельні підприємства і організації, органи державної статистики, галузеві кадастрові та інші інформаційні служби.

Основними задачами, що вирішує ГІС «Регіон» є:

- забезпечити керівництво Держави, обласну раду, органи місцевого самоврядування узгодженою і достовірною інформацією, яка необхідна для забезпечення сталого розвитку території регіону;
- автоматизація інформаційно-аналітичних, статистичних, моніторингових функцій в інтересах зазначених структур, які безпосередньо зв'язані з тематичними картографічними матеріалами, що характеризують весь природно-територіальний комплекс регіону;
- забезпечити актуальною інформацією керівництво області в режимі реального часу – найсучасне рішення щодо «ситуаційної поінформованості»;
- створенні умов більш ефективного керування всіма ресурсами області, в тому числі з точки зору інвестиційної їх привабливості;
- забезпечення моніторингу та контролю за використанням і охороною земель, розробку проєктів землеустрою та оптимізацію землекористування, інвентаризації земель і ґрунтових обстежень, надання інформації для грошової оцінки земельних ділянок, формування інформаційної інфраструктури ринку землі тощо;
- підтримка прийняття рішень обласними органами влади у сфері забезпечення сталого розвитку регіону;
- підтримка інфраструктури просторових даних регіону;
- багато іншого щодо вирішування задач управління областю.

ГІС «Регіон» являє собою лінійку узгоджених серверних, настільних і WEB компонентів (див. Рис. 1), які можуть утворювати регіональні системи різної конфігурації, функціональної спрямованості та різної вартості, у залежності від набору застосованих компонентів, системних рішень і застосованих технічних засобів.

Компоненти лінійки ГІС «Регіон» побудовані з використанням програмних продуктів і технологій від компанії Esri та проґраних комплексів та рішень вітчизняного виробництва.

Масштабування регіональних систем та збільшення їх функціональних можливостей здійснюється за рахунок

встановлення додаткових чи більш потужних компонентів лінійки ГІС «Регіон».

Серверні компоненти

Геопортал ГІС «Регіон» – це WEB-сайт (внутрішній та зовнішній), доступний всім авторизованим користувачам і створений з використанням засобів ArcGIS Geoportal Server.

Функціонування геопорталу ГІС «Регіон» засноване на використанні метаданих, які зібрані в багаторівневі (тематичні) каталоги метаданих. Метадані утворюються в процесі їх публікації авторами (наприклад, заповнюючи відповідну он-лайн форму) інформаційних ресурсів, доступ до яких має здійснюватися через геопортал. Опубліковані метадані зберігаються у базі метаданих.

ІНФОРМАЦІЙНІ СЕРВІСИ

ГІС «Регіон» реалізує сервісно-орієнтовану модель обробки, згідно до якої сервер надає послуги доступу до даних і їх обробки шляхом використання сервісів, які опубліковані і виконуються на ArcGIS сервері. Ці сервіси доступні як зовнішнім користувачам з використанням засобів геопорталу (у разі публікації відповідних метаданих), так і локальним користувачам ГІС серверу відповідного вузла системи.

ЦЕНТРАЛЬНЕ СХОВИЩЕ ДАНИХ

В сховищі даних ГІС «Регіон» зберігаються базові і тематичні просторові дані, які надійшли від постачальників, або введені користувачами системи у процесі виконання поточних робіт.

Центральним елементом сховища є база метаданих, яка грає роль каталогу даних, що внесені до складу сховища і застосовується для визначення даних, які потребуються для інформаційної підтримки містобудівної діяльності. Пошуковий механізм, що обслуговує базу метаданих сховища, реалізовано засобами Служби каталогів.

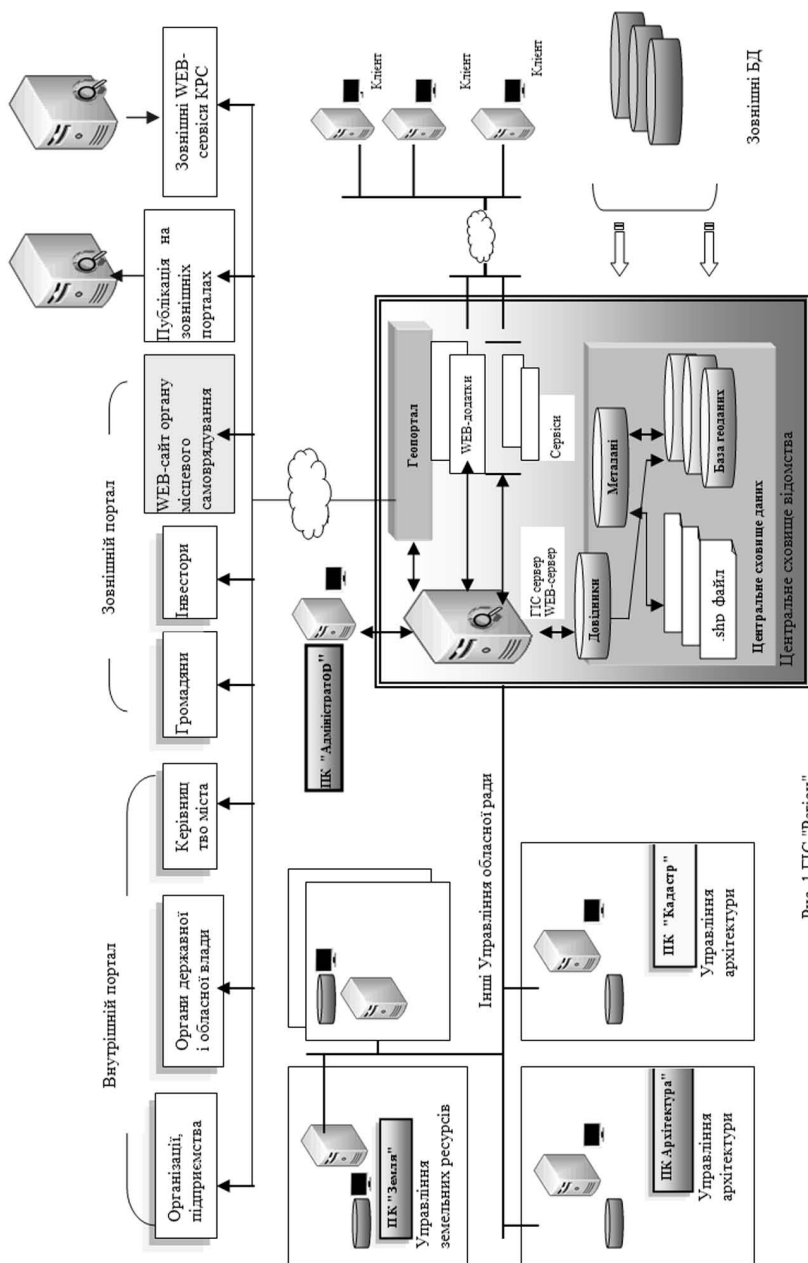


Рис. 1 ГІС "Регіон"

WEB ДОДАТКИ

До складу системи входить комплекс WEB додатків, кожний з яких є орієнтованим на інформаційне забезпечення окремих типів користувачів (наприклад, керівництво області, керівництво відповідних управлінь, керівництво міст, районів тощо) або для забезпечення робіт з відповідними тематичними картами, наприклад, картами ситуаційної поінформованості щодо проектів землеустрою, моніторингу та контролю за використанням і охороною земель, інвестиційної привабливості, зонування території тощо.

Аналітичні інструменти

ГІС «Регіон» надає інструменти ГІС-аналізу території регіону, які призначені для використання у процесі управління територіальним розвитком регіоном і визначення зон інтересів щодо підтримки прийняття управлінських рішень.

Аналітичні інструменти реалізовані як у вигляді настільних моделей, так і у вигляді сервісів, що опубліковані на сервері:

- побудова транспортних коридорів і зон їх впливу;
- аналіз зручності географічного місце розташування;
- аналіз транспортної комунікативності;
- аналіз міжрайонних і локальних систем розселення;
- аналіз зон доступності;
- аналіз інвестиційної привабливості територій;
- тощо.

Загальносистемні компоненти

СЛУЖБА КАТАЛОГІВ

Доступ користувачів до просторових даних у ГІС «Регіон» здійснюється тільки після їх реєстрації. Реєстрація у ГІС «Регіон» здійснюється шляхом формування відповідних метаданих у каталогах системи, а саме у каталозі геопорталу для зовнішніх користувачів і зведеного каталогу ГІС «Регіон». У зведеному каталозі реєструються всі інформаційні ресурси, доступ до яких може бути здійснено локальним користувачем.

Застосування цього механізму знімає з користувача необхідність знання щодо структури збереження даних і

методів їх загрузки і візуалізації (створення шарів з джерел даних).

СЛУЖБА РЕПЛІКАЦІЇ

Служба реплікації бере на себе виконання всіх дій щодо створення версій центральної бази геоданих, відкріпленого редагування (створення локальних реплік) і синхронізації локальних реплік з центральною базою геоданих.

КОМБІНУВАННЯ РЕСУРСІВ (MESHUP ТЕХНОЛОГІЯ)

Програмні засоби ГІС «Регіон» (настільні ПК і WEB засоби) забезпечують підтримку meshup технології, у відповідності до якої забезпечується можливість комбінування локальних даних з WEB шарами (картографічних сервісів) з забезпеченням можливостей їх сумісної обробки та коректності даних без закачування на комп'ютер користувача значних об'ємів інформації.

ПК «АДМІНІСТРАТОР»

ПК «Адміністратор» входить до складу робочого місця адміністратора ГІС «Регіон» і забезпечує виконання таких функцій

- адміністрування сховища даних;
- підтримка функціонування служби каталогів (пошуковий механізму баз метаданих);
- адміністрування політики безпеки;
- підтримка стандартів візуалізації даних (створення об'єктних легенд, утворення легенд шарів і збереження легенд у базі даних, тощо);
- ведення довідників і класифікаторів.

WEB АДМІНІСТРУВАННЯ

Засоби WEB адміністрування ГІС «Регіон»:

- WEB адміністрування ГІС серверу;
- адміністрування геопорталу.

Функціональні підсистеми

Для побудови кожної функціональної підсистеми ГІС «Регіон» надає окрему лінійку узгоджених серверних,

настільних і WEB компонентів, які можуть утворювати функціональні підсистеми системи різної конфігурації, різної функціональної спрямованості і різної вартості, в залежності від набору застосованих компонентів, системних рішень і застосованих технічних засобів.

Всі компоненти лінійки ГІС «Регіон» забезпечують такі можливі варіанти створення (масштабування) функціональних підсистем:

- у складі автономного робочого місця з персональною базою геоданих;
- система з декількох робочих місць, які працюють з єдиною персональною базою геоданих (в цьому випадку забезпечується одне робоче місце редагування);
- автономна система з декількох робочих місць і серверною базою геоданих підсистеми (в цьому випадку до складу компонентів підсистеми входить відповідний ArcGIS сервер);
- підсистема у складі ГІС «Регіон» - підсистема з декількох робочих місць, які взаємодіють з двома серверами: один з базою геоданих підсистеми і другий, що містить центральне сховище даних ГІС «Регіон».

ПІДСИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

Підсистема Управління земельних ресурсів ГІС «Регіон» забезпечує інформаційну підтримку прийняття рішень щодо землевпорядної діяльності:

- створення кадастрової бази даних шляхом первинного обліку земельних ділянок (ЗД) на основі єдиної системи кадастрових номерів та стандартів;
- ведення реєстру земель та надання інформаційно-аналітичних послуг користувачам системи;
- вирішення організаційно-управлінських задач в сфері земельних відносин на основі застосування сучасних технологій та методів прийняття рішень;
- формування інформаційної інфраструктури ринку землі тощо.

ПІДСИСТЕМА УПРАВЛІННЯ АРХІТЕКТУРИ

Підсистема управління архітектури ГІС «Регіон» забезпечує інформаційну підтримку прийняття рішень щодо містобудівної діяльності.

Підсистема автоматизує такі процеси інформаційної підтримки підготовки та прийняття управлінських рішень щодо містобудівної діяльності в підрозділах управлінь архітектури та містобудування:

- створення і ведення реєстру адрес;
- створення і ведення реєстру вулиць;
- створення і ведення реєстру будинків і споруд;
- ведення паспортів містобудівних об'єктів (первинне заповнення, корегування, вилучення);
- пошук об'єктів;
- можливість побудови довільних запитів до бази геоданих;
- підготовка матеріалів для побудови генерального плану;
- підтримка використання генерального плану (пошук, перегляд, просторовий аналіз і т.п.) при виконанні поточних робіт;
- підготовка і друк тематичних карт;
- проведення експертиз планованих ЗД.

ПІДСИСТЕМА СЛУЖБИ МІСТОБУДІВНОГО КАДАСТРУ

Підсистема служби містобудівного кадастру ГІС «Регіон» забезпечує автоматизацію виконання таких основних операцій створення та ведення містобудівного кадастру:

- введення та реєстрації кадастрової інформації;
- первинна обробка, вхідний контроль та систематизацію даних, що отримані від суб'єктів (постачальників даних) містобудівного кадастру, та їх введення у базу геоданих;
- введення, редагування та підтримка бази геопросторових даних об'єктів містобудівного кадастру;
- інформаційний обмін з іншими кадастровими та інформаційними системами;
- захист інформації від несанкціонованого доступу;
- формування кадастрових документів та їх видачу;
- створення та ведення бази метаданих;

- складення аналітичних звітів, формування та виведення вихідних документів;
- забезпечення прямого санкціонованого доступу до кадастрової системи окремих користувачів;
- адміністрування і забезпечення роботи системи.

Функціональні можливості підсистеми служби містобудівного кадастру ГІС «Регіон» забезпечуються програмними додатками ПК «Кадастр», засобами WEB адміністрування, а також WEB Додатками.

ПІДСИСТЕМИ ІНШИХ УПРАВЛІНЬ

В області, в кожному місці є своя специфіка, тому для кожного населеного пункту і, відповідно, для кожного управління та відділу, має бути розроблені відповідні архітектура системи, підсистеми, програмні комплекси, кількість та функціонал котрих повинен відповідати потребам та максимально автоматизувати бізнес-процеси працівників органів влади та інших господарств.

Компоненти політики безпеки

Політика безпеки ГІС «Регіон» передбачає створення двох порталів – внутрішнього та зовнішнього і розмежування прав доступу користувачів до ресурсів на основі профілів. Безпека внутрішнього порталу визначається аутентифікацією і профілями доступу, зовнішній надає публічну інформацію незареєстрованим користувачам.

Створення ГІС МАНУ як невід’ємної складової вдосконалення досліджень учнівської молоді

Комов С.А.

(ПрАТ «ЕКОМ Со», м.Київ, kotov@ecomm.kiev.ua)

У сфері освіти, підготовки та перепідготовки кадрів географічні інформаційні системи (ГІС) допомагають не тільки студентам і школярам, але також викладачам, методистам, науковим співробітникам і адміністраторам.

ГІС дозволяють проводити збір, зберігання, аналіз і картування будь-яких даних про об’єкти і явища на основі їхнього просторового положення.

Ця сучасна комп'ютерна технологія забезпечує інтеграцію баз даних і операцій над ними, таких як просторовий запит і статистичний аналіз, з потужними засобами подання даних, результатів запитів, вибірок і аналітичних розрахунків у наочній легко картографічній формі.

Предметом дослідження в ГІС можуть бути як об'єкти і явища навколишнього миру, так і дані, отримані в результаті спостережень і вимірів у різних наукових областях. Такі дані є також складовою частиною навчальних курсів і практичних занять у школах і вищих навчальних закладах.

Знання - сила. У сучасному житті, чим більша кількість інформації є у вашому розпорядженні, тим простіше буде прийняти обґрунтовані рішення й ефективні дії. Але недостатньо просто нагромадити інформацію, потрібний інструмент, що забезпечує її повноцінне використання. Таким універсальним інструментом і є ГІС-технологія.

Відомо, що лівова частина інформації, з якої ми маємо справу, включає просторовий компонент - будь те дані про населення, економічний розвиток, природні ресурси, керування містами та територіями, надзвичайних ситуаціях, типах лісів або ґрунтів, екологія, виробничу діяльності компаній або інша інформація про об'єкти, явища й події на нашій планеті Земля. ГІС дозволяє одержати найбільшу віддачу від інформації.

ГІС - це значно більше, ніж електронні карти на екрані комп'ютера. Вони забезпечують створення, відображення та спільний аналіз різних типів даних: описових (табличних), векторних, растрових і інших даних. Створені за цими даними карти можна представити в будь-якій стандартній системі координат і перевести їх у будь-яку картографічну проекцію.

Географія є частиною нашого життя. Це те, що нас оточує, це конкретизація всього, із чим ми щодня контактуємо - погода, дороги, магазини, якість води, повітря і ґрунту, економіка та політика розташовуються, відбуваються, просторово прив'язані до конкретного місця або території. Люди часто не замислюються про значення географії тому, що вона постійно навколо них, вона скрізь.

Саме тому, сьогодні ця технологія є одним з найбільш популярних і корисних інструментів у світі, у тому числі в

навчальному процесі та у наукових дослідженнях. ГІС допомагає сформувати в людей новий погляд на світ, що забезпечує його комплексне сприйняття й краще розуміння взаємозв'язків між його складовими. І, що дуже важливо, фахівці в цій області затребувані суспільством. У результаті, курси по вивченню ГІС і пов'язаним з нею технологіям користуються високою популярністю у всіх країнах світу.

ГІС - це не просто ще одна виробнича навичка, це універсальний інструмент дослідника. Функції просторового аналізу застосовується в більш ніж 100 дисциплінах, що охоплюють більшість напрямків наукових і прикладних досліджень. ГІС дозволяє студентам і дослідникам формулювати географічні питання й одержувати на них відповіді шляхом створення й аналізу карт на основі обраних критеріїв. ГІС також є прекрасним засобом презентації результатів проведених досліджень.

Через зростаючу популярність ГІС однієї з найбільш актуальних є завдання розширення числа пропонованих студентам навчальних і практичних курсів, у тому числі спеціалізованих.

У результаті підвищеного інтересу до ГІС, тільки в США зараз більше 50 тис. студентів різної спеціалізації щорічно прослуховують мінімум один курс по основах або прикладних аспектах цієї технології.

Регулярні навчальні заняття по ГІС проводяться приблизно в 1000 вищих навчальних закладів у багатьох країнах, а загальне число університетів і коледжів, у яких застосовується ГІС, близько до 3,5 тисячам. Наприклад, Міністерство освіти і навчання провінції Онтаріо, Канада, надало доступ до ліцензій ArcView (програмний продукт компанії Esri (США)) кожної з 800 середніх шкіл, розташованих у цьому районі.

Крім навчального процесу як такого, ГІС широко використовується в діяльності університетських наукових центрів і лабораторій при виконанні дослідницьких і прикладних проектів, у тому числі міждисциплінарних та міжнародних, де активно застосовуються засоби поширення і взаємного обміну ГІС-даних по локальних і глобальних мережах із застосуванням хмарних обчислювань.

Провідна ГІС технологія від Esri в освіті та в навчальному процесі

Компанія Esri (США) приділяє підвищену увагу популяризації ГІС технології та впровадженню географічного мислення в навчальний процес.

По оцінках аналітиків відомої компанії Даратек (Daratech), програмне забезпечення ESRI займає провідні позиції в сфері освіти.

Десятки тисяч слухачів зі всього світу одержали сертифікати в Навчальному центрі ESRI. Центр дистанційного навчання (<http://campus.Esri.com>) цієї компанії надає біля ста курсів по різних тематиках із прикладами навчальних даних, причому слухачі можуть одержати тимчасову ліцензію на програмні продукти, необхідні для виконання вправ.

Багато університетів використовують ці доступні по Інтернет матеріали як навчальні посібники у своїх прикладних курсах і при заочному навчанні.

Кожен рік компанія Esri організує щорічну конференцію своїх користувачів з навчальних закладів, що традиційно проходить в місті Сан-Дієго штату Каліфорнія у липні місяці, безпосередньо перед Всесвітньою конференцією користувачів Esri.

З величезним успіхом уже протягом декількох років у листопаді проходить Всесвітній День ГІС, найбільш яскрава подія традиційного Тижня географічних знань. Esri є одним з основних спонсорів і організаторів цієї події.

Багатогранною є видавнича діяльність Esri. Компанія проводить величезну роботу з популяризації ГІС, випускаючи книги, брошури і статті по ГІС тематиці.

У відповідності зі стратегією компанії Esri, навчальні заклади та бібліотеки можуть придбати розповсюджені цією компанією програмні продукти за пільговими цінами.

Крім того, Esri і дистриб'ютори цієї компанії реалізують довгострокову програму підтримки навчальних закладів, спрямовану на розвиток ГІС-освіти.

Відповідно до цієї програми навчальні заклади, що організують на своїй базі навчальні класи та ГІС-курси, можуть на конкурсній основі одержати необхідні програмні продукти

сімейства ArcGIS практично безкоштовно (оплачуються тільки витрати за доставку, митне очищення та пільгову вартість навчання роботі з отриманими продуктами в сертифікованих навчальних центрах).

В рамках поетапної реалізації цієї стратегії вже встановлено більше 100 навчальних класів у різних районах Росії та інших країн СНД.

В Україні більше 30 вищих навчальних закладів мають такі ГІС-класи.

ГІС - це не просто одна із сучасних інформаційних технологій. Це прогресивний спосіб мислення, спосіб пізнання навколишнього нас миру, інструмент, що допомагає перебудові нашого світогляду. Цей підхід найбільш плідний, коли він починає прищеплюватися з дитинства й органічно входить у свідомість людей.

ГІС НЦ МАНУ

Тому створення ГІС НЦ МАНУ (ГІС МАНУ) було логічним кроком щодо вдосконалення системи забезпечення учнівської молоді сучасними професійними засобами роботи з просторово-розподіленою інформацією по напрямкам діяльності НЦ МАНУ.

Ця робота по створенню ГІС МАНУ була виконана в рамках науково-дослідницької роботи «Засоби формування просторово-розподілених моделей процесів навчально-дослідницького призначення на основі семантичної мережі описів об'єктів предметних областей, які використовуються при проведенні дослідницької діяльності за програмами МАН».

Геоінформаційна складова, як засіб створення та відображення просторово-розподілених моделей дозволяє визначати окрім тематиці, формування тематичних конспектів, представлення узагальнених понять, автоматично візуалізовувати побудовані просторові моделі даних. Використання вказаного класу систем прискорює процеси адаптування до предметних областей, тематика яких використовується у дослідницької діяльності учнів-членів МАНу.

Головною метою цієї роботи було надання учнівської молоді засобів, що спроможні забезпечити відображення

результатів отриманих досліджень за допомогою просторо-розподілених моделей, які включають до себе семантичні описи процесів, що досліджуються.

ГІС МАНУ була створена як корпоративна розподілена інформаційна система обробки просторових даних з використанням сучасних ГІС технологій і розподілених баз просторових даних (баз геоданих) на базі технології Esri.

Склад базової конфігурації програмного забезпечення ГІС МАНУ:

- ArcGIS Server Advanced Enterprise Lab Kit;
- ArcGIS Image Server Lab Kit;
- ArcInfo Lab Kit Pak (на 31 місце);
- ArcGIS 3D Analyst Lab Kit Pak (на 31 місце);
- ArcGIS Spatial Analyst Lab Kit Pak (на 31 місце);
- ArcGIS Network Analyst Lab Kit Pak (на 31 місце);
- ArcGIS Geostatistical Analyst Lab Kit Pak (на 31 место).

Серверна ГІС дозволяє спільно з іншими користувачами використовувати карти, моделі та інструменти, причому так, що всі ці ГІС ресурси добре вкладаються в звичне і зрозуміле послідовність виконуваних дій того чи іншого користувача організації.

Серверна ГІС доповнює ArcGIS Desktop дозволяючи ГІС аналітикам створювати карти і вирішувати завдання геообробки, використовуючи для цього свої настільні комп'ютери і публікуючи ГІС ресурси на сервері через інтегровані інструменти.

Потім ГІС функції можуть бути зроблені доступними всередині НЦ МАНУ. Серверна ГІС дозволяє ГІС можливостям бути доступними для великого числа користувачів через мережі. Корпоративні ГІС користувачі з'єднуються з центральними ГІС серверами використовуючи традиційні настільні ГІС а також web-браузери, мобільні обчислювальні пристрої та цифрові пристрої. Серверна ГІС Esri є ІТ сумісною та взаємодіє з іншими корпоративними додатками, такими як системи CRM або системи ERP. Вона підтримує стандарти Open Geospatial Consortium, Inc., а також стандарти World Wide Web Consortium (W3C).

Програмне забезпечення ArcGIS Server є основним серверним програмним продуктом Esri. Це закінчене, інтегроване середовище, що обслуговується сервером ГІС, яка має готові програми та служби кінцевого користувача призначені для управління просторовими даними, візуалізації та просторового аналізу.

Таблиця функціональності ГІС-Серверу:

Функціональність	
Керування багатокористувацькими базами геоданих (ArcSDE)	X
Реплікація баз геоданих	X
Картографування	X
Редагування в Веб	X
3D сервіси (глобусні та KML)	X
Геообробка рівня ArcView	X
Геообработка уровня ArcInfo	X
Частичная поддержка дополнительных модулей ArcGIS Server (Data Interoperability, Image, Job Tracking, Network Analyst)	X
Поддержка всех дополнительных модулей ArcGIS Server	X
Web ADF (.NET или Java)	X
Mobile SDK (.NET)**	X
** только на уровне Advanced/Enterprise	
Enterprise JavaBeans	X

Програмне забезпечення ArcGIS Image Server є платформою інтегрованої в ArcGIS Server і призначеною для управління, обробки і розподілу геопросторових зображень. Вона забезпечує швидкий і відкритий доступ до геопросторових зображень і пропонує організаціям зручний і рентабельний спосіб повернення коштів вкладених в растрові дані.

Розширення системи такі, як ArcGIS 3D Analyst, ArcGIS Spatial Analyst, ArcGIS Network Analyst, ArcGIS Geostatistical

Analyst дозволять користувачам широко використовувати можливості аналітичних функцій системи, таких як трьохвимірне моделювання, просторовий аналіз, мережений аналіз та геостатистичний аналіз.

ГІС МАНУ побудована з використанням елементів сервісно-орієнтованої архітектури, відповідно до якої розподілення просторових даних Центральної бази геоданих і ГІС-функціональність надаються користувачам шляхом використання ГІС-сервісів, або іншими шляхами з застосуванням системних рішень технології.

До складу ГІС МАНУ входять такі компоненти:

- центральна база геоданих;
- підсистема адміністрування ГІС МАНУ;
- підсистема ведення бази геоданих;
- підсистема доступу користувачів.

Побудова ГІС МАНУ буде відбуватися з урахуванням наступних загальних вимог :

- дотримання єдності організаційних, технічних та технологічних принципів побудови інформаційних систем;
- дотримання міжнародних та національних стандартів у сфері геоінформаційних систем;
- використання програмного забезпечення геоінформаційних систем провідних світових виробників;
- забезпечення контролю доступу до інформації, що зберігається в ГІС МАНУ на рівні користувачів та ролей;
- можливість неавторизованого доступу до певної (наперед визначеної) інформації;
- можливість обробки запитів;
- можливість створення віддалених автоматизованих робочих місць;
- можливість інтеграції з іншими системами згідно до програм діяльності МАНУ;
- можливість побудови різноманітних звітів;
- можливість подальшого масштабування ГІС МАНУ в процесі експлуатації відповідно до зростання навантаження та нарощування технічних засобів;

- можливість створення WEB-інтерфейсу для обробки запитів до бази геопросторових даних.

ГІС МАНУ буде розгортатися на базі корпоративної мережі МАНУ, що охоплює центральний офіс (м. Київ) та регіональні філії (обласні центри).

Доступ до даних та забезпечення роботи з ними (перегляд, пошук, аналіз тощо) забезпечується через веб-сервіси.

Підсистема ведення бази геоданих буде забезпечувати виконання таких основних завдань :

- централізоване управління геопросторовими даними;
- завантаження картографічної інформації наявних електронних цифрових карт МАНУ для подальшого доступу до неї;
- редагування інформації завантажених електронних цифрових карт МАНУ;
- управління зображеннями;
- просторовий пошук та аналіз даних;
- створення, реагування додаткових тематичних шарів геопросторових даних в інтересах задач та програм МАНУ;
- забезпечення доступу до бази геоданих та візуалізація даних для авторизованих та неавторизованих користувачів з відповідними правами;
- обробка геопросторових запитів (у тому числі Web-запитів) та візуалізація результатів, включаючи геокодування, геометрію, геообробку, глобус тощо;
- друкування електронних цифрових карт;
- забезпечення інтеграції з іншими інформаційними системами МАНУ.

Підсистема доступу користувачів буде забезпечувати :

- доступ АРМ користувачів (робочі місця у навчальному класі) до бази геоданих та візуалізацію результатів;
- формування запитів до бази геоданих;
- друк результатів запитів;
- підготовку звітів.

Підсистема адміністрування буде забезпечувати :

- створення користувачів ГІС та надання їм прав доступу до бази геоданих у тому числі на основі ролей;
- створення ролей прав доступу бази геоданих;

Клієнтська частина ГІС МАНУ буде виконана у графічному інтерфейсі, працювати під управлінням операційної системи Windows XP або вище. Будуть коректно відображатися параметри геооб'єктів українською мовою. Організація інформації на екрані буде психологічно обґрунтованою і мати ергономічно прийнятні характеристики зображення.

Крім оглядової карти України в наявності є 29 векторних цифрових базових карт таких місць України: Бердичів, Бориспіль, Бровари, Горлівка, Дніпродзержинськ, Донецьк, Івано-Франківськ, Іллічівськ, Ірпінь, Кіровоград, Суми, Чернівці, Київ, Кременчук, Кривий Ріг, Луганськ, Луцьк, Макіївка, Маріуполь, Мелітополь, Ужгород, Запоріжжя, Кам'янець-Подільський, Миргород, Миколаїв, Сміла, Тернопіль, Умань, Хмельницький.

Це дає можливість вже зараз почати практичні роботи щодо створення тематичних карт щодо напрямків діяльності НЦ МАНУ та публікувати ці дані на ГІС-Сервері для подальшої роботи з цими даними.

Треба відмітити, що це – лише перший крок до створення великої, повнофункціональної ГІС навчального та дослідницького призначення.

**Фунціонування навчального середовища
«Експериментарій» у контексті формування
інформаційного освітнього середовища
НЦ «Мала академія наук України.**

Чернецький І.С.

*(Національний центр «Мала академія наук України»,
ihorchernetsky@mail.ru)*

Життєздатне освітнє середовище сучасних навчальних закладів проектується з врахуванням фактору відкритості його функціонування по відношенню до змін, що відбуваються в оточуючому освітньому просторі. Збагачення освітнього простору технологічними досягненнями людства обов'язково

має враховуватися при побудові просторово-матеріальної складової будь-якого навчального середовища у якому планується активна взаємодія суб'єктів навчання. Ефективність цієї взаємодії залежить від гармонійного поєднання усіх трьох структурних складових навчального середовища, як то матеріально-просторової, соціально-особистісної та інформаційно-технологічної. Випередження чи відставання будь-якої структурної складової від світових усталених стандартів призводить в образному вислові до «закупорки кровоносної системи» навчального середовища і освітнього середовища в цілому. На етапі формування сучасного освітнього середовища ВНЗ, системи МАНУ, загальноосвітньої школи, позашкільного навчального закладу постає задача у раціональному доборі навчальних середовищ у яких усі структурні складові забезпечуватимуть високу ефективність їх функціонування впродовж тривалого періоду. Насичення матеріально-просторової складової навчальних середовищ сучасними інформаційними, технічними та технологічними засобами навчання є плановою задачею, яку доводиться вирішувати при їх побудові.

Зупинимося детальніше на проектуванні матеріальної складової освітнього середовища Національного центру «Малой академії наук України» в площині організації навчально-дослідницької діяльності її учасників. В освітньому середовищі НЦМАНУ створюється навчальне середовище «Експериментарій» www.manlab.inhost.com.ua. Головна мета його створення – надати технічну можливість для проведення учасниками МАНУ навчальних та наукових досліджень з використанням сучасних технічних засобів і інформаційних технологій. Проект "Експериментарій" - це навчальне середовище, призначене для ознайомлення з методами проведення експериментального дослідження на сучасному технічному обладнанні та використання аналітичного програмного забезпечення для опрацювання його результатів. Проект містить приклади навчально-дослідницьких робіт, класифіковані за галузями природничих наук.

Головна мета проекту - створити умови для оволодіння сучасними методами експериментальних досліджень.

Дослідження проводяться на обладнанні, яке знаходиться в лабораторії МанЛаб www.manlab.inhost.com.ua . За умов наявності аналогічного обладнання у користувача воно може бути повністю відтвореним ним особисто. За умов відсутності необхідного обладнання, у прикладах навчально-дослідницьких робіт присутнє зображення процесу проведення дослідження. Результатом більшості досліджень є файли з результатами у вигляді: файлів вимірювань за допомогою цифрових лабораторій, фотографій або відеозаписів, призначених для аналізу за допомогою спеціального програмного забезпечення. Кожне навчальне дослідження завантажується на комп'ютер користувача у вигляді невеликого модуля, який може працювати як самостійно так і звертаючись до ресурсів розміщених на сайті лабораторії. У лабораторії використовується обладнання яке працює з програмним забезпеченням розробленим корпорацією Fourier - MultiLab, корпорацією Phyuwe - Measure та іншим. Для аналізу фото та відеозаписів досліджень пропонується використовувати спеціалізовану програму Tracker. Перед початком ознайомлення та виконання навчальних досліджень необхідно завантажити та встановити на комп'ютері це програмне забезпечення з сайту лабораторії (розділ "Аналітичний софт") або з сайту розробника. Усе програмне забезпечення доступне для безкоштовного використання. Час від часу відбувається його поновлення на сайті виробника. Для більш ґрунтовного використання програмного забезпечення приводяться детальні його описи у вигляді підручників, доступних для завантаження у розділі "Бібліотека". При виконанні навчального дослідження пропонується, використовуючи файли вимірів опрацювати їх та отриманий результат занести до таблиці результатів. Таблиця генерована у програмі Microsoft Excel. При внесенні необхідних даних прораховується автоматично кінцевий результат та похибки. Вказаний файл може бути використаний дослідником для опрацювання результатів досліджень, виконаних на власному обладнанні. У кожному навчальному дослідженні присутня сторінка з варіантами які пропонуються для продовження дослідження. З метою формування навчальних досліджень у складі МАНу функціонує науковий відділ

створення навчально-тематичних систем знань. У підпорядкуванні відділу знаходиться лабораторний комплекс, який комплектується сучасними технічними засобами навчання, що випускаються світовими брендами. До таких засобів відносяться і сучасні комп'ютерні лабораторії. Аналіз ринку виробників таких засобів дозволив обрати деякі зразки лабораторій, які відповідають викладеним попередньо критеріям. Однією з таких розробок обрано мобільну лабораторію на основі портативного комп'ютера NOVA5000.

Вказана мобільна лабораторія є технологічним і технічним рішенням ізраїльської компанії Fourier. Попереднє впровадження ця лабораторія проходила на території Росії під назвою комп'ютерна лабораторія «Архімед». Мобільна лабораторія NOVA5000 є другою генерацією технологічного рішення компанії з урахуванням недоліків попередньої комплектації. Основу лабораторії складає переносний мобільний комп'ютер з сенсорним екраном, розроблений на основі військового зразка, який застосовується у збройних силах армії Ізраїлю. Його перевага у стійкості до зовнішніх механічних впливів, як то струсів вібрації, тощо. Альтернативним рішенням сьогодні компанія представила невеликий блок реєстратор, який може з'єднуватися з будь-яким комп'ютером через USB інтерфейс.

Випробування мобільної версії комп'ютера NOVA5000 дозволило визначити ряд переваг перед стаціонарними традиційними рішеннями, як то «десктоп» чи «лептоп». Однак є і недоліки, пов'язані з втіленням цього рішення, викликані виробничими особливостями у моделях, представлених на ринку України. В основі роботи комп'ютера знаходиться операційна система Windows CE 5.0. Комп'ютер побудований на процесорі Marvell, ARM920T-PX, оперативна пам'ять 124 Мб, довготривала пам'ять 1 Гб та твердотільній основі. Є можливість під'єднання зовнішніх накопичувачів SD карт, флеш накопичувачів тощо. Комп'ютер має сполучення з мережею Інтернет через Wi-fi та безпосереднє під'єднання до локальної мережі чи напряду до іншого комп'ютера. Ресурс батареї живлення дозволяє проводити реєстрацію протягом 6 годин без підживлення від зовнішнього джерела, що дозволяє

його робити мобільним засобом. Також є відео та аудіо виходи, які дозволяють проектувати екран на інші монітори чи під'єднуватися до проектора.

Програмне забезпечення мобільної версії NOVA5000 об'єднує декілька офісних додатків і найголовнішим елементом є програма MultiLab SE, призначена для роботи з зовнішніми датчиками. Вказане ПЗ розроблене під потребу дослідника у плані представлення інформації із датчиків у вигляді графіків, цифрових табло різного представлення. Реєстратор комп'ютера працює з наперед заданою дискретизацією, що може добиратися експериментатором у відповідності до експерименту, який проводиться. Програма має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, набір інструментів для аналізу отриманих результатів, їх інтерполяції та представлення масиву даних у різному вигляді, у тому числі трансляцію в Microsoft Excel. До позитивних можливостей програми відноситься і можливість аналізу відеозаписів зроблених зовнішніми джерелами інформації. Програма автоматично визначає під'єднані зовнішні датчики, дозволяє провести їх калібрування. Режим реєстрації даних дозволяє проводити виміри як при ручному керуванні реєстратором, так і з великою частотою повторювання. Тривалість процесу вимірювань практично обмеження не має.

Одночасно з портативною версією комп'ютера може працювати до 4 датчиків а з розширеним інтерфейсом до 16. З'єднання датчиків з реєстратором здійснено за допомогою кабелю з особливим роз'ємом, що убезпечує від невірної комунікації. У ході апробації проведено понад 250 експериментів з фізичним обладнанням кабінету фізики загальноосвітнього навчального закладу, яке представлено у переліку типового оснащення кабінету. Апробація проходила з постановкою демонстраційного експерименту, виконання лабораторних робіт та навчально-дослідницьких робіт. За результатами апробації сформовано банк відеозаписів експериментів, який наразі розміщується на сервері підтримки навчальної взаємодії МАНУ www.manlab.inhost.com.ua . Можливості мобільної лабораторії NOVA5000 дозволили отримати нові наглядні демонстраційні експерименти,

вдосконалити традиційні лабораторні роботи та поступово формувати базу навчально-дослідницьких завдань, що виходять за рамки шкільного курсу.

Детальний опис можливостей мобільної лабораторії представлено на сайті виробника <http://fourieredu.com/>.

**Формування віртуального навчально-дослідницького
середовища дистанційної освіти на основі впровадження
ГІС-технологій**

Попова М. А.

*(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору НАН України, pma1701@gmail.com)*

В наш час, в століття глобальної комп'ютеризації та інформатизації, сучасній людині надаються небачені раніше засоби посилення її розумових можливостей, що дозволяють до того ж інтенсифікувати процеси інтелектуального розвитку. Так використання можливостей засобів дистанційного навчання забезпечує: доставку основного обсягу досліджуваного матеріалу тим, хто навчається; інтерактивну взаємодію учнів (студентів), викладачів, експертів та консультантів в процесі навчання; надання учням (студентам) можливості самостійної роботи з освоєння досліджуваного матеріалу. Доцільним є створення віртуального навчально-дослідницького середовища, яке б включало новітні технічні засоби навчання й об'єднувало учнів (студентів) із викладачами та фахівцями для здобуття не лише традиційної освіти, а й поглибленого вивчення окремого кола предметів. Впровадження інноваційних моделей навчання в процес дистанційної освіти дозволить сформувати віртуальне середовище, що узгодить елементи навчального процесу та дозволить підвищити рівень науково-пізнавальної діяльності учнівської молоді.

Здійсненню цієї мети сприятиме використання в процесі дистанційного навчання інноваційних інструментів, заснованих на сучасних інформаційних технологіях і спрямованих на розвиток особистості учня (студента) та його самостійне оволодіння новими знаннями та їх практичне застосування.

Створення віртуального навчально-дослідницького середовища вимагає опису понятійної структури відповідної навчальної дисципліни. Важливо, щоб у процесі навчання можна було вивчати не лише окремий термін (поняття), але й отримувати всі його семантичні зв'язки з іншими поняттями, тим самим осмислюючи його роль у даній системі знань чи в ході розв'язання задачі. Це й зумовлює необхідність використання тезауруса – упорядкованої множини основних термінів-понять даної навчальної дисципліни й характерних для неї семантичних зв'язків між поняттями. Однак тезаурус може виступати не лише засобом організації знань. Розширюючи його традиційні функції, тезаурус можна перетворити на середовище, в якому забезпечується активна робота зі знаннями, а також оригінальним чином вирішуються навчальні завдання [3].

Однією з форм візуального представлення тезаурусу є мережевий граф, вершинами якого виступають терміни (поняття) предметної області навчальної дисципліни, а ребрами (дугами) – семантичні зв'язки між термінами.

Звичайно, використання електронних підручників, матеріалів, записів з Internet, фотографій, схем і графіків дозволило на сучасному рівні вивчити новий матеріал, ненав'язливо вставляючи додаткову інформацію з теми. Але ієрархічна візуалізація інформації допомагає учневі (студентові) забезпечувати можливість прямого доступу до інформації при вершинах. Тобто кожна вершина графу має власну «базу даних», що містить всю інформацію (текст, фото-, відео-, аудіофайли, гіперпосилання), необхідну для ґрунтовного вивчення обраного терміну (поняття), і може поповнюватися доробками учнів (студентів).

Але, припускаючи, що викладач не є основним джерелом знань, а учні (студенти) - не просто пасивні поглиначі інформації, в процесі освіти вони створюють своє власне розуміння предметного змісту навчання, призвело до того, що черговою метою стала необхідність формування в учнів (студентів) навичок аналізу та зручного представлення потрібної інформації. Це досягається шляхом використання ІС-технологій, які сприяють розвитку умінь здійснювати

самостійний пошук інформації, класифікувати її, зіставляти, візуалізувати, що допомагає «перетворювати навчання в радість відкриття», прищеплює навички самоосвіти та саморозвитку в процесі дистанційного отримання знань в навчальному середовищі.

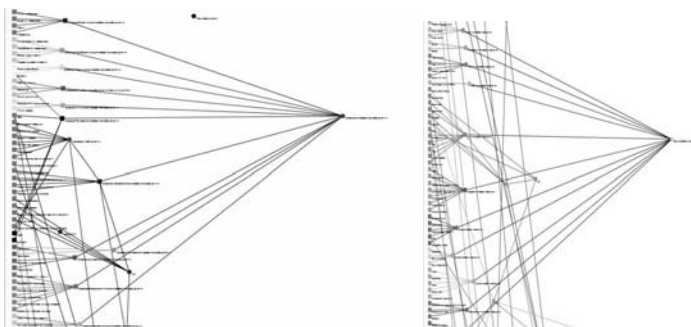


Рис. 1. Фрагменти мережевого графу (вершини – поняття, дуги – семантичні зв'язки між поняттями)

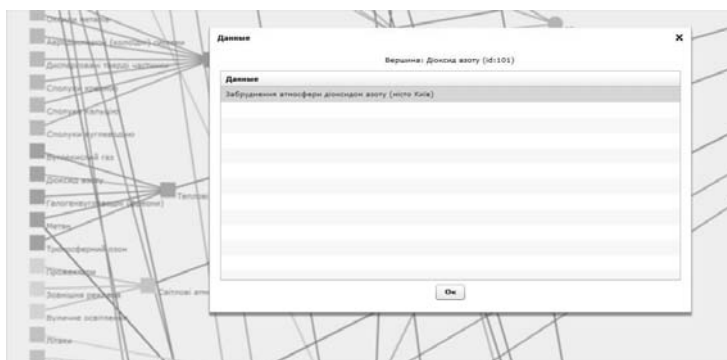


Рис. 2. Фрагмент «бази даних» вершини мережевого графу

З усього різноманіття новітніх інформаційних технологій в освіті географічні інформаційні системи особливо виділяються у зв'язку з їх зростаючою популярністю в практиці вітчизняного і зарубіжного освітнього процесу.

Геоінформаційні системи (ГІС) - це інструменти для обробки просторової інформації, зазвичай явно прив'язаної до

деякої частини земної поверхні і використовувані для управління нею [1].

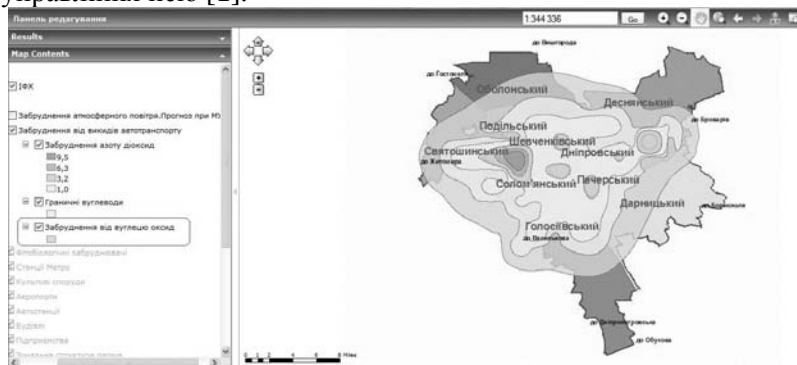


Рис. 3. Додаткова інформація при вершині «Діоксид азоту» мережевого графу предметної області «Забруднення атмосфери» в середовищі ArcGIS

Предметом дослідження в ГІС можуть бути як об'єкти і явища навколишнього світу, так і дані, отримані в результаті спостережень і вимірів у різних галузях науки.

ГІС - це значно більше, ніж просто електронні карти. Вони забезпечують створення, відображення та спільний аналіз різних типів даних: описових (табличних), векторних, растрових та інших даних. Створені за цими даними карти можна представити в будь-якій стандартній системі координат і перевести їх у будь-яку картографічну проекцію.

Географічні інформаційні системи, як один з різновидів картографічних засобів навчання, розглядаються як поліфункціональний і комплексний засіб навчання. Це дозволяє ГІС виконувати наступні функції.

Функція наочності. Сучасній методиці відомі дві основні форми пізнання: чуттєве, в основі якого лежать відчуття, сприйняття і уявлення, а також логічне, що спирається на абстрактне мислення. Обидві ці форми взаємозв'язані і не віддільні одна від одної. Наочність збагачує коло уявлень учнів (студентів), робить навчання більш доступним, розвиває спостережливість, мислення і пізнавальні здібності, допомагає більш глибокому і міцному засвоєнню навчального матеріалу.

Функція забезпечення операційної діяльності. Найбільш яскраво ця функція виявляється в процесі формування практичних умінь і навичок при роботі з ГІС.

Виховна функція. Роботі з ГІС властиві підвищена виразність і емоційність, здатність впливати на почуття учнів (студентів).

Розвиваюча функція. Систематичне, цілеспрямоване використання ГІС сприяє розумовому розвитку учнів (студентів).

Розумовий розвиток учнів (студентів) при систематичній роботі з ГІС передбачає інтерес до досліджуваного об'єкта чи явища, спонукання до його споглядання, навчання прийомам спостереження, аналізу та синтезу спостережуваного, підбиття підсумків.

Інформаційна функція реалізується через систематичну роботу з ГІС. Ті й самі ГІС несуть значне смислове й інформаційне навантаження як будь-який засіб навчання.

Залежно від особливостей організації роботи з ГІС вона може виступати в ролі самостійної або практичної роботи, вправи, виду домашньої роботи. Всі ці ролі підпорядковані спільній меті: формування просторових уявлень і понять про розміщення природних і соціально-економічних об'єктів і явищ.

ГІС відрізняються від інших інформаційних систем тим, що можуть застосовуватися в широкому спектрі навчальних завдань, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ і подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних факторів і причин, а також їх можливих наслідків, з плануванням стратегічних рішень і поточних наслідків дій [2].

Створення карт та географічний аналіз не є чимось абсолютно новим. Однак технологія ГІС надає новий, більш відповідний сучасності, більш ефективний, зручний і швидкий підхід до аналізу подій і явищ, автоматизує процедуру прогнозу.

Перевага геоінформаційної методології полягає в тому, що ГІС дозволяє ідентифікувати, підтримувати і управляти просторовими зв'язками між топологічними об'єктами реального світу, створювати нові об'єкти, зв'язки, ув'язувати нові атрибути.

Отже, використання ГІС-технологій в дистанційній освіті сприяє зміщенню акцентів із пасивних методів навчання, орієнтованих на передачу інформації, до ширшого застосування активних розвиваючих методів аналізу проблем і пошуку рішень, співпраці учнів (студентів) та викладачів, активному впровадженню сучасних інформаційних технологій, розвитку інтегрованого підходу, продуктивному навчанню в практичній діяльності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДеМерс М. Н. Географические информационные системы. Основы / М. Н. ДеМерс; [пер. с англ.]. — М. : Дата+, 1999. — 491 с.
2. Ішук О. О. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС : [навчальний посібник] / О. О. Ішук, М. М. Коржнев, О. Е. Кошляков [за ред. акад. Д.М.Гродзинського]. — К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. — 200 с.
3. Стрижак О. Є. Управління знаннями в навчальному процесі, як системостворюючий фактор підтримки пізнавальної діяльності учнів /О.Є. Стрижак // Світ виховання. —2009, № 4 (35). — С.5–8.

Комп'ютерні лабораторні роботи (віртуальні лабораторні роботи). Демонстрації фізичних явищ та процесів

Січкарь Т.Г.

*(Національний педагогічний університет ім.М.Драгоманова,
кафедра загальної фізики)*

Сьогоднішній вік стане віком переходу суспільства із фази індустріальної до фази інформаційної. Це пов'язане з тим, що комп'ютер змінив нашу повсякденне життя. Ще більші зміни слід чекати у найближчій історичній перспективі дякуючи розповсюдженню цифрових систем зв'язку. Із цього слід, що задачу переорієнтації освіти необхідно розв'язувати в умовах трансформації суспільства із індустріального до інформаційного. Тому, використання сучасних комп'ютерних технологій в навчальному процесі навчального закладу є новим освітнім стандартом. Впровадження в навчальний процес

комп'ютерних навчально-контролюючих засобів, які мають інтерактивні можливості розгалуження процесу пізнання та дають можливість навчаючому включатися безпосередньо в любую тему, найбільш дієвий засіб підвищення ефективності навчання.

Необхідність формування особистості з високим творчим потенціалом, особистості відкритої для рішення різноманітних проблем сучасного життя, здатної знаходити нові нетривіальні рішення, яке володіє сучасними технологіями та активно діє в ситуації великого ступеня невизначеності роблять актуальною проблему розвитку у школярів практичних умінь, дослідницької компетенції і творчості. Успіх цієї роботи можливий тільки за умов створення спеціально організованого інтелектуального інформаційного середовища, що орієнтовано на підтримку сучасних учбово-методичних і психолого-педагогічних технологій. Високі темпи розвитку і нагромадження знань в світовій спільноті ставлять перед сучасною школою безліч проблем. Однією з головних є вимога постійного введення в учбовий процес нових знань, які підтримує покоління має засвоїти.

Для цього в навчальний процес треба впроваджувати нові інструменти, які ґрунтуються на сучасних дистанційних технологіях і які спрямовані на переорієнтацію процесу навчання з чогось на розвиток особистості учня, навчання самостійного оволодіння новими знаннями. Сучасна молода людина об'єктивно змушена бути більш мобільною, інформованою, критично і творчо мислячою, а отже і більш вмотивованою до самонавчання і саморозвитку. Для цього необхідно створити навчально-розвиваюче середовище, в якому учні зможуть вирішувати творчі пізнавальні задачі. Це особливо стосується організації та підтримки навчального процесу загальноосвітньої школи, у якому необхідно запровадити засади компетентнісного підходу, що дозволить надати підтримку навчально-пізнавальній діяльності, а саме: учень називає, наводить приклади, характеризує, визначає, розпізнає, аналізує, порівнює, робить висновки та виконує відповідну наукову роботу під керівництвом педагога та науковця-експерта у певній галузі знань та за рахунок

використання відповідних технічних засобів має можливість об'єднати та узгодити ці елементи навчального процесу.

Сучасні електронні засоби навчання розробляються на основі мультимедіотехнологій та використання баз знань та даних, що дає можливість розробляти та використовувати інтелектуальні програмні засоби, що дозволяє представити предмет, який вивчається, в вигляді послідовної або розгалуженої послідовності динамічних картинок з можливістю переходу в інформаційні блоки, які реалізують те або інші конструкції або процеси та забезпечити розпізнання виникаючих навчальних ситуацій і допомагають учню у ній розібратися, які дозволяють більш об'єктивне оцінювати результати самотестування і тестування та багато іншого.

Комп'ютерні лабораторні роботи (віртуальні лабораторні роботи)

Віртуальні об'єкти

Інтерактивні демонстрації

Демонстрації процесів, зокрема технологічних

Програми-симулятори ситуацій, процесів

Одним з найважливіших видів електронних засобів навчального призначення є так звані *комп'ютерні лабораторні роботи*, або *віртуальні комп'ютерні лабораторії*.

Віртуальні лабораторні роботи можна класифікувати по ряду ознак:

- ☐ середовище розробки, у якій виконані моделі;
- ☐ реалістичність віртуальних лабораторій;
- ☐ спосіб взаємодії з моделлю (характер інтерактивності);
- ☐ очевидність математичної (фізичної, інший) основи моделювання об'єкта або явища;
- ☐ наявність автоматичної перевірки отриманих результатів і ін.

Ці характеристики визначаються багатьма показниками, серед яких як чисто технічні (платформа створюваних курсів, засобу реалізації), так і концептуальними, обумовленими моделями навчання, покладеними в основу створюваних курсів.

У віртуальних лабораторних роботах використовують такі моделі:

- ❑ Якісна – явище або досвід, звичайно складних або нездійсненні в умовах навчального закладу, послідовно відтворюється на екрані при керуванні користувачем (від анімації або відео відрізняється використанням елементів керування, що наближає до інтерактивного відео).
- ❑ Напівкількісна – у віртуальній лабораторії моделюється досвід, і зміна окремих характеристик (наприклад, положення повзунка реостата в електричному ланцюзі) викликає зміни в роботі установки, схеми, пристрою (до цього типу відносяться також імітаційні стенди, на яких потрібно попередньо «зібрати» установку або схему).
- ❑ Кількісна (параметрична) – у моделі чисельно задані параметри змінюють залежні від них характеристики або моделюють явища (уведення значень швидкості і напрямки руху тіла дозволяє одержати графіка з траєкторією і поруч розрахованих характеристик).

Ґрунтуючись на проведеному аналізі існуючих програм можна виділити окремі види комп'ютерних лабораторій і близьких до них програм. Поділ на види зроблено, виходячи з можливостей, наданих програмою. Було виділено чотири види програм, між якими існують якісні розходження.

1. Інтерактивні демонстрації. В більшості випадків демонстраційні програми не є комп'ютерними лабораторіями, тому що не містять досить елементів інтерактивності, але можуть успішно виконувати функції по показі проведення експериментів. Найчастіше такі програми є частиною електронних підручників як допоміжний засіб для сприйняття навчального матеріалу.

2. Прості моделі. Найчастіше зустрічається саме такий вид. Проста модель являє собою, як правило, модель однієї лабораторної роботи. Об'єднані по деякій ознаці, прості моделі являють собою набір лабораторних робіт, що є повноцінною віртуальною комп'ютерною лабораторією. Поширеність такого виду лабораторій ґрунтована відносно простотою їхнього створення, тому що розглядається один нескладний процес, що описується однієї або двома математичними формулами, а різні лабораторні роботи можуть створюватися незалежно різними програмістами. Можна рекомендувати такий підхід для

створення невеликих курсів лабораторних робіт, коли не є доцільною розробка універсальної системи. При цьому варто враховувати, що мінусами підходу є:

- ☐ складність розширення: для додавання в курс нової лабораторної роботи необхідно залучати програміста, створювати нову модель практично з нуля;
- ☐ неможливість комбінування моделей: дві моделі з різних лабораторних робіт є цілком незалежними і не можуть взаємодіяти, описуючи нове явище;
- ☐ програми цього виду, як правило, не дають тому, якого навчають, повної волі дій.
- ☐ Прикладами віртуальних комп'ютерних лабораторій цього виду є:
- ☐ Віртуальна лабораторія із загальної фізики (<http://ido.tsu.ru/russian/course.phtml?c=13&n=1>)
- ☐ Комп'ютерний лабораторний практикум по фізиці (<http://www.bitpro.ru/ITO/2001/ito/II/1/II-1-36.html>)

У силу своєї простоти окремі приклади лабораторних робіт цього виду зустрічаються навіть на сторінках Інтернет, реалізовані мовою Java, наприклад:

- ☐ Віртуальний осцилограф для спостереження фігур Лиссажу (<http://physfac.bspu.secna.ru/labs/virtual>)
- ☐ Комп'ютерні ілюстрації до законів руху (http://www.ifmo.ru/butikov/Projects/Laws_of_motion.html)

3. Універсальні лабораторії для класу явищ.

Універсальні комп'ютерні лабораторії є складними моделюючими системами, в основі функціонування яких лежить потужний математичний апарат. Універсальність таких систем забезпечується системним підходом до моделювання і розробки моделей. Такі віртуальні комп'ютерні лабораторії можуть бути близькі по своїх можливостях до програм, використовуваним для реальних наукових або виробничих розрахунків. Особливістю універсальних лабораторій є яскраво виражений компонентний підхід. Складність і можливості таких лабораторій можуть варіюватися в широких межах, що дозволяє створювати нескладні версії таких лабораторій силами одного програміста. Прикладом відносно простої лабораторії, призначеної для використання винятково в освітніх цілях, є:

- ❑ ChemLabfor Windows від ModelScienceSoftware (<http://modelscience.com>)
- ❑ Жива Фізика (<http://www.int-edu.ru/soft/>)
- ❑ CrocodileChemistry від CrocodileClipsLtd (<http://www.crocodile-clips.com/chem.htm>)

Як правило, буває досить охопити в одній лабораторії лише один клас явищ, наприклад: оптикові, електричні ланцюги, закони руху, хімічні процеси. Перевагами універсальних комп'ютерних лабораторій є:

простота масштабування: до складу універсальних лабораторій входять засоби по додаванню нових компонентів;

можливість об'єднання компонентів для побудови великої кількості моделей різних експериментів.

4. Універсальні лабораторії. Дійсно універсальними є комп'ютерні лабораторії, у можливості яких закладене використання в одному експерименті явищ різної природи. Прикладами лабораторій цього виду є:

- ❑ CrocodilePhysics від CrocodileClipsLtd (<http://www.crocodile-clips.com/phys.htm>);
- ❑ ElectronicsWorkbench (<http://www.interactiv.com>);
- ❑ Система моделювання MAPC (ТУСУР) (<http://toe.tusur.ru/index.php?id=8>).

Розробка універсальних лабораторій ведеться групами досвідчених програмістів, часто як побічний або спробний продукт при створенні моделюючої системи наукового або виробничого призначення. Можна сподіватися, що приведена класифікація і приклади програм допоможуть розроблювачам віртуальних комп'ютерних лабораторій у виборі виду реалізації програми.

Знайомство з науково-методичною літературою показує, що в більшості комп'ютерних практикумів використовуються пояснювально-deskриптивні, тобто пояснювально-описові моделі, орієнтовані на «розкриття фізичного змісту досліджуваних явищ». Метою експерименту ставиться підтвердження теорії досліджуваного явища або ефекту, його ілюстрація у формі функціональних залежностей одних величин від інших, у виді модифікації геометрії досліджуваного об'єкта або інших змін характеристик, що спостерігаються

візуально, явища (поля інтерференції і т.п.). Таке пояснювально-ілюстративне розуміння ролі комп'ютерних практикумів і електронних віртуальних лабораторних робіт суперечить із пріоритетами сучасного освітнього процесу і вимагає інноваційного освітнього компонента процесного характеру.

Виходячи із вищесказаного, інноваційною метою лабораторно-практичних занять з використанням електронних засобів навчального призначення, що використовують математичні моделі і віртуальні прилади, мають стати учбово-імітаційне моделювання професійно орієнтованої пошукової діяльності по одержанню нового (для того, якого навчають,) знання (як особисто опосередкованої і закріпленої інформації). При такому підході моделювання того або іншого явища фізики (хімії, біології, екології і т.д.) стає одночасно засобом освоєння методології наукового пошуку, інваріантного до змісту предметних областей комп'ютерного аналізу й імітації. Сказане означає необхідність перегляду методики виконання навчальних завдань, необхідності переходу від ілюстративно-пояснювальної функції до інструментально-діяльної і пошукової методики, що сприяє розвитку критичного мислення, виробленню навичок і умінь практичного використання отримуваної інформації. При конструюванні практикумів віртуальних лабораторних робіт, паралельно зі створенням або адаптацією спеціалізованого програмного забезпечення, необхідно розробляти таку схему постановки навчальних завдань, що була б цілісною системою послідовних етапів спостереження явища, виробництва контрольованих впливів і вимірів відповідних результатів експерименту, використання їх для прогнозу можливих додатків або практичного застосування.

Аналіз стану розвитку віртуальних лабораторних робіт дає змогу зробити такі висновки:

- 1) Навіть самі зроблені мультимедійні віртуальні моделі залишаються не більш ніж барвистими ілюстраціями при відсутності інноваційного методологічного компонента у використанні електронних засобів навчального призначення.

2) Практикуми математичного моделювання і віртуальних лабораторних робіт повинні бути орієнтовані не тільки на з'ясування фізичного (хімічного, біологічного і т.д.) змісту досліджуваного об'єкта або явища, але так само, в однаковій мірі, повинні містити умови формування методологічної компетенції осіб, що навчаються.

3) Єдність цілей моделювання природних або техногенних процесів і професійно-орієнтованої дослідницької діяльності забезпечить синхронний розвиток продуктивних і процесних інновацій у сучасній освіті.

Щоб максимально використати можливості комп'ютерних технологій в основу побудови лабораторних робіт має бути покладений принцип віртуальної реальності, у відповідність з яким об'єкти, що використовуються у лабораторних роботах імітують свої реальні прототипи, як по зовнішньому вигляді, так і по способі роботи з ними.

Багато розробників віртуальних лабораторій як технологічну основу реалізації обирають мову гіпертекстової розмітки документів HTML з вбудованими в нього інтерактивними елементами, написаними на мові Java (так звані Java-аплети). Об'єкти віртуальних лабораторних робіт створюються з використанням бібліотеки тривимірної графіки OPENGL.

Робота над створенням віртуального лабораторного практикуму здійснюється колективом, до складу якого мають входити викладач-методист з вибраної дисципліни, що здійснює постановку задачі моделювання лабораторної установки і сценарії її реалізації, підготовку теоретичного матеріалу, завдань і контрольних питань; програміст, що розробляє програму (Java-аплет), яка моделює реальну лабораторну установку і художник-дизайнер, що розробляє ілюстративний матеріал і створює остаточний дизайн лабораторної у форматі HTML.

Технологія проектування і побудови віртуальної лабораторної роботи складається з наступних етапів:

1. Постановка задачі. Тут визначаються мета лабораторної роботи, знання, уміння і навички, що учені повинні придбати в процесі її виконання.

2. Розробка сценарію, що реалізує процес виконання лабораторної роботи.

3. Розробка теоретичного опису явища, що досліджується в процесі виконання лабораторної роботи.

4. Розробка завдань, що виконуються в процесі проведення лабораторної роботи.

5. Розробка технічного завдання на програму, що реалізує віртуальну лабораторну установку.

6. Розробка моделей і алгоритмів, що описують досліджуване явище.

7. Розробка алгоритму поводження учня при роботі з віртуальною лабораторною установкою в процесі виконання завдань.

8. Розробка дизайну віртуальної лабораторної установки.

9. Програмування розроблених алгоритмів.

10. Налаштування розроблених програм.

11. Альфа-тестування розроблених програм.

12. Бета-тестування розроблених програм викладачем-методистом.

13. Коригування програмного забезпечення за результатами бета-тестування.

14. Розробка графічних ілюстративних матеріалів.

15. Розробка дизайну лабораторної роботи.

16. Розробка моделі опису віртуальної лабораторної роботи у виді семантичного дерева з обліком зовнішніх і внутрішніх гіперзв'язків.

17. Збірка лабораторної роботи відповідно до моделі.

18. Оптимізація HTML коду.

19. Тестування лабораторної роботи і доробка за результатами тестування.

20. Розробка документації.

21. Експериментальна експлуатація і доробка лабораторної роботи.

Як приклад, на рис. 1 наведений програмний комплекс, який дає змогу в інтерактивному режимі виконувати лабораторну роботу на віртуальному стенді. Комп'ютерні моделі приладів, використовуваних у таких роботах, мають зовнішній вигляд реальних приладів і адекватно моделюють усі

внутрішні процеси, що протікають у них. Застосування таких віртуальних стендів дозволило цілком автоматизувати виконання лабораторних робіт (робити контроль початкових знань учня за допомогою інтерактивного тесту; визначити теоретичний матеріал, що вимагає повторного вивчення; виконувати лабораторну роботу, контролюючи правильність отриманих досвідченим шляхом даних і результатів обчислень; виставляти оцінки результатів навчання за допомогою заключних тестів і т.п.).

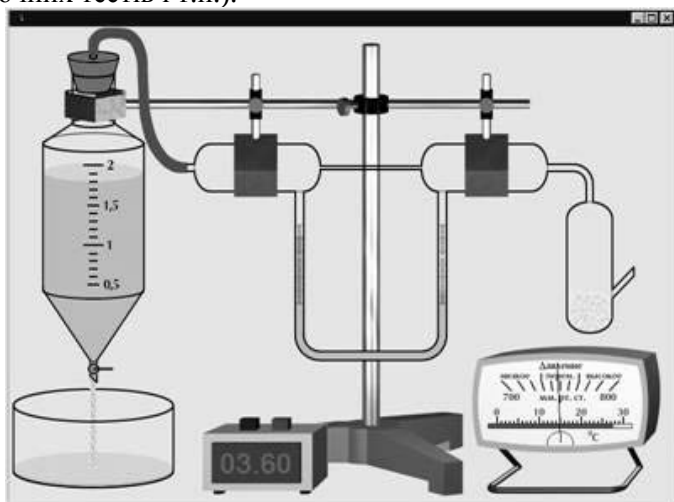


Рис. 1. Лабораторна робота «Визначення коефіцієнта динамічної в'язкості повітря методом Пуазейля»

У процесі розробки віртуальних лабораторних робіт виникає проблема, що полягає в тім, що створення кожного нового віртуального об'єкта приходилося починати заново, тобто «з нуля», задаючи алгоритм поведінки приладів і їхню взаємодія один з одним. Застосування такого підходу неефективно і потребує значних трудових затрат, тому що в різних лабораторних роботах часто використовуються ті самі прилади, і не має ніякого змісту щораз розробляти алгоритм їхнього функціонування. Крім того, при створенні таких програм крім знань кваліфікованого програміста, необхідний досвід викладання конкретного предмета, для якого розробляється додаток, тому приходилося кооперувати дії

викладача з діями програмістів. Також щораз виникає необхідність обробки теоретичного матеріалу для розміщення його на web-сервері, підготовки контрольних питань для допуску до роботи.

Для рішення цієї проблеми доцільно створити набір віртуальних лабораторних приладів (наприклад, для лабораторії з електротехніки: амперметри, вольтметри, реостати, вимикачі і т.д.), які зберігаються в банку віртуального лабораторного устаткування. З цих віртуальних приладів збирається лабораторна установка і за допомогою математичних формул визначає взаємодії і функціонування всієї установки. Можливе застосування різних математичних операцій і функцій, а також реакція на визначені дії користувача. Використання такого підходу дозволить звести до мінімуму ручне програмування, підвищити швидкість створення і зміни віртуальних лабораторних робіт, поліпшити наочність і простоту процесу розробки.

Далі за допомогою системи створення супровідних матеріалів обробляється теоретичний матеріал, необхідний для виконання лабораторної роботи, визначаються параметри контролю правильності виконання лабораторної роботи, а також створюються питання допуску і контрольні питання. У результаті, генерується HTML-сторінка, готова для розміщення на web-сервері.

ЗМІСТ

Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря

Довгий С.О., Трофимчук О.М., Красовський Г.Я., Радчук В.В...... 5

Космічні дослідження в завданнях інформаційної підтримки рішень з питань управління охороною довкілля, раціональним природокористуванням, заходами по попередженню і ліквідації надзвичайних ситуацій

Трофимчук О.М...... 24

Особенности сжатия спектрограмм

*Лукин В.В., Земляченко А.Н., Зеленский А.А., Попов М.А., Станкевич
С.А., Ковальчук С.П.*..... 38

Аналіз екологічних і природно-техногенних загроз безпеці Автономної Республіки Крим

Качинський А.Б., Іванюта С.П...... 45

Технологія автоматизації обміну атрибутивною та геопросторовою інформацією для взаємодії басейнових та обласних управлінь Держводагентства під час управління водними ресурсами

Мокін В.Б., Кульомін Д.Ю...... 58

К вопросу утилизации отходов бурения нефтяных скважин

Баймагамбетов Б.К., Жубаназарова Ж.Т...... 65

Система моніторингу навколишнього природного середовища

Греков Л.Д., Верюжський Г.Ю., Кузьмін А.Д., Петров О.А. 68

Побудова регіональна система моніторингу земель сільськогосподарського призначення та агроресурсів на базі методів дистанційного зондування та геоінформаційних технологій «Система Агромоніторинг»

Греков Л.Д., Верюжський Г.Ю., Кузьмін А.Д., Петров О.А. 72

Видеотренажерный комплекс для устранения последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды

Михайлюк М.В...... 75

Особливості динаміки природоохоронних витрат та інвестицій у останні 50 років

В.О. Трофимчук, О.Г. Рогожин, Є.В. Хлобистов..... 81

Метод декомпозиції синтезу конфігурацій надійних трубопровідних систем	
<i>Савенков О.І., Заводник В.В., Батрак О.Ю.</i>	87
Дослідження релаксації, післядії і поглинання в електричних полях	
<i>Бицань Є.М.</i>	90
Применение данных КА «Січ-2» при мониторинге ландшафтно-функциональных зон урбанизованных территорий Украины.	
<i>Филиппович В.Е., Мычак А.Г.</i>	94
Дистанційний моніторинг кризових явищ. Посуха 2012 року в Україні	
<i>Льєнко Т.В.</i>	105
Линейная аппроксимация компланарных векторов в задачах дистанционного зондирования Земли	
<i>Ковальчук С.П.</i>	113
Технології розробки ЦМР за даними ДЗЗ з використанням векторної комп'ютерної графіки	
<i>Андрєєв С. М., Жилін В. А., Радчук В.В., Радчук І.В.</i>	118
Особливості спільного використання даних NOAA (AVHRR) та Січ-2 для моніторингу пожеж.	
<i>Вишняков В.Ю., Ткачук П.А.</i>	127
Космічний моніторинг екологічного стану озера Нобель	
<i>Радчук І.В., Клименко В.І., Крета Д.Л., Новохацька Н.А., Охарєв В.О., Вишняков В.Ю.</i>	133
Використання ГІС для інформаційного забезпечення моніторингу геохімічного стану ландшафтів	
<i>Люта Н.Г., Саніна І.В.</i>	138
Оцінка загроз екологічній безпеці головних життєзабезпечуючих систем з використанням геоінформаційних технологій	
<i>Іванюта С.П.</i>	142
Оцінка забруднення земель вздовж автомобільних доріг	
<i>Клименко В. І.</i>	149
Про розробку гео-інформаційної складової для системи підтримки прийняття рішень в сфері поводження з відходами	
<i>Бірюков Д.С., Махно М.Ф.</i>	154

Досвід використання методів фіторе mediaції при рекультивації полігонів твердих побутових та промислових відходів (ПТПВ) <i>Гнутов В.О., Захарченко М.А., Мельнік Л.В., Рижкова М.М.</i>	157
Ефективні технології поводження з твердими побутовими відходами <i>Новохацька Н. А.</i>	163
Використання матеріалів космічного знімання при моніторингу торф'яно-болотних систем (на прикладі Київщини). <i>Пазинич Н.В.</i>	167
Зміни підземного стоку в річкових басейнах в умовах підтоплення територій <i>Березницька Ю.О., Волошкіна О.С., Яковлев Є.О.</i>	173
Деякі аспекти оцінки оцінки стану підземних вод <i>Саніна І. В, Люта Н. Г.</i>	178
Цифрова модель рельєфу річкових долин Дністровського каньйону та її представлення в ГІС <i>Триснюк В.М., Шумейко В.О.</i>	182
Формирование качества водных объектов с учетом влияния стока с сельхозугодий <i>А. И. Юрченко</i>	190
Інформатизація лісової галузі: розробка та впровадження Державної інформаційної системи „Ліси України” <i>В.В. Богомолів, А.В. Полупан, Т.А. Кочнева, Л.В. Алексєєва, О.В. Остапчик, О.О. Куценко, О.І. Борисенко</i>	196
Науково-методичне підґрунття для ефективного використання ДДЗ <i>Буравльов Є.П.</i>	206
Екологічна складова інформаційної політики в державі <i>Вергун О.М.</i>	217
Філософські аспекти взаємовідносин людини і природи в умовах глобальної екологічної кризи <i>Губернюк Л.В.</i>	219
Веб-сайти нафто- та газовидобувних компаній як засоби отримання екологічної інформації <i>Клочко Т.О., Журавель М.Ю., Яременко В.В.</i>	230
Ризик-менеджмент <i>Буравльов Є.П., Зотова Л.В.</i>	233

Способ ранжирования товаров, повышающий конверсию и доход с заказа в интернет-магазине <i>В. Л. Флакс</i>	247
Современная лазерная аппаратура для комплексных геофизических наблюдений <i>Петров В.В., Брицкий А.И., Щербина С.В.</i>	253
Багатоканальна система моніторингу навколишнього середовища <i>О.В.Луцевський, В.М.Соловійов, О.В.Кисіль, В.П.Данько</i>	259
Методи зменшення похибки вимірювання, викликані кросс-чутливістю електрохімічних сенсорів газів <i>О.В.Луцевський, В.М.Соловійов, О.В.Кисіль, І.С.Крук</i>	264
О теоретико-игровом подходе к формированию стратегий устойчивого развития <i>Полумиенко С.К., Рыбаков Л.А.</i>	268
Обчислювальні технології моделювання фізичних та геодинамічних процесів <i>С.О.Довгий, В.І.Гаркуша, О.Г.Лебідь, І.М.Литвин, Д.І.Черній</i>	274
Геодинамічні умови як основний фактор функціонального зонування населених місць. <i>Демчишин М. Г., Кріль Т.В.</i>	281
Еколого-геологічні та геодинамічні проблемні аспекти видобутку сланцевого газу в Україні <i>Яковлев Є.О, Якушенко Л.М.</i>	288
Прогнозування зсувної небезпеки в умовах підтоплення земель та сейсмічної активності на прикладі Одеської області <i>Глебчук Г.С.</i>	292
Анализ дешифровочных признаков обломочных пород Харьковской области <i>Горелик С.И.</i>	302
Геоекологічний стан територій вироблених кар'єрів будматеріалів на основі аерокосмічної інформації (на прикладі Сирецької балки в м. Київ). <i>Ліщенко Л.П., Терemenko О.М., Мичак А.Г.</i>	307
Зсувні процеси на території України <i>Олінович А.С.</i>	313

Речовини, які викликають фізичну та психічну залежність людського організму <i>Мельничук С.Д., Войціцький В.М., Хижняк С.В., Морозова В.С., Кисіль О.О.</i>	316
Особливості функціонування мітохондрій гепатоцитів і кардіоміоцитів щурів за штучного гіпобіозу <i>С.Д. Мельничук, С.В. Хижняк, В.С. Морозова, Л.В.Бабиц, В.М. Войціцький</i>	327
Біобезпека. Дезінфектологічні аспекти проблеми <i>Таран В.В.</i>	340
Дослідження ефективності використання БАД FLP-MD за дії на організм іонізуючої радіації методом головних компонент <i>Грищенко В.А., Томчук В.А., Кисіль О.В., Данько В.П., Соловійов В.М.</i>	343
Виділення із біоценозу Вінницької області фагів <i>Pseudomonas Syringae</i> Pv. <i>Atrofaciens</i> різних морфотипів <i>Боровська Н., Семчук Л.¹, Ромашев С.</i>	351
«Фибробласт-подобные клетки»-их роль в регуляции моторной функции желудочно-кишечного тракта. <i>В.Б. Студницький, П.Ф. Пелюх</i>	354
Класифікація вірусів рослин : принципи та сучасні аспекти <i>Постоєнко О.</i>	363
Зміни, що забезпечують здатність фагів <i>Pseudomonas Fluorescens</i> інфікувати резистентні мутанти хазяїна, відбуваються лише у певних ділянках їх геному <i>Семчук Л.¹, Бурхан А., Ромашев С.</i>	367
Характер змін в активності цистеїнових протеїназ та міжнуклеосомної деградації ДНК тимоцитів щурів за радіаційно-індукованого апоптозу <i>Драган Л.П.</i>	373
Чувствительность трансмембранного транспорта электронов в эритроцитах человека к радиационной нагрузке малой мощности <i>В. В. Жирнов, И. Н. Яковенко</i>	383
Електромеханічне спряження гладеньких м'язів кишечника під впливом пентагастрину <i>Пелюх П.Ф., Макаручук М.Ю.</i>	391

Комп'ютерні онтології як інструмент створення навчального контенту	
<i>Стрижак О.Є.</i>	402
ГІС «Регіон» – інструментальна платформа для управління сталим розвитком територій	
<i>Комов С.А.</i>	411
Створення ГІС МАНУ як невід'ємної складової вдосконалення досліджень учнівської молоді	
<i>Комов С.А.</i>	419
Фунціонування навчального середовища «Експериментарій» у контексті формування інформаційного освітнього середовища НЦ «Мала академія наук України.	
<i>Чернецький І.С.</i>	428
Формування віртуального навчально-дослідницького середовища дистанційної освіти на основі впровадження ГІС-технологій	
<i>Попова М. А.</i>	433
Комп'ютерні лабораторні роботи (віртуальні лабораторні роботи). Демонстрації фізичних явищ та процесів	
<i>Січкарь Т.Г.</i>	438

Секретаріат конференції зауважує, що надані кольорові графічні матеріали з технічних причин надруковані у чорно-білому форматі.

Для нотаток

*XI Міжнародна
науково-практична конференція*

Сучасні інформаційні технології управління
екологічною безпекою, природокористуванням,
заходами в надзвичайних ситуаціях

Збірник наукових праць

Комп'ютерна верстка
Данько В.П.

Відповідальність за синтаксис і орфографію включених у збірник
матеріалів несуть автори.

Підписано до друку 26.08.2010р.
Формат 420×297/8. Папір офсетний. Гарнітура Times.
Ум. друк. арк. 21
Наклад 100 прим.

Надруковано в Видавничому домі «АДЕФ-Україна»
м.Київ, вул. Б.Хмельницького, 32, оф.40а
тел.: (044) 284-08-60, факс: (044) 284-08-50
e-mail: adef@adef.com.ua
www.adef.com.ua